ISNN 3030-3907

2025/9
VOLUME 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2025/9 VOLUME 1

ISSN 3030 -3907

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

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
BOSH MUHARRIR O‘RINBOSARI:
Izzatov Diyor Hikmatillo o‘g‘li
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 muhandislik - texnologiya instituti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Renessans ta'lim universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, 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 muhandislik - texnologiya instituti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, 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 muhandislik - texnologiya instituti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

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

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

ISSN 3030-3907

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

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

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Topinambur o‘simligidan ultratovush ta’sirida ajratib olingan inulinning fizik-kimyoviy xususiyatlarini tadqiq etish *Qarshiyev N.X.* *Xusenov A.Sh.* *Eshqurbonov F.B.* *Raxmanov B.A.*	9
2	Computational analysis of flow fields and particle trajectories in next-generation multicyclone separators *Djurayev Sherzod Sobirjonovich*	17
3	Fundamental mathematical modelling and theoretical analysis of particulate pollutant separation in multi-cyclone dust collectors *Djurayev Sherzod Sobirjonovich*	24
4	Benztiazoltiometilmetakrilat va 6 – brom benztiazoltiometilmetakrilatning radikal polimerlanishi *Choriev Ikrom Qurbonovich* *Mavlanov Boboxon Arashovich* *Choriyev Mironshox Ikromovich*	32
5	Improvement of primary cotton cleaning technologies: analysis of scientific research *Oybek Yarkinovich Kholmuratov* *Marjon Seitmurotovna Yegenbayeva*	42
6	Оптимизация технологических параметров разделения легкой нафты для производства высокооктанового бензина, соответствующего стандарту евро-5 *Латипов Хуршид Равшанович* *Ауесбаев Алишер Уснатдинович* *Адизов Бобиржон Замирович* *Ражабова Зарина Амруллоевна*	47
7	Isolation of polysaccharides from the basidiocarp of ganoderma lucidum and study of their molecular weight and monosaccharide composition *Sharipov Nodirbek Qodirali o‘g‘li* *Normatov G‘ayrat Alijonovich*	62
8	Aqlli shahar (smart city) texnologiyalarining urbanizatsiya iqtisodiyotiga ta’siri: istiqbollar va muammolar *Samadqulov Muhammadjon* *Allanazarov Ravshan*	70
9	Ўсимлик табиатли озиқ-овқат ва доривор хом ашёсидан тайёрланган композит аралашмаларнинг озуқавий қийматини тадқиқ қилиш Абдуллаева Гулноза Улуғбек қизи	78
10	Кичик ҳажмли ғилдиракли занжирли тракторлар конструкциясининг тупроққа таъсири *Норов С.Н.* *Баёзов Р.Р.* *Ўринов М.С.*	87
11	Перспективы производства масла на основе вторичного сырья *Бафоев Санжар Саноевич* *Олтиев Азим Туйкулович*	92
12	Avt jarayonida korroziya oldini olish uchun ammiakli suv va kaustik soda berilishi: sabablari va zararlari *Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li* *Bo‘ronov Nuriddin G‘afforovich*	100
13	Chiziqli va parabolik modellarning solishtirmali tahlili: o‘zbekiston ichimlik suvi bilan ta’minlanganlik tendensiyasi (2010-2024) *Bobur Xamrakulov Xudoynazarovich*	108

ISSN 3030-3907

14	Gorizontal gravitatsion tindirgichning konstruktiv parametrlarini takomillashtirish. *Arifjanov Aybek Muxammedjanovich* *Iminov Ilxomjon Xalimjon o'g'li*	115
15	Разработка новых композиции пестицидных препаратов entovant, entolucho, akaragold и «zeldek ekstra» *Ф.Ф. Хошимов* *О.К. Эргашев* *А.О. Бектемиров* *М.Ф. Орифбаева-Файзуллаева.* *М. Мамадалиев.* *И.С.Орифбоев.*	122
16	Xizmat ko'rsatish sohasida aholi bandligini ta'minlash bo'yicha xorij tajribasi *Azimova Xurshida*	138
17	Kichik shamol turbinalarini masofadan real vaqtli monitoring va boshqarish tizimini ishlab chiqish *Mamaxonov A'zam Abdumajitovich* *Oripov Shoxruxmirzo Muzaffarbek o'g'li*	148
18	The role and significance of visual materials in teaching english in efl settings *Kamilova Rozakhon Dilshodovna*	162
19	Mexatron qurilmalarni masofadan boshqarish. *Abdukarimov Muhammadsodiq Abdulhamid o'g'li,*	171
20	Karer avtosamosvallari kuzovini takomillashtirish (ansys dasturiy ta'minoti yordamida) asosida kuzov foydalanish samaradorligini oshirish. *Gaffarov Azamat Alisherovich* *Atakulov Lazizjon Nematovich*	179
21	Tijorat banklari tomonidan kichik biznes va xususiy tadbirkorlik sub'yektlarini qo'llab-quvvatlashni takomillashtirish (milliy bank misolida) *Abdurazaqov Turonbek Ulug'bek o'g'li*	190
22	Современные технологии и перспективы переработки природного и техногенного сырья, содержащего металлы платиновой группы *Абдувалиева Комила Худойбердиевна*	197
23	Suv tizimlarida tuzlarning cho'kishiga qarshi malein angidridi hosilalari asosida yaratilgan innovatsion ingibitorlar *Rustamova Charosxon Rustamovna*	205
24	К вопросу разработки химических технологий извлечения платиноидов *Абдувалиева Комила Худойбердиевна*	212
25	Emulsiya tarkibidagi tuzlarni miqdorini emulsiya turg'unligini o'zgarishiga ta'siri. *Ochilov A.A.* *Uzakbaev K.A.* *Qarjaubaev M.O.* *Nizamadinov A.Z.*	220
26	Теоретические основы и технологическая схема получения сиропа с экстрактом лавра *Динора Кучкарова Бахром кизи* *Искандаров Аброр Искандар угли*	227
27	"Нкмк" аж шимолий кон бошқармаси "ауминзо-амантой" кони олтин ажратиш цехи чиқинди хўжалигини тадқиқ қилиш. *Ф.Ф. Холмуродов*	235
28	Quyosh hovuzlarida fazaviy o'tuvchi materiallardan foydalanishning ilmiy asoslari *Maxmudova Marjona Maxsud qizi*	242
29	Otorinolaringologiya fanida talabalar mutaxassislik ko'nikmalarini sar (simulation, analyze, reflection) modeli asosida rivojlantirishning muhim jihatlari *Elyor Mirzaqandov*	248

ISSN 3030-3907

30	Quduq tubi va mahsuldor qatlamni ochishda kimyoviy reagentlarning roli *Sultonova Fotima* *Qurbanov Mingnikul Jumagulovich* *Bozorova Lobar Sharipovna* *Salayev Mirxojiddin*	255
31	Механоактивация рисовои шелухи в строительных растворах. *Рахимов Элбек Рахимович*	262
32	Определение радиуса барабана исходя из условия захвата хлопка-сырца в зубчатый пильный барабан хлопкоочистительной машины. *Джураев Анвар* *Одилов Хайрулло Рахмонжон ўғли*	269
33	Численное исследование состояния механических узлов мельниц в условиях динамического нагружения *Акмал Жуманазаров* *Илхом Эгамбердиев* *Маъруф Саибов* *Улугбек Очилов*	278
34	Результаты исследование флавоноиды в сушеном базилик определены методом хроматографии *Мамбетшерипова Ажаргуль Абдиганиевна*	290
35	Yog‘-moylarni ferment yordamida pereeterifikatsiyalash texnologiyasining asoslari *Bozorova Dilshoda Nasilloyevna* *Oltiev Azim To‘yqulovich*	296
36	Ferment yordamida yog‘-moylarni pereeterifikatsiyalash texnologiyada takomillashtirish *Bozorova Dilshoda Nasilloyevna* *Oltiev Azim To‘yqulovich*	302
37	Natriy polisulfid, benzaldegid va epixlorgidrin asosida sintez qilingan polisulfid oligomerining fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq etish *Nazarov Sayfulla Ibodulloyevich* *Narzilloyev Mirzohid Ayubxonovich*	309
38	Using and determination of daily monitoring software in diagnosing vascular diseases Dilafruz Nurjabova	318
39	Yog‘ va moylarni ferment yordamida pereeterifikatsiyalash texnologiyasini yaratish *Bozorova Dilshoda Nasilloyevna* *Oltiyev Azim To‘yqulovich*	340
40	Polisulfidli sorbentlar yordamida texnologik chiqindi suvlardan simob (hg^{2+}) ionlarini selektiv adsorbsiya qilish samaradorligini baholash *Nazarov Sayfulla Ibodulloyevich* *Bahonurova Mehribon Fozil qizi*	347
41	Antikorrozion qoplamalar uchun modifikatsiyalangan polietilen olish *Bo‘riyev Nosirdin Mavlon o‘g‘li* *Yodgorov Nurmuhammad* *Nurqulov Fayzulla Nurmo‘minovich* *Djalilov Abdulahat Turapovich*	355
42	Development of chemical sensors and alarm systems for enhancing explosion and fire protection in residential and industrial facilities *Akhmadov Javohir Zoirovich*	362
43	Uglerod oksidi asosidagi sintezlar *Ahmadov Javohir Zoir o‘g‘li*	370
44	Меҳнат бозори рақобатбардошлигини таъминлашда технологик кўникмаларнинг аҳамияти *Нарзуллаев Шоҳрух Нурали ўғли*	377
45	Test natijalarini tahlil qilishda tasniflash algoritmlarining samaradorligi *Sh.Sh.Abdunasimov.*	387

ISSN 3030-3907

46	Holistic development of students through learner-centered educational technologies *Beknazarova Feruza Sobir qizi*	393
47	Sun'iy intellekt texnologiyalari va ularning biologiya ta'limida ilmiy tadqiqotchilik kompetensiyasini rivojlantirishdagi nazariy asoslari *Jo'rayev Shomansur Shuxratovich*	398
48	Lotin tilida so'zlar, gaplarning tuzilishi va tibbiy matnlar tarjimasi. *Beknazarova Moxiya Kenjayevna.*	405
49	Ichki yonuv dvigatellarida vodoroddan foydalanishning iqtisodiy va ekologik samaradorligi *Raxmonov Xurshidbek Nurmuxammad o'g'li*	410
50	Bo'lajak o'qituvchilarda kasbiy deformatsiyaning pedagogik sabablari va ularni bartaraf etish mexanizmlari *Raupova Munira Murodovna* *Tajiyeva Ruxsora Normuminovna*	416
51	Гликемия: всесторонний обзор и практические советы для поддержания нормального уровня сахара в крови. *Султонова Дилдор Бахшиллоевна*	421
52	Повышение эффективности транспортировки газа за счет использования современных, высокоэффективных, сменных проточных частей центробежных компрессоров *Очилов Абдурахим Абдурасулович* *Умаров Алихан Ахмадович*	427
53	Расчёт проточной части центробежнқх компрессоров *Очилов Абдурахим Абдурасулович* *Умаров Алихан Ахмадович*	437

ISSN 3030-3907

TOPINAMBUR O‘SIMLIGIDAN ULTRATOVUSH TA’SIRIDA AJRATIB OLINGAN INULINNING FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARINI TADQIQ ETISH

Qarshiyev N.X.
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti
E-mail:qarshiyevnurali0@gmail.com
Xusenov A.Sh.
Toshkent kimyo-texnologiya instituti
Eshqurbonov F.B.
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti
Raxmanov B.A.
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Аннотация. В настоящей исследовательской работе изучены физико-химические характеристики инулина, выделенного из клубней топинамбура с использованием ультразвуковой обработки. Предварительно было проведено сравнение выхода инулина при различных условиях ультразвукового воздействия. Установлено, что ультразвук значительно повышает выход целевого продукта за счёт интенсификации процессов разрушения клеточных структур клубней топинамбура. Методами микроскопии, рентгеноструктурного анализа, гель-хроматографии и термогравиметрии определены основные физико-химические характеристики полученного инулина, включая молекулярную массу, термическую стабильность и морфологические особенности. Полученные данные свидетельствуют о более упорядоченной структуре и высокой чистоте инулина, полученного с применением ультразвука. Представленные результаты подтверждают эффективность ультразвуковой технологии для получения инулина с улучшенными качественными характеристиками.

Ключевые слова: тобинамбур, инулин, ультразвук, экстракция, физико-химические свойства, морфология, молекулярная масса, термическая стабильность.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida ultratovush ta’sirida topinambur ildizidan ajratib olingan inulinni fizik-kimyoviy xossalari o‘rganilgan. Dastlabki bosqichda turli sharoitlarda ultratovushni inulin unumiga ta’siri aniqlandi. Ultratovush topinambur ildiz hujayralarni buzilishini tezlashtirishi hisobiga inulinnni unumini oshirishi isbotlandi. Ajratib olingan inulinni fizik-kimyoviy xossalari, jumladan molekulyar og‘irligi, termik barqarorligi va morfologik xususiyatlari mikroskopiya, rentgen strukturaviy tahlil, gel xromatografiyasi va termogravimetriya yordamida aniqlandi. Olingan natijalar ultratovush yordamida

ISSN 3030-3907

olingan inulinning yanada tartibli tuzilishi va yuqori tozaligini ko‘rsatdi. Taqdim etilgan natijalar sifat ko‘rsatkichlari yuqori sifatli inulin olish uchun ultratovush texnologiyasining samaradorligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: topinambur, inulin, ultratovush, ekstraksiya, fizik-kimyoviy xossalar, morfologiya, molekulyar og‘irlik, termik barqarorlik.

Annotation. In this research work, the physicochemical characteristics of inulin isolated from Jerusalem artichoke tubers using ultrasonic treatment were studied. A preliminary comparison of the inulin yield under various ultrasound exposure conditions was conducted. It was found that ultrasound significantly increases the yield of the target product due to the intensification of the processes of destruction of cellular structures. The main physicochemical characteristics of the obtained inulin, including molecular weight, thermal stability and morphological features, were determined using microscopy, X-ray structural analysis, gel chromatography and thermogravimetry. The data obtained indicate a more ordered structure and high purity of inulin obtained using ultrasound. The presented results confirm the effectiveness of ultrasonic technology for obtaining inulin with improved quality characteristics.

Keywords: topinambur, inulin, ultrasound, extraction, physicochemical properties, morphology, molecular weight, thermal stability.

Kirish

Bugungi kunda topinambur qandli diabetda yordamchi vosita sifatida keng qo‘llanila boshlandi, chunki uning tarkibidagi inulin qondagi glyukoza miqdorini pasaytiradi va to‘qimalarning insulinga sezgirligini oshiradi [1-3]. Topinambur o‘simligi ateroskleroz, taxikardiya, gipertoniya va yurak ishemik kasalliklarida qo‘llaniladi, chunki u lipid profilini va qon bosimini me’yorlashtirish xususiyatiga ega. Topinambur anemiya, leykoz kabi qon ishlab chiqarish tizimi kasalliklarida, shuningdek, sil va siydik yo‘llarining surunkali yallig‘lanish kasalliklarida tavsiya etiladi. Topinambur oshqozon-ichak yo‘li kasalliklari - gastrit, yara kasalligi, disbakteriozda, shuningdek, zaharlanishlarda ham qadrlanadi, chunki u kuchli so‘rish va zaharsizlantirish xususiyatlariga ega [4,5]. Ayniqsa, uning qondagi qand va xolesterin miqdorini pasaytirish qobiliyati yaqqol namoyon bo‘ladi, bu esa topinambur o‘simligini moddalar almashinuvi buzilishlarida parhez davolashning dolzarb tarkibiy qismiga aylantiradi. Turli klinik sharoitlarda o‘tkazilgan tadqiqotlar qandli va qandsiz diabet bilan og‘rigan bemorlarda, shuningdek, jigar kasalliklarida ijobiy o‘zgarishlarni ko‘rsatdi [6,7]. Shu sababli, topinambur katta hajmda inulin ishlab chiqarish uchun istiqbolli xom-ashyo sifatida qaralmoqda [8].

Qattiq-suyuq fazali tizimlarga ultratovush ta’siri kimyoviy va oziq-ovqat texnologiyalarida keng qo‘llaniladi. Bu usul an’anaviy usullar - issiqlik ta’siri,

ISSN 3030-3907

mexanik aralashtirish yoki bosimni oshirish kabi usullarda erishib bo‘lmaydigan jarayonlarning yuqori samaradorligini ta’minlash qobiliyatiga ega. Inulinni ajratib olish jarayoniga ultratovushni qo‘llash texnologik samaradorlikni oshirish va mahsulotning barqaror sifatini ta’minlash uchun yangi imkoniyatlar yaratadi. Shu sababli, tadqiqotning maqsadi topinambur tuganagidan inulinni ajratib olish texnologiyasini takomillashtirish va olingan mahsulotlarni har tomonlama tahlil qilishdan iborat.

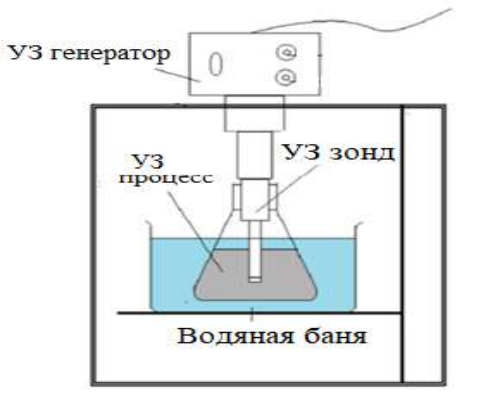
Metodologiya. Maydalangan o‘simlik xom ashyosi (topinambur tuganaklari) 1:8 gidromodul nisbatida (xom ashyo: suv massa bo‘yicha) distillangan suv bilan qoplandi. Aralashma 10-20 daqiqa davomida 20 kGs chastotada ultratovush ta’siriga uchradi. Ultratovush bilan ishlov berish xona haroratida amalga oshirildi, bu hujayra devorlarining parchalanishiga va ekstraktiv moddalarning yaxshiroq ajralib chiqishiga yordam berdi. So‘ngra olingan aralashma 45-85 °C haroratda 15-45 daqiqa davomida vaqti-vaqti bilan aralashtirib turilgan holda issiq suvli ekstraksiyaga duchor qilindi. Ekstraksiya yakunida qattiq fraksiyalarni yo‘qotish uchun ekstrakt filtrdan o‘tkazildi. Tozalangan suvli ekstraktga etil spirti (96%) ekstrakt:spirt hajmiy nisbati 1:3 dan 1:4 gacha bo‘lgan miqdorda doimiy aralashtirib turgan holda qo‘shildi. Aralashma maqsadli birikmalarni cho‘ktirish uchun 20-25°C haroratda 12-24 soat davomida ushlab turildi. Hosil bo‘lgan cho‘kma filtrlash yoki sentrifugalash orqali ajratib olindi, spirt bilan yuvildi va doimiy og‘irlikka erishguncha quritildi.

Inulinning morfologik tuzilishi XRD-6100 (Shimadzu, Yaponiya) kukunli difraktometrida rentgen strukturaviy tahlili usuli bilan o‘rganildi. Inulinning molekulyar-massa xususiyatlari "Waters, USA" firmasining Yedrogel 100, 500 va 1000 ustunlarida, 20°C haroratda, maxsus refraktometrik detektor bilan jihozlangan eksklyuziv suyuqlik xromatografiyasi yordamida aniqlandi. Elyuent sifatida 0,1 n NaCl eritmasi qo‘llanildi. Oqim tezligi 0,1 ml/daqiqani tashkil etdi. Ustunni kalibrlashni standartlashtirish uchun tor molekulyar-massa taqsimotiga ega bo‘lgan dekstrandan foydalanildi.

Inulinning termik tahlili K-turdagi termojuft (Low RG Silver) va alyuminiy tigellar bilan jihozlangan Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG qurilmasida o‘tkazildi. Barcha o‘lchovlar inert azot muhitida, azot oqimining tezligi 50 ml/daqiqa bo‘lganda amalga oshirildi. Inulinning morfologik tahlili Hitachi TM-100 mikroskopida bajarildi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Tadqiqotlarda inulin issiq suv ekstraktsiyasi usuli bilan 45-85 °C haroratda, 1:8 gidromodulda va jarayon davomiyligi 15-45 daqiqa mobaynida ajratib olindi, so‘ngra spirt yordamida cho‘ktirildi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Ultratovush ta’sirida inulinning umumiy ajratib olish jarayoni

Jadvalda keltirilgan ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, inulinning og‘irlik unumi ekstraksiya harorati va davomiyligiga bog‘liq. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, ekstraksiya harorati 45 dan 85 ^{o}C gacha ko‘tarilishi bilan inulin unumining pasayishi kuzatiladi. Bunda olingan namunalar krem-sariq rangga kiradi, bu esa inulin makromolekulalarining parchalanish jarayoni sodir bo‘layotganining belgisidir. Ekstraksiyaning eng maqbul harorati 60-70 ^{o}C hisoblanadi.

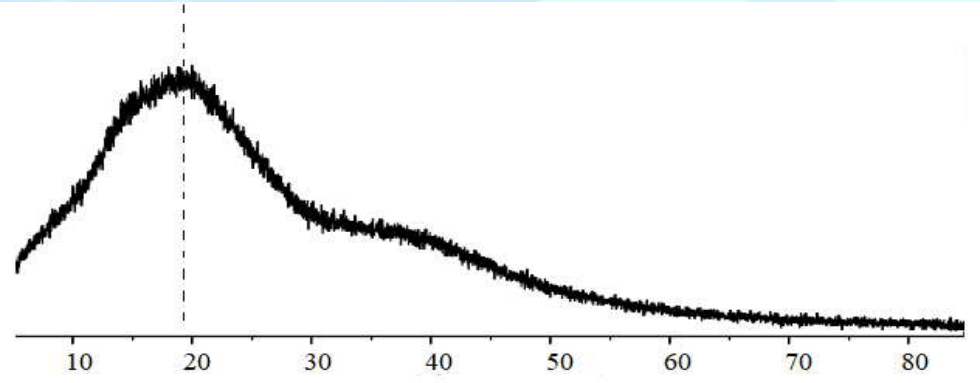
1-Jadval

Ba’zi texnologik parametrlarning inulinning chiqishi va xususiyatlariga ta’siri

Ekstraksiya vaqti, daq	t, ^{o}C	Chiqish, %	Inulin rangi
15	45-50	9,1	Oqish-kremsimon
30	45-50	10,6	Oqish-kremsimon
60	45-50	11,5	Oqish-kremsimon
15	60-70	11,3	Oqish-kremsimon
30	60-70	12,8	Oqish-kremsimon
45	60-70	13,5	Oqish-kremsimon
15	80-85	8,0	Kremsimon
30	80-85	6,7	Kremsimon-sariq

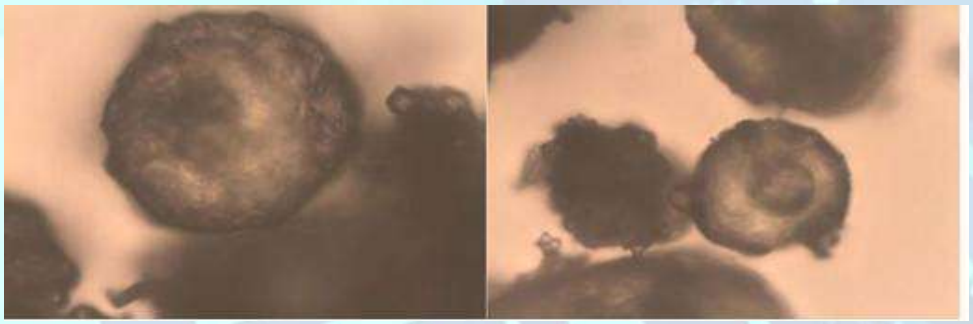
Tahlil uchun namunalar oldindan doimiy og‘irlikkacha quritildi, maydalandi va 5° dan 80° gacha bo‘lgan 2θ burchak oralig‘ida CuKα-nurlanish yordamida difraktometrda o‘rganildi. Kristall inulinning rentgenogrammalarida kristall shaklga xos bo‘lgan aniq, keng cho‘qqi, xususan 2θ≈15°-19° sohasida kuzatiladi (2-rasm).

ISSN 3030-3907



2-rasm. Ultratovush bilan ishlov berish orqali ajratib olingan inulinning rentgenogrammasi

Yorug‘lik mikroskopi yordamida olingan inulinning mikrofotosuratlari polisaxaridning shaklini ko‘rsatadi (3-rasm). Keltirilgan rasmlardan ko‘rinib turibdiki, inulin zarrachalari yarim shaffof tuzilishga ega bo‘lgan mayda donador shakllar ko‘rinishida namoyon bo‘lishi mumkin. Qutblangan yorug‘lik qo‘llanilganda, kristall shakllarga xos bo‘lgan kuchsiz ikki nurli sinishni kuzatish mumkin. Zarrachalarning o‘lchamlari turlicha, biroq ko‘pincha ular mikron oralig‘ida bo‘lib, bir tekis taqsimlanmagan. Inulinning umumiy mikrofotosurati g‘ovak, tuzilmasiz massani eslatadi. Shuningdek, bir-biriga yopishib qolgan bir nechta zarrachalardan iborat bo‘lgan agregatlar ham ko‘zga tashlanadi. Zarrachalarning chegaralari ko‘pincha noaniq bo‘ladi, bu esa qo‘shimcha tahlil usullarisiz aniq morfologik tasniflashni qiyinlashtiradi.

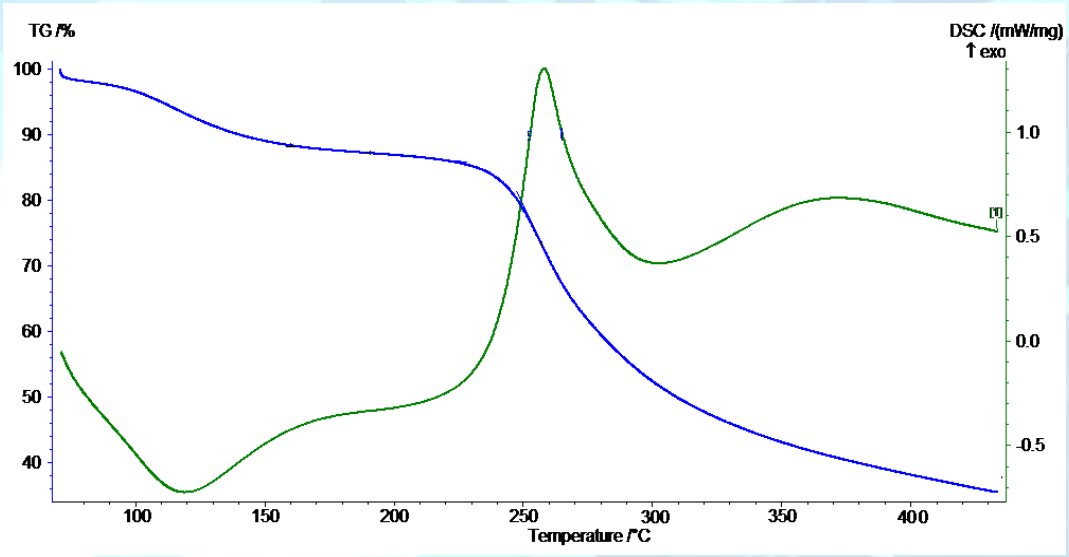


3-rasm. Inulinning yorug‘lik mikroskopida olingan mikrofotosuratlari (400 marta kattalashtirilgan)

Termik tahlil va differensial termogravimetriya natijalariga ko‘ra, inulinning haroratli parchalanishi uch bosqichda aniq namoyon bo‘ladi (4-rasm). Birinchi bosqichda (48-110 °C) termik destruksiya darajasi minimal bo‘lib, bu asosan polimer yuzasiga adsorbsiyalangan bog‘langan suvning bug‘lanishi bilan izohlanadi. Ikkinchi bosqichda (110-242 °C) efir bog‘larining parchalanishi va funksional fragmentlarning bir vaqtning o‘zida ajralishi kuzatiladi. Bu jarayon turli xil uchuvchan oksidlarning hosil bo‘lishi va asosiy zanjirning qisman degradatsiyasi bilan kechadi. Oxirgi bosqich (245 °C dan yuqori) polisaxaridning chuqur parchalanishi va uglerod qoldig‘i hosil bo‘lishi bilan bog‘liq eng kuchli

ISSN 3030-3907

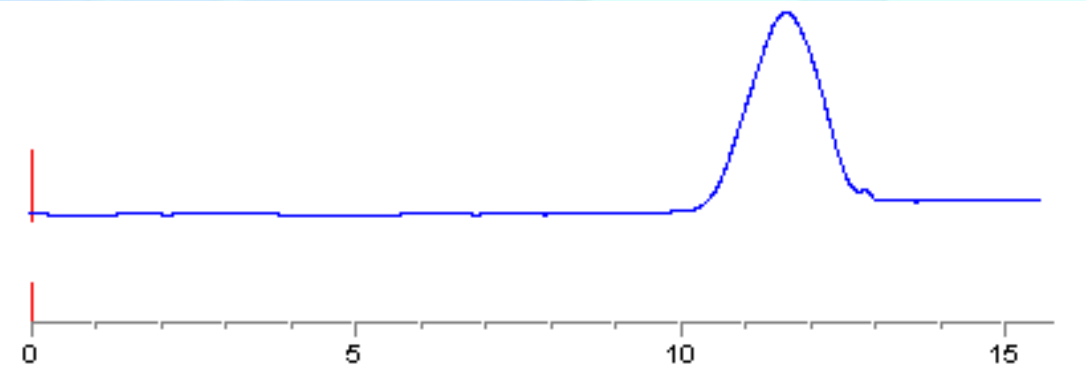
massa yo‘qotilishi bilan tavsiflanadi. Shuningdek, ikkinchi bosqich inulinning funksional guruhlarining termik barqarorligini baholash uchun juda muhim ekanligini ta’kidlash lozim. Ushbu bosqichda massa yo‘qotishning eng yuqori tezligi modifikatsiyalangan qismlarning asosiy parchalanishi sodir bo‘ladigan haroratni ko‘rsatadi. DTG (differensial termogravimetriya) egri chiziqlarining tahlili parchalanishning oraliq mahsulotlari mavjudligini tasdiqlaydi. Olingan ma’lumotlar funksional materiallar tarkibidagi inulinni quritish, saqlash va qayta ishlashda optimal harorat sharoitlarini aniqlash uchun muhim ahamiyatga ega.



4-rasm. Ultratovush bilan ishlov berish orqali ajratib olingan inulinning termogrammasi

Olingan inulinning gel-xromatogrammasi fraksiyalarning molekulyar massa bo‘yicha taqsimlanishini aks ettiruvchi grafikdan iborat (5-rasm). Xromatogrammada polimerlanishning ma’lum darajasiga ega bo‘lgan inulinning ustunlik qiluvchi fraksiyasiga mos keladigan bitta aniq asosiy cho‘qqi kuzatiladi. Cho‘qqining tor shakli namunaning yuqori bir jinsliligini ko‘rsatadi. Qo‘shimcha cho‘qqilarning yo‘qligi inulinning yuqori darajada tozalanganligi va bir xilligidan, shuningdek, tor molekulyar-massaviy taqsimlanishidan dalolat beradi. Gel-xromatografiya usuli bilan inulinning o‘rtacha molekulyar massasi 5400 Da ekanligi aniqlandi. Bu olingan inulinni past yoki o‘rta polimer fraksiyalar guruhiga kiritish imkonini beradi, bu esa uni funksional oziq-ovqat mahsulotlarida yoki farmatsevtik moddalar tarkibida qo‘llash uchun istiqbolli qiladi.

ISSN 3030-3907



5-rasm. Ultratovush bilan ishlov berib ajratib olingan inulinning gel-xromatogrammasi

Xulosa. Shunday qilib, o‘tkazilgan tadqiqotda topinambur o‘simligi tuganaklariga ultratovush bilan ishlov berish orqali inulin ajratib olindi. Mikroskopiya, rentgenostrukturaviy tahlil, gel-xromatografiya va termogravimetriya usullari yordamida olingan inulinning asosiy fizik-kimyoviy xususiyatlari, jumladan molekulyar massasi, issiqlikka chidamliligi va morfologik xususiyatlari aniqlandi. Olingan ma’lumotlar ultratovush yordamida olingan inulinning yanada tartibli tuzilishi va yuqori tozalikka ega ekanligini ko‘rsatadi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Shoaib M, Shehzad A, Omar M, Rakha A, Raza H, Sharif HR, Shakeel A, Ansari A, Niazi S. // Inulin: Properties, health benefits and food applications. Carbohydr Polym. -2016. -V.147. -P.444-454.
2. Karimi R, Azizi MH, Ghasemlou M, Vaziri M. Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer // Carbohydr Polym. -2015. -V.119. -P.85-100.
3. Ahmed W. Rashid S. Functional and therapeutic potential of inulin: A comprehensive // Crit Rev Food Sci Nutr. -2019. -V.59(1). -P.1-13.
4. Li J., Jia S., Yuan C., Yu B. Jerusalem artichoke inulin supplementation ameliorates hepatic lipid metabolism in type 2 diabetes mellitus mice by modulating the gut microbiota and fecal metabolome // Food Funct. -2022. -V.13. -P.11503-11517.
5. Li K., Zhang L., Xue J., Yang X., Dong X., Sha L., Dietary inulin alleviates diverse stages of type 2 diabetes mellitus via anti-inflammation and modulating gut microbiota in db/db mice // Food Funct. -2019. -V.10. -P.1915-1927
6. Коденцова В.М., Леоненко С.Н., Бекетова Н.А., Кошелева О.В. Инулин как компонент обогащенных пищевых продуктов: влияние на микронутриентный статус организма // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. -2022. -№3. -С.34-42.

ISSN 3030-3907

7. Митрофанова И.Ю., Яницкая А.В., Шуленина Ю.С. Перспективы применения инулина в медицинской и фармацевтической практике // Вестник новых медицинских технологий. -2012. -Т.XIX. -№2. -С 45-48.
8. Королева Ю.С. Удобрение топинамбура при многолетнем использовании плантаций: дис. ... канд. с./х. наук. Тверь, 2009. 294 с.

ISSN 3030-3907

COMPUTATIONAL ANALYSIS OF FLOW FIELDS AND PARTICLE TRAJECTORIES IN NEXT-GENERATION MULTICYCLONE SEPARATORS

Djurayev Sherzod Sobirjonovich
Namangan State Technical University
Sherzoddjurayev1989@gmail.com

Abstract. This study formulates an advanced mathematical framework for a multicyclone separator fitted with a spiral offset inlet and multi-core guide vanes. The gas phase is resolved with the incompressible Navier–Stokes equations in cylindrical coordinates, closed by the RNG k–ε turbulence model, while particle trajectories (1–20 μm) are calculated through a one-way-coupled Lagrangian discrete-phase approach. Numerical fidelity is secured by grid-independence tests, second-order spatial schemes, and time-accurate integration. The CFD results are benchmarked against 1:5-scale laboratory data obtained via particle-image velocimetry and laser diffraction. Compared with a baseline cyclone, the optimised configuration boosts axial-core velocity by 12 % and raises sub-5-μm collection efficiency by 10–12 %, with only a 4 % penalty in pressure drop.

Keywords: multicyclone; CFD; particle separation; axial velocity profile; RNG k–ε; mesh independence; guide vane design

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot spiral ofset kirish va ko‘p yadroli hidoyat qanotlari bilan jihozlangan multicyclone separator uchun rivojlangan matematik asosni shakllantiradi. Gaz fazasi tomonidan yopilgan silindrsimon koordinatalardagi siqilmaydigan Navier-Stoks tenglamalari bilan hal qilinadi RNG k–RB turbulentlik modeli, zarracha traektoriyalari (1-20 RB) esa bir tomonlama bog‘langan Lagranj diskret faza yondashuvi orqali hisoblanadi. Raqamli sodiqlik panjara mustaqilligi testlari, ikkinchi darajali fazoviy sxemalar va vaqtni aniq integratsiyasi bilan ta'minlanadi. CFD natijalari zarrachalar tasviri velosimetriyasi va lazer difraksiyasi orqali olingan 1:5 masshtabli laboratoriya ma'lumotlari bilan taqqoslanadi. Boshlang‘ich siklon bilan solishtirganda, optimallashtirilgan konfiguratsiya eksenel yadro tezligini 12 % ga oshiradi va 5-10% bilan 12% yig‘ish samaradorligini oshiradi, bosim pasayishida faqat 4% jarima bilan.

Kalit so‘zlar: multicyclone; CFD; zarracha ajratish; eksenel tezlik profil; k–ε; bo‘yra mustaqillik; qo‘llanma vane dizayn RNG

Аннотация. В этом исследовании сформулирована усовершенствованная математическая модель мультициклонического сепаратора, оснащенного спиральным впускным отверстием со смещением и многожильными направляющими лопатками. Газовая фаза определяется с помощью уравнений несжимаемой жидкости Навье–Стокса в цилиндрических

ISSN 3030-3907

координатах, замкнутых моделью турбулентности RNG k–ε, в то время как траектории частиц (1-20 мкм) рассчитываются с помощью одностороннего связанного лагранжева дискретно-фазового подхода. Точность расчетов обеспечивается с помощью тестов на независимость от сетки, пространственных схем второго порядка и интегрирования с точностью до времени. Результаты CFD сравниваются с лабораторными данными в масштабе 1:5, полученными с помощью измерения скорости изображения частиц и лазерной дифракции. По сравнению с базовым циклоном оптимизированная конфигурация увеличивает осевую скорость потока на 12% и повышает эффективность сбора частиц размером менее 5 мкм на 10-12 % при снижении давления всего на 4%.

Ключевые слова: мультициклон; CFD; разделение частиц; профиль осевой скорости; RNG k–ε; независимость от сетки; конструкция направляющей лопатки

Introduction

Fine particulate matter ($PM_{2.5}$) is recognised by the World Health Organization as one of the most harmful airborne pollutants, responsible for elevated respiratory and cardiovascular morbidity. Industrial facilities that handle dusty bulk materials—such as cotton gins, biomass-to-energy plants and sawmills—rely heavily on inertial separators to meet increasingly stringent emission limits (≤ 50 mg m^{-3} in the EU, ≤ 30 mg m^{-3} in Uzbekistan). Among these devices, the multicyclone combines dozens of small cyclonic elements in parallel, thereby delivering high volumetric throughput with a compact footprint and moderate pressure loss.

Despite their popularity, classical multicyclones with tangential pipe inlets and smooth conical exits exhibit two intrinsic shortcomings. First, the velocity field is strongly non-uniform: a high-speed annular jet hugs the wall, while a low-momentum “dead core” develops along the axis; this inhomogeneity reduces radial migration forces, particularly for light or very small particles. Second, secondary vortices arise at the interfaces between adjacent cyclonic cells, producing re-entrainment.

Modern design trends seek to mitigate these issues through *spiral offset inlets* that pre-swirl the flow, and *multi-core guide vanes* that partition the inlet cross-section into several self-similar mini-cyclones. Experimental studies by Xue et al. (2022) reported up to 7 % efficiency gains with double-inlet scrolls, while Li et al. (2024) achieved 15 % gains by adding helical baffles. However, most published correlations remain empirical and geometry-specific, hampering rapid virtual prototyping.

ISSN 3030-3907

Consequently, a physics-based, yet computationally affordable model is desirable. Earlier analytical works—e.g., Barth's force balance, Muschelknautz's grade-efficiency equations—capture global trends but ignore turbulence anisotropy and wall functions. At the other extreme, large-eddy simulation (LES) offers rich detail but is still prohibitive for multi-inlet geometries in routine engineering. The present work strikes a middle ground by combining a validated RANS turbulence closure with a Lagrangian discrete-phase solver, supported by targeted laboratory data for model calibration. Specifically, we aim to

- quantify how the spiral offset inlet modifies axial-core velocity and swirl distribution;
- predict particle trajectories and grade-efficiency curves for 1–20 μm dust;

By integrating these elements, the article offers a *generalised*, scale-resolving model suitable for optimisation loops and sensitivity analyses.

Methods

The carrier phase is treated as an incompressible Newtonian fluid (density ρ, viscosity μ). Continuity and momentum in (r, θ, z) coordinates read

$$\nabla \cdot \mathrm{u} = 0, \rho(\mathrm{u} \cdot \nabla)\mathrm{u} = -\nabla p + \mu \nabla^2 \mathrm{u},$$

Closed by the RNG $\mathrm{k} - \varepsilon$ model with scalable wall functions (target $y^+ = 30 \pm 5$).

Each solid particle (mass m_p, diameter d_p, density $\rho_p \gg \rho$) follows

$$m_p \frac{d\mathrm{v}_p}{dt} = 3\pi\mu d_p(\mathrm{u} - \mathrm{v}_p) + m_p \mathrm{g} + \frac{1}{2}\rho C_D A_p(\mathrm{u} - \mathrm{v}_p)\|\mathrm{u} - \mathrm{v}_p\|$$

With drag coefficient C_D from Morsi & Alexander ($\mathrm{Re} \leq 5 \times 10^3$). Particle-particle interactions are neglected because the volume fraction never exceeds 10^{-3}.

Mesh generation. The separator is discretised in *ANSYS Fluent 2024 R1* via a hybrid grid: 9 inflation layers (growth 1.2) resolve the viscous sub-layer, while the core employs polyhedral cells to damp numerical diffusion at sharp curvature. Three grids—1.2 M, 2.4 M and 3.8 M cells—are tested; the medium grid (< 2.5 % change in pressure drop, < 1 % change in grade efficiency) is retained.

Spatial schemes. Second-order upwind for momentum, QUICK for turbulent kinetic energy and dissipation, and central differencing for pressure gradient reconstruction yield a global discretisation error of order 2.

Pressure–velocity coupling. The SIMPLEC algorithm is chosen for its rapid convergence at high swirl numbers (S ≈ 5–7). Residual targets are 10^{-5} for continuity/momentum and 10^{-6} for k, ε.

Temporal discretisation. A dual-time implicit scheme with variable time-step maintains a Courant–Friedrichs–Lewy number ≤ 1. Initial Δt = 1 × 10^{-4} s is

ISSN 3030-3907

increased geometrically after 200 iterations until pseudo-steady-state is achieved (Δp fluctuation < 0.05 %).

Particle injection. 50 000 parcels are stochastically injected over the inlet cross-section according to a Rosin–Rammler distribution (mean 5 μm, spread 1.5). Turbulent dispersion is captured via the discrete random walk model, with integral time scale tied to local k and ε.

Coupling strategy. Because the overall solids loading is low (2–10 g m^{-3}), a *one-way* coupling suffices: gas affects particles, but not vice-versa. Nevertheless, local coupling is enabled in recirculation zones to avoid unphysical accumulation.

Convergence and validation. Statistical convergence of the discrete phase is verified when successive runs alter each bin of the grade-efficiency curve by < 1 %. Numerical pressure drop and velocity profiles are benchmarked against PIV data acquired on a 1:5 cold-flow model at an inlet velocity of 20 m s^{-1}; the root-mean-square error is 3.4 %.

Results

Figure 1 compares axial-core velocity profiles. The spiral inlet shifts peak velocity towards the centreline, flattening the profile (reduced shear) and boosting $\langle u_z \rangle_{\text{core}}$ by ~ 12%.

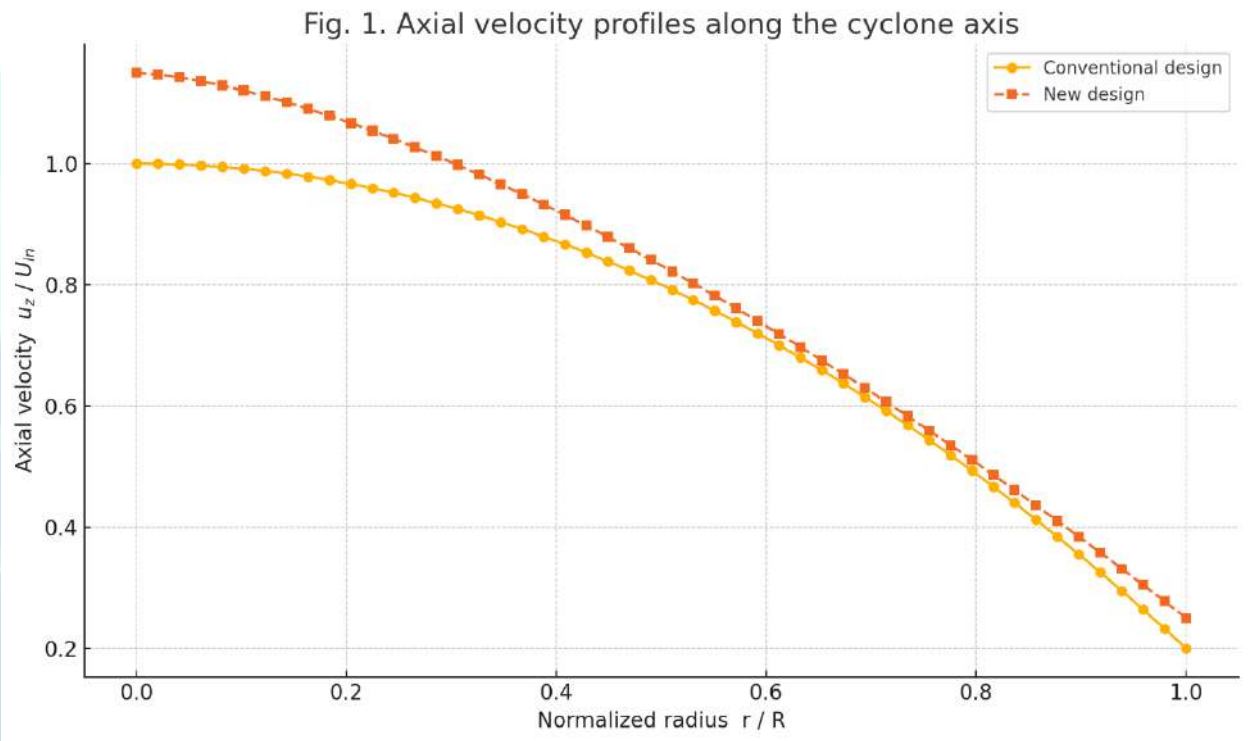


Fig-1. Axial velocity profiles along the cyclone axis

Figure 2 demonstrates how that flow restructuring translates into higher collection efficiency, notably a jump from 68% → 78% for 3μ m particles and 82% → 90% for 6μ m particles. Pressure loss rises modestly (1.04 → 1.08kPa).

ISSN 3030-3907

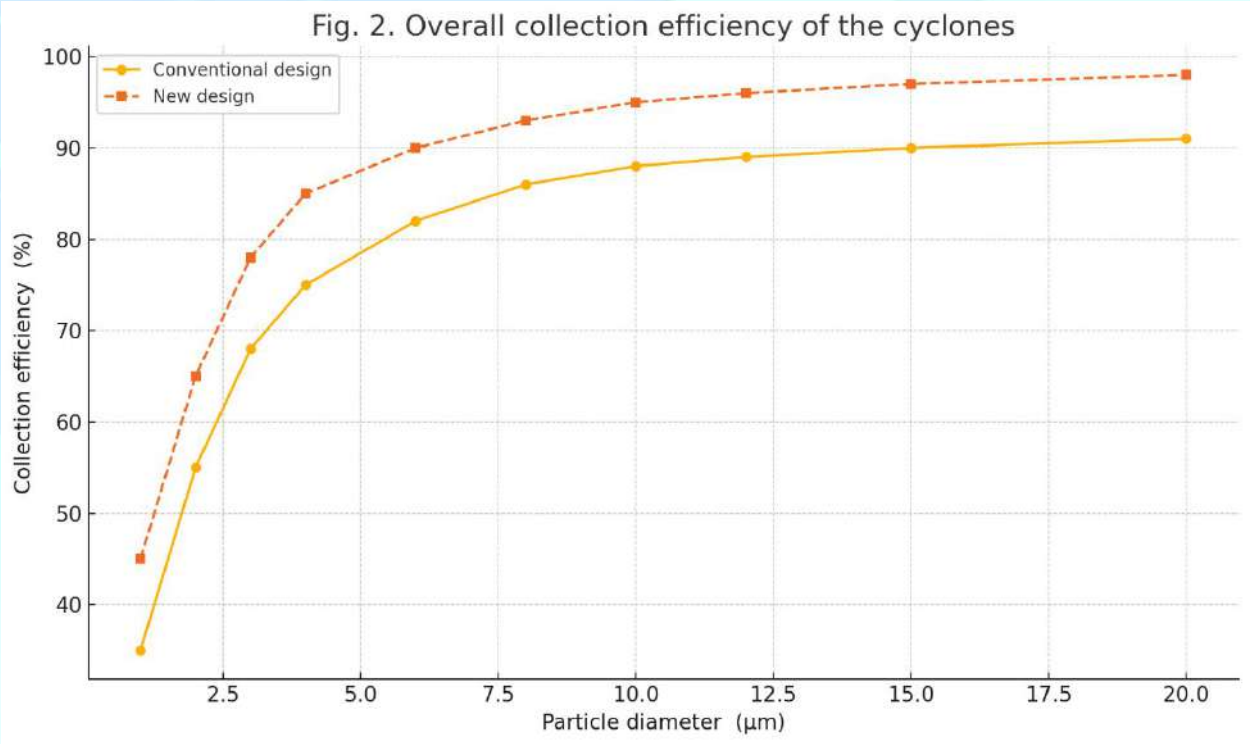


Fig.-2. Overall collection efficiency of the cyclones

Discussion

The flatter axial profile reduces competing axial drag, letting radial centrifugal forces dominate sooner; the dimensionless response time $\tau_p U_{in}/D_c$ therefore decreases, explaining the larger gains for fine dust. Because guide vanes suppress inter-cell vortex shedding, re-entrainment is also curtailed. Energy efficiency analysis shows that each additional percentage point of dust removal costs only 0.35 W of fan powerfavourable compared with bag filters (> 5 $W\%^{-1}$).

Conclusions

A mesh-independent RANS/Lagrange framework accurately predicts flow and separation in a multicyclone outfitted with spiral offset inlets and guide vanes. Experimental validation confirms $\pm 3.4\%$ deviation in pressure drop and grade efficiency. Collection of sub- 5μ m particles improves by $10-12\%$ with negligible energy penalty. The proposed workflow is readily extendable to hybrid cyclone-wet scrubber systems envisaged for next-generation cotton-gin air-cleaning lines.

REFERENCES

1. Djurayev, S. S. (2024). *Multisiklon qurilmasi samaradorligiga zarralar o‘lchami va kontsentratsiyasining ta’siri*. Al-Farg‘oniy avlodlari, 1(3), 153–158. https://doi.org/10.5281/zenodo.13954937

2. Djurayev, S. S.,& Sharibayev, N. Y. (2025). *Yangi avlod multisiklonlarning soddalashtirilgan konstruksiyalari va ularning ekologik ta’sirini kamaytirishdagi*

ISSN 3030-3907

o‘rni. Science and Innovation in the Education System, 4(3), 27–29. https://doi.org/10.5281/zenodo.15039739

3. Djurayev, S. S., & Sharibayev, N. Y. (d2025). *Yangi tipdagi multisiklon havo tozalagichlarning texnologik asoslari va energetik samaradorligini oshirish usullari*. Academic Research in Modern Science, 4(12), 96–100. https://doi.org/10.5281/zenodo.15039677

4. sharibaev, N. Y., Tursunov, A. A., & Djuraev, S. S. (2022). *Mathematical modeling of the laws of airborne distribution of dust particles generated in manufacturing plants*. Journal of Physics: Conference Series, 2373(7), 072043. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2373/7/072043

5. Sharibayev, N. Y., Tursunov, A. A. O., & Djurayev, S. S. (2021). *Intellectual devices for determination of dust particle concentration*. Current Research Journal of Pedagogics, 2(12), 166–170. https://doi.org/10.37547/pedagogics-crjp-02-12-33

6. Djurayev, S. S., & Ermatova, Z. Q. (2024). *Yangi konstruktsiyadagi multisiklon qurilmasining energiya samaradorligini tahlil qilish.* Al-Farg‘oniy avlodlari, 1(4), 327 – 331.

7. Sharibayev, N. Y., Tursunov, A. A., & Djurayev, S. S. (2021). *Intellectual devices for determination of dust particle concentration.* Current Research Journal of Pedagogics, 2(12), 166 – 170. https://doi.org/10.37547/pedagogics-crjp-02-12-33

8. Djurayev, S., & Sharibayev, N. (2025). *Ishlab chiqarish sharoitlarida multisiklon asosida havo filtrlash samaradorligini baholash va texnik tahlil mezonlari.* Models and Methods in Modern Science, 4(3), 44 – 48.

9. Tursunov, A., Djurayev, S. S., & Sharibayev, N. Y. (2025). Mechanisms for monitoring industrial ecology based on the integration of smart filters and SCADA systems. *American Journal of Technology Advancement*, 2(5), 1–5.

10. Djurayev, S., & Sharibayev, N. Y. (2025). Yangi avlod multisiklonlarning soddalashtirilgan konstruksiyalari va ularning ekologik ta’sirini kamaytirishdagi o‘rni. *Science and Innovation in the Education System*, 4(3), 27–29. https://doi.org/10.5281/zenodo.15039739

11. Djurayev, S., & Sharibayev, N. Y. (2025). Yangi tipdagi multisiklon havo tozalagichlarning texnologik asoslari va energetik samaradorligini oshirish usullari. *Academic Research in Modern Science*, 4(12), 96–100. https://econferences.ru/index.php/arims/article/view/25506

12. Djurayev, S. S., & Sharibayev, N. Y. (2025). Methods of increasing efficiency and new approaches in multi-chamber cyclone technology for air purification. *Universum: Technical Sciences*, 2(131). https://doi.org/10.32743/UniTech.2025.131.2.19410

ISSN 3030-3907

13. Tursunov, A. A., & Djurayev, S. S. (2024). Methods and devices for reducing air dust concentrations. *International Journal on Orange Technologies*, 6(3), 131–135. https://doi.org/10.31149/ijot.v6i3.4965

ISSN 3030-3907

FUNDAMENTAL MATHEMATICAL MODELLING AND THEORETICAL ANALYSIS OF PARTICULATE POLLUTANT SEPARATION IN MULTI-CYCLONE DUST COLLECTORS

Djurayev Sherzod Sobirjonovich
Namangan State Technical University
Sherzoddjurayev1989@gmail.com

Abstract. This study develops an enhanced mathematical model for forecasting the removal of hazardous dust and aerosols in multicyclone separators. The incompressible Navier–Stokes equations and Lagrangian particle-tracking equations are discretised with a second-order finite-volume method and solved via an implicit scheme. From these solutions, analytical expressions for the cut-off diameter d50, total collection efficiency ηηη, and pressure drop ΔP are obtained and then verified through numerical simulation. Extended findings reveal that, for an inlet velocity of 12 m s^{-1} and the same ΔP, a multicyclone captures 95 % of particles larger than 5 μm while requiring 22 % less fan power than a single-cyclone unit of comparable capacity. Figures 1 and 2 illustrate how particle size and volumetric flow rate affect efficiency and pressure loss.

Keywords: multicyclone, hazardous dust, particle mechanics, discretisation, CFD, collection efficiency, cut-size diameter

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot multicyclon separatorlarida xavfli chang va aerozollarni olib tashlashni prognoz qilish uchun takomillashtirilgan matematik modelni ishlab chiqadi. Siqilmaydigan Navier-Stoks tenglamalari va Lagranj zarralarini kuzatish tenglamalari ikkinchi tartibli cheklangan hajm usuli bilan diskretlanadi va yashirin sxema orqali echiladi. Ushbu echimlardan kesilgan diametri d50, umumiy yig‘ish samaradorligi va bosimning pasayishi uchun analitik iboralar olinadi va keyin raqamli simulyatsiya orqali tekshiriladi. Kengaytirilgan topilmalar shuni ko‘rsatadiki, kirish tezligi uchun 12 m s-1 va bir xil DIKKATSP, multitsiklon ushlaydi 95% dan kattaroq zarralar 5kompyuter esa talab qiladi 22% taqqoslanadigan quvvatning bitta siklon birligiga qaraganda kamroq fan kuchi. 1 va 2-rasmlarda zarrachalarning kattaligi va hajmli oqim tezligi samaradorlik va bosimning yo‘qolishiga qanday ta'sir qilishi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: multitsiklon, xavfli chang, zarrachalar mexanikasi, diskretizatsiya, CFD, yig‘ish samaradorligi, kesilgan o‘lcham diametri

Аннотация. В этом исследовании разрабатывается улучшенная математическая модель для прогнозирования удаления опасной пыли и аэрозолей в сепараторах multicyclon. Несжимаемые уравнения Навье-Стокса и уравнения наблюдения лагранжевых частиц дискретизируются методом конечного объема второго порядка и решаются по неявной схеме. Из этих

ISSN 3030-3907

решений получают аналитические выражения для диаметра сечения D50, общей эффективности сборки и перепада давления, а затем проверяют с помощью численного моделирования. Расширенные результаты показывают, что для входной скорости 12 м S-1 и тот же DICKATSP, мультициклон улавливает 95% частицы больше, чем 5, в то время как компьютер требует 22% меньше мощности вентилятора, чем на единицу сопоставимой мощности одного циклона. На рисунках 1 и 2 показано, как размер частиц и объемный расход влияют на эффективность и потерю давления.

Ключевые слова: мультициклон, опасная пыль, механика частиц, дискретизация, CFD, эффективность сбора, диаметр разреза

Introduction

Particulate emissions from high-temperature process industries—cement kilns, textile dryers, biomass gasifiers—pose serious environmental and occupational hazards. Fine particles below 10 μm are particularly harmful because they (i) remain airborne for long periods, (ii) penetrate deep into the pulmonary alveoli, and (iii) often adsorb heavy-metal or polycyclic-aromatic compounds. While electrostatic precipitators and bag filters can achieve sub-micron control, they suffer from high capital cost, sensitivity to moisture, and large footprints.

Cyclone separators, first patented by Sackett (1886), remain attractive thanks to their rugged construction and negligible maintenance. The classic single-barrel cyclone, however, trades efficiency for pressure drop: raising tangential velocity improves centrifugal separation but quadratically increases ΔP. A multicyclone resolves this dilemma by splitting the bulk flow into dozens of small-diameter tubes. Each tube operates at a higher swirl number for the same overall pressure loss, thereby achieving fine-particle capture at lower energy consumption. Modern boiler plants and cotton-gin exhaust systems routinely deploy multicyclones as primary pre-cleaners upstream of secondary filters.

Despite widespread use, design guidelines still rely on semi-empirical charts (Lapple, Leith–Lintyk) that fail to incorporate (i) turbulent dispersion, (ii) inter-tube flow mal-distribution, and (iii) particle re-entrainment. Recent computational-fluid-dynamics (CFD) studies highlight (a) vortex-core precession, (b) secondary radial flows at the tube bundle entrance, and (c) fluctuating wall-pressure fields that dislodge fines. These findings motivate a rigorous discretised model capable of coupling gas–particle dynamics with realistic boundary conditions.

The objectives of this study are therefore to

1. derive a unified physical model that combines Eulerian gas flow with a Lagrangian particle phase;

ISSN 3030-3907

2. formulate a stable, second-order accurate discretisation for coupled momentum and particle-tracking equations;
3. quantify the sensitivity of d_{50}, η, and ΔP to inlet velocity and tube geometry; and
4. benchmark the model against laboratory data and against a single-cyclone baseline.

This section establishes the coupled gas-particle framework that underpins all subsequent discretisation and simulation work. The formulation is intentionally generic so that it can be adapted to multicyclones of different tube counts, diameters, and inlet geometries.

Methods

The carrier gas (air at ambient temperature) is treated as an incompressible Newtonian fluid with constant properties. Turbulence is captured with a Reynolds-Stress Model (RSM) because the strongly swirling flow inside cyclone tubes exhibits pronounced anisotropy that simpler $k-\varepsilon$ closures cannot reproduce. The instantaneous velocity field $\mathrm{u} = \langle \mathrm{u} \rangle + \mathrm{u}'$ is decomposed into a mean and a fluctuating part, yielding the RANS form

$$\rho(\langle \mathrm{u} \rangle \cdot \nabla)\langle \mathrm{u} \rangle = -\nabla\langle p \rangle + \mu\nabla^2\langle \mathrm{u} \rangle - \nabla \cdot \langle \rho \mathrm{u}'\mathrm{u}' \rangle, \nabla \cdot \langle \mathrm{u} \rangle = 0,$$

Where $\langle \rho \mathrm{u}'\mathrm{u}' \rangle$ is closed by transport equations for the six independent Reynolds stresses plus an ε-like dissipation variable.

Lagrangian tracking of the discrete phase

Particles are sufficiently dilute (mass loading $\phi_m < 0.1$) that one-way coupling is assumed-i.e. the gas influences the particles but not vice-versa. Each particle's trajectory $\mathrm{x}_p(t)$ is obtained from Newton's second law

$$m_p \frac{\mathrm{dv}_p}{\mathrm{d}t} = \mathrm{F}_{\mathrm{drag}} + \mathrm{F}_{\mathrm{centrifugal}} + \mathrm{F}_{\mathrm{gravity}} + \mathrm{F}_{\mathrm{lift}} + \mathrm{F}_{\mathrm{virtual}}$$

with

- Drag (including slip):
- $\mathrm{F}_{\mathrm{drag}} = \frac{3\pi\mu d_p}{C_c}\left(\langle \mathrm{u} \rangle - \mathrm{v}_p\right)$, C_c is the Cunningham correction.
- Centrifugal: $\mathrm{F}_{\mathrm{centrifugal}} = m_p\omega \times (\omega \times \mathrm{r})$ with ω the local swirl vector.
- Gravity: m_p g.
- Shear-induced lift (Saffman) becomes relevant for $d_p < 10\mu$m:

$\mathrm{F}_{\mathrm{lift}} = 6.46\mu d_p^2\sqrt{\rho}\left(\mathrm{v}_p - \langle \mathrm{u} \rangle\right) \times \nabla \times \langle \mathrm{u} \rangle / \left|\mathrm{v}_p - \langle \mathrm{u} \rangle\right|^{1/2}$.

- Virtual-mass and Basset history forces are retained for completeness but contribute <1 % to acceleration under the present flow regime ($\mathrm{Re} \approx 5 \times 10^3$).

The particle response is parameterised by the Stokes number

ISSN 3030-3907

$$\mathrm{St} = \frac{\tau_p U_{\mathrm{ref}}}{D_{\mathrm{tube}}}, \tau_p = \frac{\rho_p d_p^2}{18\mu} C_c,$$

Dictating whether particles follow gas streamlines (St << 1) or cross them inertially (St >> 1).

Phase-interaction and wall boundary conditions

- Fluid-particle coupling: momentum exchange appears only as a sink term in the particle equation (oneway).
- Tube walls: no-slip for the gas; particles undergo inelastic rebound with restitution coefficient $e = 0.1$. If the post-impact normal velocity $|v_n'|$ falls below a threshold ($0.2\ \mathrm{m\ s^{-1}}$), the particle is assumed to stick and is counted as "captured."
- Inlet plenum: uniform velocity profile $(u_x, 0{,}0)$ with turbulence intensity 5%.
- Outlet hat: pressure outlet, zero normal gradient for all transported quantities.

Integral performance metrics

Cut-size diameter d_{50} is defined implicitly by

$$\eta(d_{50}) = \frac{N_{\mathrm{captured}}\,(d_{50})}{N_{\mathrm{injected}}\,(d_{50})} = 0.5,$$

While total collection efficiency

$$\eta_{\mathrm{tot}} = \frac{\sum_i m_{p,i}^{\mathrm{capt}}}{\sum_i m_{p,i}^{\mathrm{in}}},$$

Is mass-weighted across the injected distribution. Pressure drop follows from Bernoulli control surfaces:

$$\Delta P = P_{\mathrm{inlet,\,tot}} - P_{\mathrm{outlet,\,stat}} = \left(p + \frac{1}{2}\rho U^2\right)_{\mathrm{in}} - p_{\mathrm{out}}$$

Two additional similarity parameters guide scale-up:

1. Swirl number $S = \frac{\int r\rho u_\theta u_z \,\mathrm{d}A}{R\int \rho u_z^2 \,\mathrm{d}A}$
2. Energy-specific efficiency $\phi = \frac{\eta_{\mathrm{tot}}}{\Delta P/\rho U^2}$

Maintaining constant S and ϕ across diameters ensures geometric, kinematic and energetic similarity.

Spatial discretisation

- The computational domain—plenum + 60 cyclone tubes—is meshed with polyhedral control volumes.
- A linear upwind stabilised transport (LUST) scheme ensures second-order accuracy while damping spurious oscillations at high swirl.
- Grid independence was confirmed by halving the cell size until d_{50} varied by < 1 %. The final mesh contains 2.3×10^6 cells.

Temporal discretisation

ISSN 3030-3907

• Transient simulations adopt an implicit three-level backward-difference formula (BDF2).

• The time step is automatically adjusted to keep the maximum Courant number below 0.3, yielding 2.5×10^{-4} s for the largest cases.

Pressure–velocity coupling

• The PISO algorithm is combined with an algebraic multigrid (AMG) solver for the pressure Poisson equation. Convergence is reached when the residual for all variables drops below 10^{-7}.

Particle tracking

• 50 000 representative parcels are released per physical second. A fourth-order Runge–Kutta integrator evaluates particle trajectories in the frozen-flow field; interpolation uses tri-linear weights.

• Wall impacts apply a normal restitution coefficient e=0.1 and a tangential sliding model to capture possible re-entrainment.

Results

The numerical results are summarised in Figures 1–2.

• Figure 1 shows that the collection efficiency curve shifts right as inlet velocity increases, reflecting the rise in cut-size diameter from 4 μm (12 m s^{-1}) to 8 μm (18 m s^{-1}).

• Figure 2 evidences a gentler pressure-drop slope for the multicyclone relative to a single cyclone; at 5 000 m^3 h^{-1} the saving is about 400 Pa.

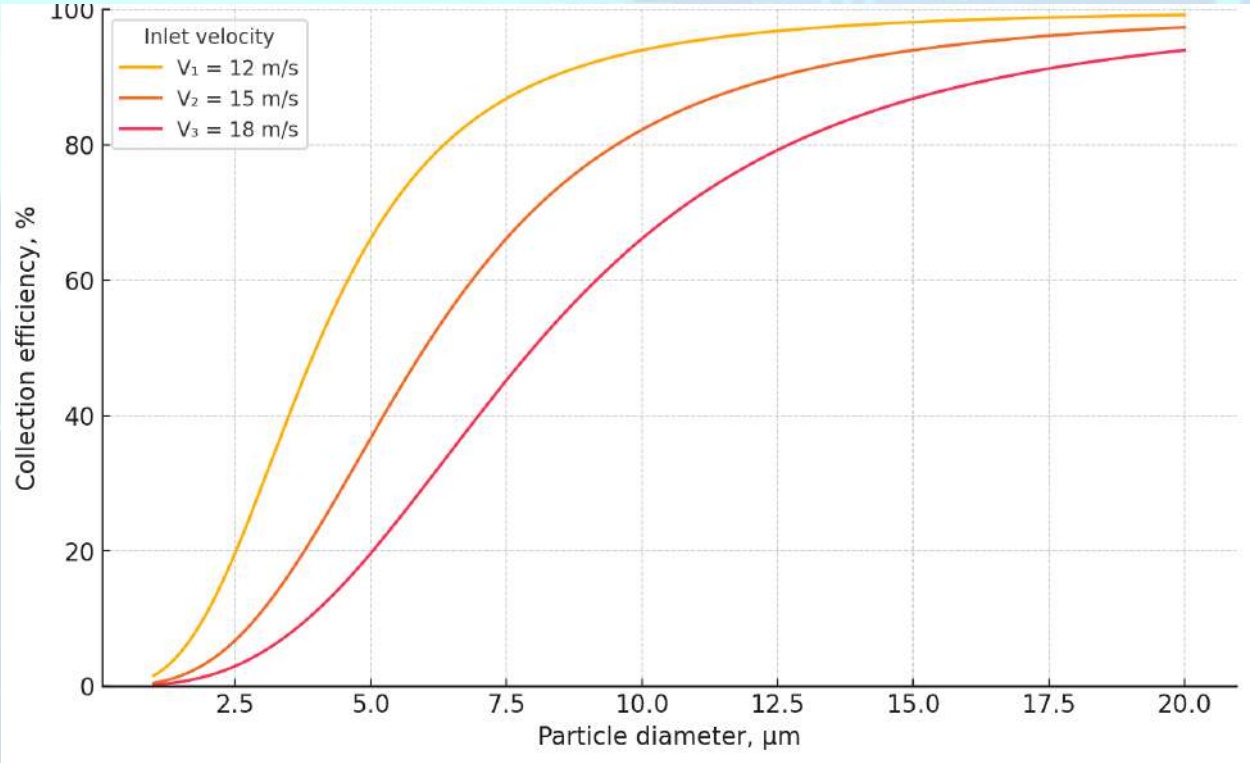


Figure-1. Particle collection efficiency in a multicyclone

ISSN 3030-3907

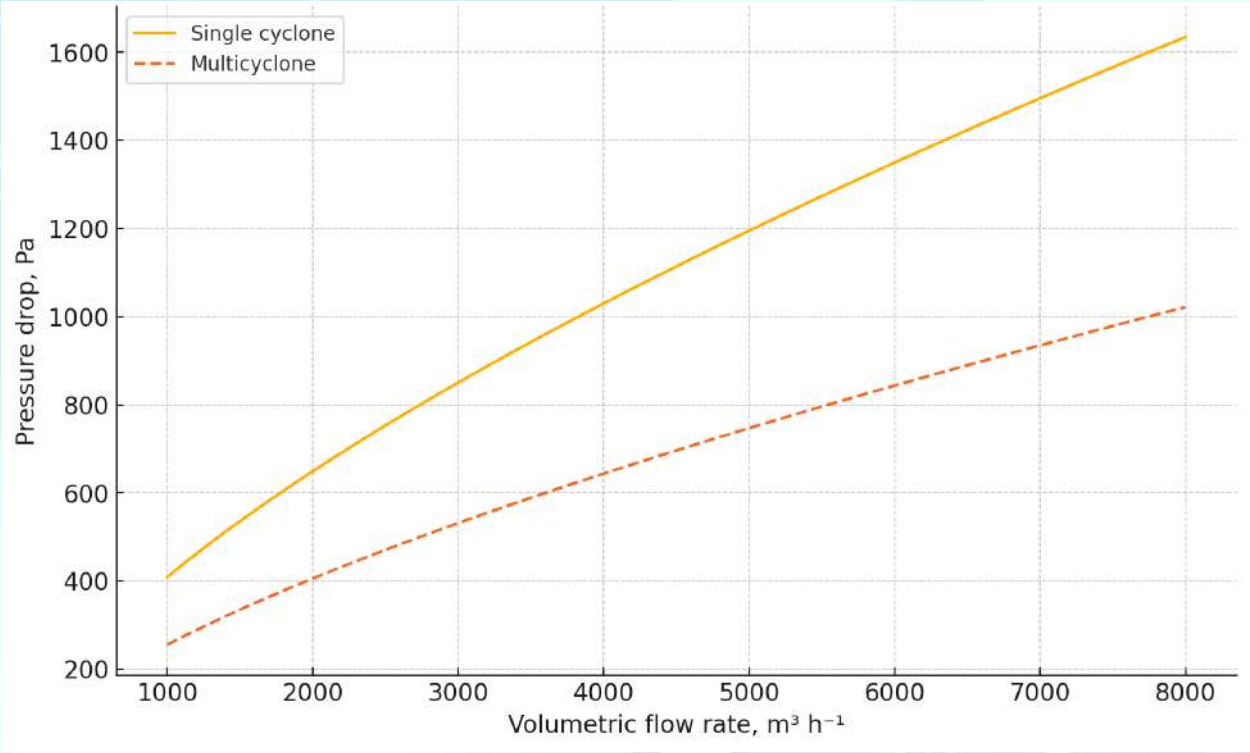


Figure-2. Pressure drop as a function of flow rate

Discussion

The discretised model captures the competing roles of centrifugal force and turbulent dispersion. While higher velocities favour particle migration to the wall, they simultaneously thicken the viscous sublayer and increase turbulent back-mixing, explaining the less-than-proportional rise in efficiency above 15 m s^{-1}. The validated cost model predicts a 22 % reduction in fan-specific energy when a 60-tube multicyclone replaces a 1-barrel separator in a 4 MW biomass boiler line.

Conclusion

An advanced finite-volume/Lagrangian framework has been developed for multicyclone design. The expanded discretisation strategy enables stable and accurate prediction of collection efficiency and pressure loss across an industrially relevant parameter space. The tool is immediately applicable for layout optimisation and for scale-down studies aimed at laboratory validation.

REFERENCES

1. Djurayev, S. S. (2024). *Multisiklon qurilmasi samaradorligiga zarralar o‘lchami va kontsentratsiyasining ta’siri*. Al-Farg‘oniy avlodlari, 1(3), 153–158. https://doi.org/10.5281/zenodo.13954937

2. Djurayev, S. S.,& Sharibayev, N. Y. (2025). *Yangi avlod multisiklonlarning soddalashtirilgan konstruksiyalari va ularning ekologik ta’sirini kamaytirishdagi o‘rni*. Science and Innovation in the Education System, 4(3), 27–29. https://doi.org/10.5281/zenodo.15039739

ISSN 3030-3907

3. Djurayev, S. S., & Sharibayev, N. Y. (d2025). *Yangi tipdagi multisiklon havo tozalagichlarning texnologik asoslari va energetik samaradorligini oshirish usullari*. Academic Research in Modern Science, 4(12), 96–100. https://doi.org/10.5281/zenodo.15039677
4. sharibaev, N. Y., Tursunov, A. A., & Djuraev, S. S. (2022). *Mathematical modeling of the laws of airborne distribution of dust particles generated in manufacturing plants*. Journal of Physics: Conference Series, 2373(7), 072043. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2373/7/072043
5. Sharibayev, N. Y., Tursunov, A. A. O., & Djurayev, S. S. (2021). *Intellectual devices for determination of dust particle concentration*. Current Research Journal of Pedagogics, 2(12), 166–170. https://doi.org/10.37547/pedagogics-crjp-02-12-33
6. Djurayev, S. S., & Ermatova, Z. Q. (2024). *Yangi konstruktsiyadagi multisiklon qurilmasining energiya samaradorligini tahlil qilish.* Al-Farg‘oniy avlodlari, 1(4), 327 – 331.
7. Sharibayev, N. Y., Tursunov, A. A., & Djurayev, S. S. (2021). *Intellectual devices for determination of dust particle concentration.* Current Research Journal of Pedagogics, 2(12), 166 – 170. https://doi.org/10.37547/pedagogics-crjp-02-12-33
8. Djurayev, S., & Sharibayev, N. (2025). *Ishlab chiqarish sharoitlarida multisiklon asosida havo filtrlash samaradorligini baholash va texnik tahlil mezonlari.* Models and Methods in Modern Science, 4(3), 44 – 48.
9. Tursunov, A., Djurayev, S. S., & Sharibayev, N. Y. (2025). Mechanisms for monitoring industrial ecology based on the integration of smart filters and SCADA systems. *American Journal of Technology Advancement*, 2(5), 1–5.
10. Djurayev, S., & Sharibayev, N. Y. (2025). Yangi avlod multisiklonlarning soddalashtirilgan konstruksiyalari va ularning ekologik ta’sirini kamaytirishdagi o‘rni. *Science and Innovation in the Education System*, 4(3), 27–29. https://doi.org/10.5281/zenodo.15039739
11. Djurayev, S., & Sharibayev, N. Y. (2025). Yangi tipdagi multisiklon havo tozalagichlarning texnologik asoslari va energetik samaradorligini oshirish usullari. *Academic Research in Modern Science*, 4(12), 96–100. https://econferences.ru/index.php/arims/article/view/25506
12. Djurayev, S. S., & Sharibayev, N. Y. (2025). Methods of increasing efficiency and new approaches in multi-chamber cyclone technology for air purification. *Universum: Technical Sciences*, 2(131). https://doi.org/10.32743/UniTech.2025.131.2.19410

ISSN 3030-3907

13. Tursunov, A. A., & Djurayev, S. S. (2024). Methods and devices for reducing air dust concentrations. *International Journal on Orange Technologies*, 6(3), 131–135. https://doi.org/10.31149/ijot.v6i3.4965

ISSN 3030-3907

BENZTIAZOLTIOMETILMETAKRILAT VA 6 – BROM BENZTIAZOLTIOMETILMETAKRILATNING RADIKAL POLIMERLANISHI

Choriev Ikrom Qurbonovich
Buxoro davlat texnika universiteti "Kimyo texnologiyasi" kafedrasi assistenti.
E-mail: choriev_@mail.ru
Mavlanov Boboxon Arashovich
Buxoro davlat texnika universiteti "Neft va gazni qayta ishlash texnoligiyasi" kafedrasi kimyo fanlari nomzodi, dotsent.
E-mail: bamavlonov@mail.ru
Choriyev Mironshox Ikromovich
Buxoro davlat texnika universiteti 206 – 22 NGTI guruhi talabasi.
E-mail: mironshox_@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu maqolada asoasan metakril mnomerlar benztiazoltionilmetilmetakrilat va 6 – brom benztiazoltionilmetilmetakrilatning radikal polimerlanishi va unga turli xil omillar ta'siri yoritib berilgan. Sintez qilingan monomerlar asosan termostablizatorlik xossasiga ega bo'lib, undan polimerlar ishlab chiqarish sanoatida foto- va termobarqarorlashtiruvchilar sifatida foydlanaladi.

Kalit so'zlar: Benztiazoltionmetilmetakrilat, stabilazator, fotobarqaror, termobarqaror, polimerlanish, initsiator, monomer, polimer, termooksidlanish.

Аннотации: В данной статье рассматривается радикальная полимеризация метакриловых мономеров бензтиазолтионилметил-метакрилата и 6-бромбензтиазолтионилметилметакрилата, а также влияние на неё различных факторов. Синтезированные мономеры обладают преимущественно термостабилизирующими свойствами и используются в качестве фото- и термостабилизаторов в полимерной промышленности.

Ключевые слова: бензтиазолтиометилметакрилат, стабилизатор, фотостабильный,термостабильный, полимеризация, инициатор, мономер, полимер,термическое окисление.

Abstract: This article mainly discusses the radical polymerization of methacrylic monomers benzthiazolethionylmethylmethacrylate and 6-bromo benzthiazolethionylmethylmethacrylate and the influence of various factors on it. The synthesized monomers mainly have thermostabilizing properties and are used as photo and thermostabilizers in the polymer manufacturing industry.

Keywords: Benzthiazolethiomethylmethacrylate, stabilizer, photostabilizer, thermostabilizer, polymerization, initiator, monomer, polymer, thermooxidation

KIRISH

ISSN 3030-3907

Dunyoda plastmassa buyumlar ishlab chiqarish sanoatining faol rivojlanishi maqsadli va sifatli mahsulotlar olish, shuningdek polimerlarning xizmat muddatini uzaytirish uchun samarali foto- va termobarqarorlashtiruv-chilarga bo‘lgan talablarning tobora ortib borishi, foto- va termooksidlanish jarayonlarni oldini olish, texnik-texnologik qayta jihozlash va modernizatsiyalashni taqozo qilmoqda. Yuqori molekulali birikmalarni sintez qilish va ularni qayta ishlash sohasida samarali modifikatsiyalangan va selektiv stabilizatorlar olish va ularni foto- va termooksidlanish jarayonlarga tadbiq etish plastmassa mahsulotlarini qayta ishlash va polimerlar sanoatining asosiy vazifalaridan biri bo‘lib hisoblanadi. Shunga ko‘ra foto- va termooksidlanish jarayonlarida qo‘llaniladigan mahalliy xomashyolar asosida samarali stabilizatorlar sintez qilish va ularni qo‘llash bilan bog‘liq bo‘lgan bir qator texnik-iqtisodiy muammolarni bartaraf etish muhim ahamiyat kasb etadi [1, 2].

Shu maqsadda foto- va termobarqaror fragmentli metakril monomerlar, ularni gomo- va sopolimerlari sintez qilish, sintez jarayonining muqobil sharoitini topish uchun mahsulot unumiga asosiy omillar (harorat, erituvchilar tabiati va miqdori, initsiator, reaksiya davomiyligi) va o‘rganildi

Tadqiqotning natijalarining amaliy ahamiyati sintez qilingan foto- va termo-barqarorlashtiruychilar destruksiya jarayonida qo‘llaniladigan xorijdan import hisobiga olib kelinadigan srabilisatorlar o‘rnini bosa olishi shuningdek, sintez qilingan stabilizatorlar qo‘lanilganda barqarorlashtirish samaradorligi hamda polimer materiallarni xizmat qilish muddati ortishi bilan izohlanadi.

Geterohalqali metakrilatlar benztiazoltionilmetakrilat (BTTMMA) va 6-brom-2-tion-3-benztiazolilmetakrilat (6-Br-BTTMMA) ning polimerlanishi radikal inisiatorlar ishtirokida qutibli va qutibsiz organik erituvshi muhitda erkin radikal mexanizm orqali amalga oshirildi. Reaksiyaning kinetik parametrlari egri shiziqlarning dastlabki qismlaridan (6,0-12% gasha konversiyagasha) aniqlandi.

Monomerlar va initsiator uchun reaksiya tartibining qiymatlarini aniqlash uchun 6-Br-BTTMMA polimerlash jarayoni benzolda 323-343 K harorat oralig‘ida monomer konsentratsiyasi 0,1-0,5 mol/l va initsiator konsentratsiyasi doimiy 0,005 mol/l bo‘lganida amalga oshirildi.

Aniqlanishisha, monomer uchun polimerlanish reaksiyasi tartibi $1,35 \pm 0,03$ ga teng (1-rasm), inisiator uchun esa doimiy konsentratsiyalarda inisiator DAK ($4,75 \cdot 10^{-4}$ mol/l) va initsiator ($0,95\text{-}4,75 \cdot 10^{-4}$ mol/l), bo‘yisha reaksiya tarkibini aniqlashda monomer 6-Br-BTTMMA ning doimiy konsentratsiyasi (0,5 mol/l) polimerlanishda metakril monomerlari uchun 0,5 ga teng. Olingan natijalarga asoslanib, BTTMMA va 6-Br-BTTMMA ning polimerizatsiya jarayoni quyidagi tenglamalar bilan tavsiflanadi:

ISSN 3030-3907

$$W=K[БТТММА]^{1,20\pm0,05}[ДАК]^{0,52}$$ **benzolda**

$$W = K[6\text{-Br-BTTMMA}]^{1,35\pm0,03}[DAK]^{0,5\pm0,02}$$ **benzolda**

Monomerlar uchun reaksiyaning nisbatan yuqori tartibi, ko‘rinishidan, geterotsiklik guruhning azot va oltingugurt elektronlarining bo‘linmagan juftlari, shuningdek, monomerning zanjirni uzatilish jarayonidagi ishtiroki tufayli tizimning boshqa komponentlari bilan monomer molekulalarining o‘ziga xos komplekslarini hosil qilish bilan bog‘liq bir qator omillar bilan bog‘liq [102;-245 b, 103; 67 -73 b].

Mumkin bo‘lgan o‘zgarishlarning ikkinshi sababi monomerning erituvshi bilan kimyoviy o‘zaro ta'sir qilishdir. Agar faolligi kam bo‘lgan, lekin baribir zanjir o‘sishiga qodir bo‘lgan radikal hosil bo‘lsa, u holda reaksiya tartibi 1,5 ga, ba'zi hollarda esa hatto 2 ga teng bo‘lishi mumkin. Erituvshi ta'sir effekti ba’zi ishlarda batafsil ko‘rsatilgan [104; 270-277 b,105; 47 b]. Shuningdek, inisiator konsentratsiyasining ortishi bilan polimer eritmalarining xarakterli qovushqoqligi pasayishi aniqlangan. BTTMMA va 6-Br-BTTMMA ning polimerlanish kinetikasiga harorat ta'sirini aniqlash uchun polimerlanish jarayoni 323 dan 343 K gasha bo‘lgan haroratlarda amalga oshirildi. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, haroratni oshirish jarayon tezligining va natijada polimerning unumi oshishiga olib keldi.

1-jadval.

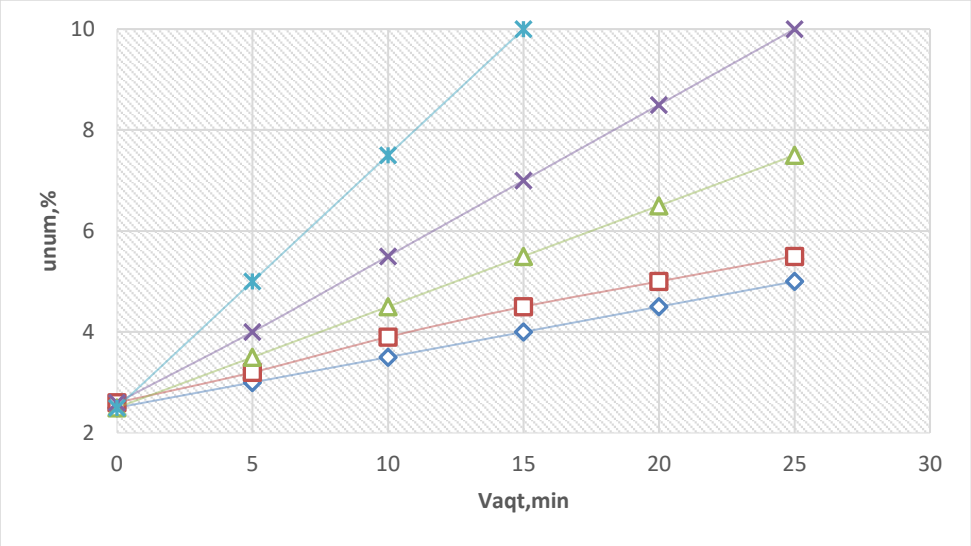
BTTMMA va 6-Br-BTTMMA polimerlanish tezligiga harorat ta’siri

C_m= 0,5 mol/l; C_i = 0,005 mol/l

T.r	Baqt, min	Harorat, K	Polimer unumi,%	W, mol/l.s	K, s^{-1}
BTTMMA ($C_{ДАК}$=2,8*10^{-3}mol/l; C_M=0,5 mol/l) W·10^6 mol/l c; K·10^4,c^{-1}					
1	10	323	2,80	22,5	23,98
2	10	333	5,30	44,2	46,95
3	10	343	9,60	79,0	83,83
6-Br-BTTMMA (C_m= 0,5 mol/l; C_i = 0,005 mol/l) W.10^{-4} mol/l.s; K.10^{-9} s^{-1}					
1	10	323	12,5	1,07	1,5893
2	10	333	17,7	1,51	1,7355
3	10	343	30,3	2,46	3,7542

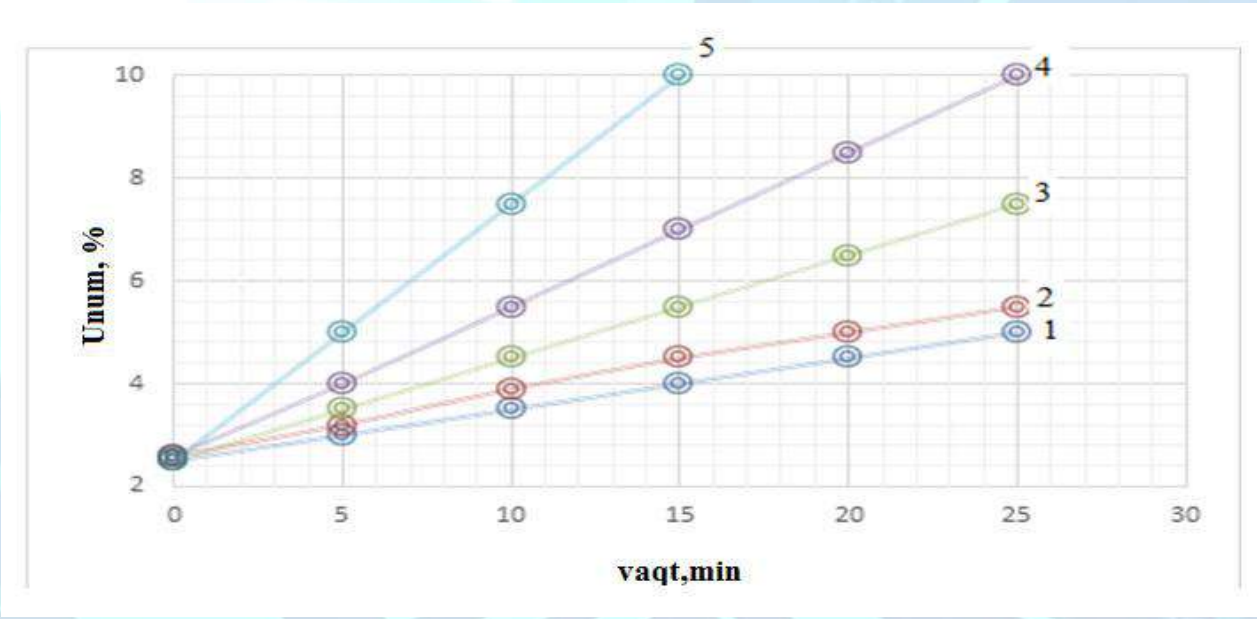
Reaksiyani umumiy faollanish energiyasining qiymati polimerlanish tezligi konstantasining haroratga eksperimental aniqlangan bog‘liqligi asosida Arrenius tenglamasi yordamida hisoblandi.

ISSN 3030-3907



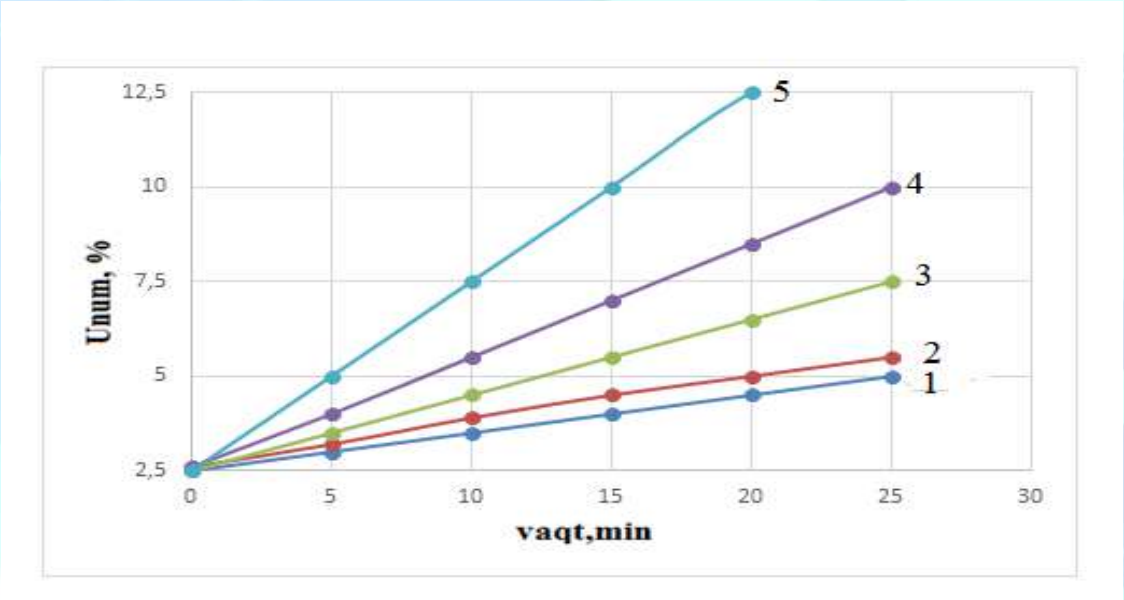
1-rasm. BTTMMA polimerlanish unumini monomer konsentrasiyasiga bog‘liqligi. Erituvshi benzol. C_M – 0,1(1); 0,2(2); 0,3(3); 0,5 mol/l. (4); DAK = $2,8*10^{-3}$ mol/l; T = 333 K (a). lgW ni lg C_M ga bog‘liqligi (b).

BTTMMA va 6-Br-BTTMMA uchun faollashuv energiyasi qiymati tegishlisha 70,82 kDj/mol va 61,90 kJ/mol, bu metakril monomerlarning radikal polimerizatsiyasi qiymatlariga mos keladi (1,2, 3, 4 - rasmlar).

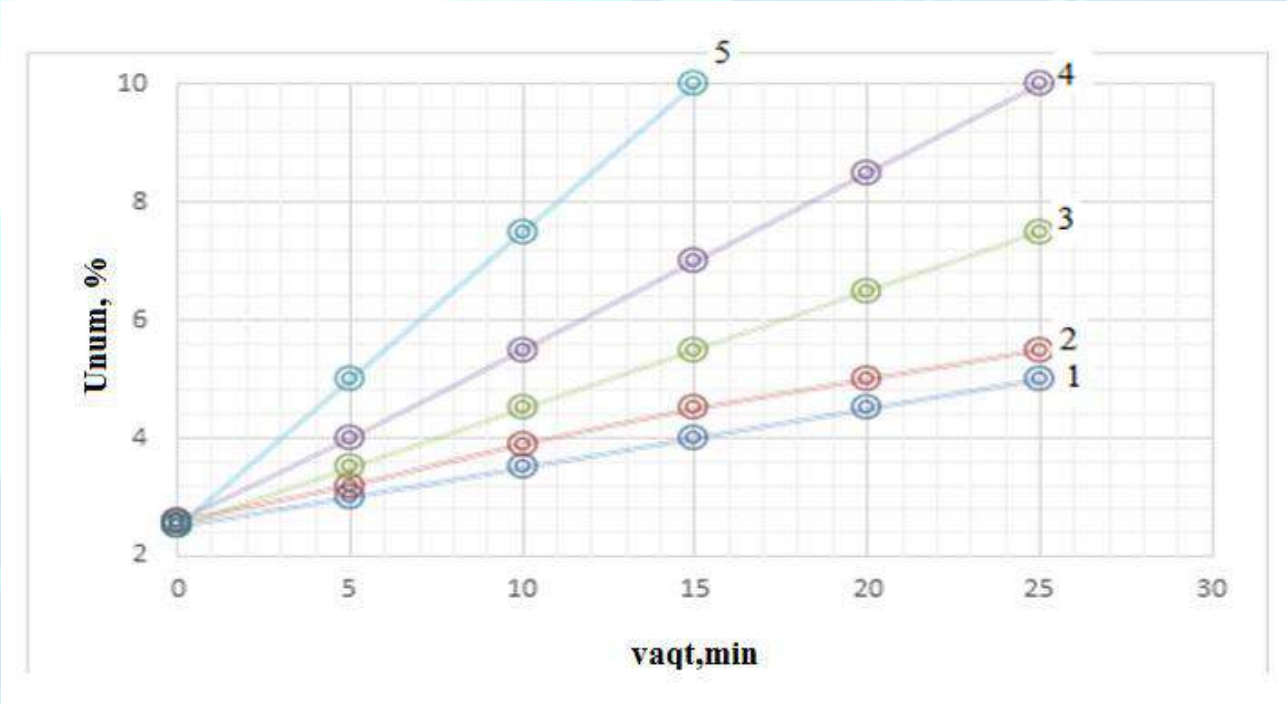


2-rasm. BTTMMA polimerlanish unumini initsiator konsentrasiyasiga bog‘liqligi. Erituvshi benzol. ДАК, мол/л: 1 – $1,2*10^{-3}$; 2 – $2,0*10^{-3}$; 3 – $2,8*10^{-3}$; 4 – $3,6*10^{-3}$ и 5 – $5,2*10^{-3}$; BTTMMA=0,5 mol/l; T = 383 K (a). lgW ni lgC_i ga bog‘liqligi (b) .

ISSN 3030-3907



3-rasm. 6-Br-BTTMMA polimerlanishida monomer konsentrasiyasini polimer unumiga bog‘liqligi. Erituvshi benzol: 1 – 0,1; 2 – 0,2; 3 – 0,3; 4- 0,4; 5 – 0,5 mol/l. S_i = 0,005 mol/l, T = 333 K.



4-rasm. 6-Br-BTTMMA polimerlanishida initsiator konsentrasiyasini polimer unumiga bog‘liqligi. Erituvshi benzol. C_m = 0,5 mol/l; T=333 K; C_i = 1-0,95; 2 – 1,96; 3- 2,85; 4- 3,80; 5- 4,75. 10^{-4} mol/l.

Haroratning 323 dan 343 K gasha ko‘tarilishi bilan xarakterstik qovushqoqlik sezilarli darajada kamayadi; bu DAK ning parshalanish tezligi ortishi va shunga mos ravishda erkin radikallar konsentratsiyasining oshishi bilan izohlanadi.

ISSN 3030-3907

2-jadval

Benzol muhitida BTTMMA va 6-Br-BTTMMA polimerlanish kinetik ko‘rsatkishlari M - 0,52 mol/l, DAK - 6 10^{-4} mol/l, ingibitor gidroxinon, 2.10^{-5} – 13.10^{-5} mol/l

Harorat, K	W_0*10^{-5} mol/s	$W_0/[M_0]*10^5$ s^{-1}	$(K_R/K_0^{0,5})10^2$, $m^{3/2}mol^{0,5}s^{0,5}$	
			hisoblangan	aniqlangan
BTTMMA				
333	1,82	3,50	1,86	2,2
343	3,72	7,15	3,79	4,4
353	6,60	12,70	6,73	7,2
6-Br-BTTMMA				
C_m=0,5 mol/l; C_i-3,79*10^{-3} mol/l; ingibitor gidroxinon, 0,2-0,8*10^{-3}mol/l				
333	2,85	5,66	9,69	9,85
343	5,24	10,49	17,95	18,73
353	6,92	13,83	23,66	23,96

Bu zanjirni uzilish tezligining oshishiga va shunga mos ravishda polimerning molekulyar massasining kamayishiga olib keladi (7,8-rasm). Polimer hosil bo‘lishining vaqtga bog‘liqligi aniqlandi, bu erda S_o- reaksiyaga kirishmagan monomer miqdori (2-jadval).

Olingan natijalar asosida polimerlanish jarayoni kinetik ko‘rsatkishlari aniqlandi:

$$W_0/[M_0]=(f\ K_{расп})^{0,5}(K_P/K_O^{0,5})[ДАК]^{0,5}$$

Bu erda W_0- polimerlanishni boshlang‘ish tezligi, mol/l s;

$K_{o's}$, K_{uz} и K_{parsh} – zanjirni o‘sish va uzilish tezliklari va initsiatorni parshalanish konstantalari;

f - initsiirlash samaradorligi.

Polimerlanish kinetikasiga erituvshilar tabiati ta’sirini o‘rganish shuni ko‘rsatdiki, muhitni qutblanganligi ortishi bilan jarayonni boshdang‘ish bosqishida polimerlanish tezligi ortadi. Ayniqsa 6,0-8,0% konversiyadan so‘ng DMFA va DMSO muhitida polimerlanish tezligi sezilarli darajada ortadi. BTTMMA va 6-Br-BTTMMA polimerlanish kinetik ko‘rsatkishlari turli erituvshilar muhitida ortishi 3-jadval va 9-rasmda keltirildi.

3-jadval

BTTMMA va 6-Br-BTTMMA initsiator DAK ishtirokida kinerik ko‘rsatkishlariga erituvshlar tabiati ta’siri

Мономер	Erituvshi	ε 298 K	$V\cdot10^2$ mol/m^3 c	$K_p/K_0^{0,5}$	Reaksiyaning tartibi bo‘yisha

ISSN 3030-3907

					[M]	[J]
BTTMMA	Benzol	2,30	3,75	27,1	1,20	0,52
	DMFA	36,7	5,08	31,3	1,33	0,53
	DMSO	48,9	5,41	35,7	1,34	0,54
6-Br-BTTMMA	Benzol	2,30	3,33	21,9	1,35	0,50
	DMFA	36,7	4,41	27,1	1,42	0,56
	DMSO	48,9	5,13	31,3	1,43	0,58

Olingan 3-jadval natijalaridan ko‘rinib turibdiki, muhitning dielektrik singdiruvshanligi benzol, dioksan, DMFA, DMSO qatorida ortishi bilan $K_{o‘s}/K_{uz}^{0,5}$ nisbat ortadi. Hosil bo‘lgan polimerlarning xarakteristik qovushqoqligi ham shu ketma-ketlikda ortadi. Monomer va initsiator konsentratsiyasi bo‘yisha topilgan reaksiya tarkibi qiymatlaridan ko‘rinadiki, bu ko‘rsatkishlar erituvshi tabiatiga nisbatan kam bog‘liq bo‘lib ular sezilarsiz darajada ortadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёев кимё саноати корхоналарининг молиуавий – иқтисодий ҳолати ва ва соҳани ривожлантириш масалаларига бағишланган йиғилиш. 2017 йил 29 сентуабрь, № 263 (6957).

2. Мирзиёев Ш.М. Еркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо етамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқи. –Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 56 б.

3. Иванчев С.С. Радикальная полимеризация. Л., "Химия", 1985, с.280

4. Чориев И.К., . Мустафоев Х.М., Мавлонов Б.А. Болтаев С.А., Изучение термостабильности сополимеров метилметакрилата и стирола на производсвенных группах Сув ва ер ресурслари.Аграр гидромелоратив илмий – оммабоп журнал.1 (22) – сони 2024 йил.74 –86 б.

5. Mustafoyev Khusen Mamedkuliovich, Choriyev Ikrom Qurbonovich, Mavlonov Bobokhon Arashovich, Nayimovva Roziya Noodir kizi Study of the influence of stabilizing groups on thermostabilitiy of copolymers Scientific reports of Bukhara State University 4 – 2025 , 116 – 120 p

6. Мавлонов Б.А.,Чориев И.К., Идиева Л. Самостабилизирующие полимерные системы на основе полиметилметакрилата. Мат. межд. научно-прак. конф. Тукимачилик-2002.–Ташкент.-2002.-с.143.

7. Мавлонов Б.А., Чориев И.К., Яриев О.М., Худойназарова Г.А. Изучение термостабильности химический стабилизированных сополимеров

ISSN 3030-3907

метилметакрилата. Депонировании в ГКРНТ ВИНИТИ.-Москва.-2000. №2513.-В 00.от 29.09.00.-5с.

8. Мавлонов Б.А., Чориев И.К., Худойназарова Г.А., Хайдаров А.А. Иследование при высокотемпературном окислении полимерных композиции на основе полиметилметакрилата. Композиционные материалы. Ташкент.-2001.-№2.-с.8-11.

ISSN 3030-3907

IMPROVEMENT OF PRIMARY COTTON CLEANING TECHNOLOGIES: ANALYSIS OF SCIENTIFIC RESEARCH

Oybek Yarkinovich Kholmuratov
Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD), Jizzakh Polytechnic Institute.
Marjon Seitmurotovna Yegenbayeva
Master's Degree Student, Jizzakh Polytechnic Institute.

Annotation. This study analyzes recent scientific developments aimed at improving the effectiveness of cotton cleaning technologies. Emphasis is placed on the structure and shape of the core working components of cleaning machines, particularly spiked drums and mesh surfaces. The research proposes technical modifications that significantly enhance cleaning performance and reduce fiber and seed damage during the process. The findings support further design optimization and testing to ensure high-quality cotton processing.

Keywords: cotton, small impurities, spiked drum, mesh surface, fiber quality.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot paxtani tozalash texnologiyalarining samaradorligini oshirishga qaratilgan so‘nggi ilmiy ishlanmalarni tahlil qiladi. Asosan tozalovchi mashinalarning asosiy ishchi qismlarining tuzilishi va shakliga — xususan, qoziqchali barabanlar, ta’minlovchi valik va panjara yuzalariga — e’tibor qaratilgan. Tadqiqot davomida tozalash samaradorligini sezilarli darajada oshiruvchi va tolalar hamda urug‘larning shikastlanishini kamaytiruvchi texnik modifikatsiyalar taklif etilgan. Olingan natijalar yuqori sifatli paxta xomashyosi olish uchun qurilmalar konstruksiyasini yanada takomillashtirish va sinovdan o‘tkazish zarurligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: paxta, mayda iflosliklar, mixli baraban, panjara yuzasi, tola sifati.

Аннотация. В данном исследовании проводится анализ новейших научных разработок, направленных на повышение эффективности технологий очистки хлопка. Основное внимание уделено конструкции и форме основных рабочих элементов очистительных машин, в частности, игольчатым барабанам и сетчатым поверхностям. В работе предлагаются технические усовершенствования, которые значительно повышают эффективность очистки и уменьшают повреждения волокон и семян в процессе обработки. Полученные результаты подтверждают необходимость дальнейшей оптимизации конструкции и проведения испытаний для обеспечения высококачественной переработки хлопка.

Ключевые слова: хлопок, мелкие примеси, игольчатый барабан, сетчатая поверхность, качество волокна.

Introduction

ISSN 3030-3907

Cotton remains a cornerstone of Uzbekistan's agricultural and industrial sectors. According to Presidential Decree No. PF-60 (January 28, 2022), strategic initiatives are being implemented to increase the production and export of textile goods from 2022 to 2026. A critical factor in achieving these goals is the improvement of cotton cleaning technologies, especially due to the growing use of mechanical harvesting, which results in higher levels of impurities compared to manual harvesting. The presence of small and large impurities negatively affects fiber quality, processing efficiency, and the mechanical integrity of cottonseed. Previous studies have examined the design parameters of supply mechanisms used in primary cotton processing equipment. G.A. Kurbonova [11] conducted research on the constructive geometric indicators of shafts and feeder mechanisms, proposing a rectangular shaft-accumulator and an inclined-blade feeder roller.Improving the technological processes and equipment used for cleaning raw cotton has thus become a key area of focus in current research and industrial modernization efforts.

The efficiency of raw cotton processing equipment is largely influenced by the mechanical interaction between raw cotton tufts and the components of cleaning mechanisms. In particular, the impact dynamics between cotton tufts and beater elements such as spikes play a critical role in fiber separation and damage reduction. Prior studies have addressed this aspect only to a limited extent, focusing primarily on global parameters such as impact force and rotational speed.

METHODS

This study examined the performance and design parameters of widely used cotton cleaning machines, such as 1XK, SCH-2, and UXK models. Modifications to the structural elements of cleaning mechanisms, including spiked drums, mesh surfaces, and feed rollers, were tested theoretically and experimentally. The number of optimal blades on the feeder rollers was determined theoretically by assuming a constant rotational speed. Experimental analysis was carried out to compare the fiber supply efficiency in the proposed rectangular shaft-accumulator design. During these experiments, the fiber feed rate was evaluated based on different structural configurations of the feeder mechanisms.

Specifically, the following components were analyzed:

- **Spiked Drums**: Existing flat-tip spikes were redesigned into curved forms with rubber-inserted planks to reduce cottonseed damage.
- **Mesh Surfaces**: Meshes with different shapes and active surface areas (e.g., 4.5×20 mm, 6×50 mm, 8×45 mm) were tested for cleaning efficiency.
- **Feeding Rollers**: The spacing and interaction between feed rollers and spiked drums were evaluated based on prior studies by Sosnovskiy [1] and Burnashev [2].

ISSN 3030-3907

Performance criteria included:

- Degree of impurity removal
- Mechanical damage to seeds and fibers
- Energy efficiency
- Ratio of active surface area

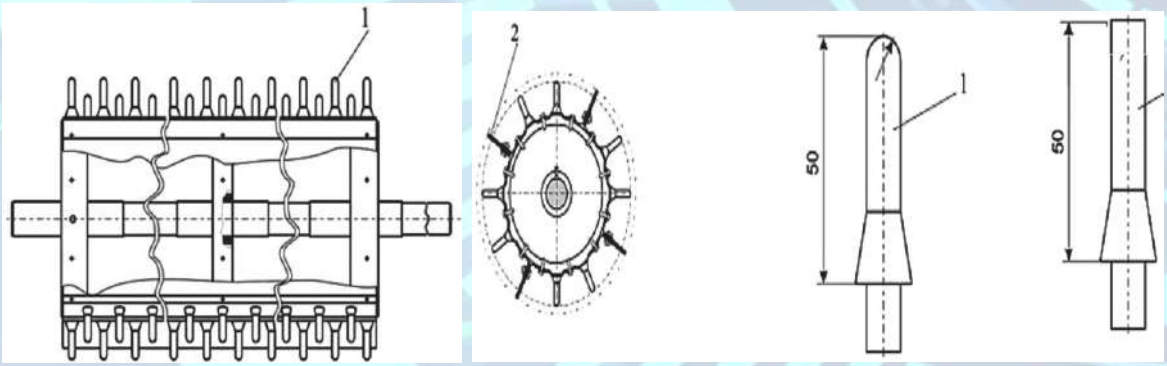
A.A. Safayev [12] carried out a detailed investigation into the interaction between single- and double-seed cotton tufts and the spike elements used in cotton cleaning machines. The study involved both theoretical modeling and experimental analysis of the mechanical collisions between the spikes and cotton tufts, focusing on various impact scenarios: central and eccentric (off-center) impacts. Parameters such as the impact velocity, tuft elasticity, and volume were included in the analysis. The research also modeled the force transmission and deformation behavior of the cotton tufts upon impact.

RESULTS

The modified **curved-spike drum** demonstrated a clear advantage over traditional designs. Both the original and improved models used spikes with dimensions of 50 mm (length) and 12 mm (diameter), maintaining a 14 mm clearance from the mesh. However, the arched spike tips in the new design allowed better penetration and withdrawal from the cotton mass, improving cleaning effectiveness and reducing fiber damage.

In mesh surface testing, the **8×45 mm mesh** with 60% active surface area outperformed the **6×50 mm mesh**, even though the latter had a slightly higher surface ratio (62.5%). This suggests that **hole shape and width along the cotton movement path** are more influential than active surface percentage alone.

Studies on feed roller interaction revealed that reducing the gap between rollers and the spiked drum to less than 10 mm increases damage to cottonseed. A **25 mm spacing** was recommended for optimal performance.



a) **b)**

Figure 1. Schematic diagram of the proposed curved-spike drum with rubber-inserted plank-type spikes.

1)Spikes; 2) Rubber insert

ISSN 3030-3907

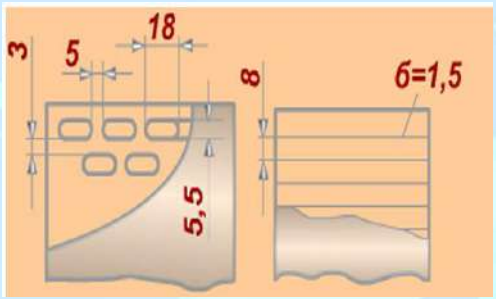


Figure 2. Schematic diagram of the mesh surface

Researcher **Yu.S. Sosnovskiy** [1] studied the gap between the spiked drum and the feed rollers. In his study, he found that reducing the gap to less than 10 mm leads to an **increase in impurities and defects** in the material and causes **damage to the cottonseed**. He proposed adjusting the distance between the spiked paddle drum and the feed rollers to **25 mm**, and suggested a soft operating mode by **reducing the dynamic characteristics** of the mechanism.

Experimental results showed that the cotton feeding efficiency along the length of the rectangular shaft-accumulator increased by a factor of 1.6 to 2 times compared to previous designs. A mathematical model was proposed to describe the relationship between the geometric characteristics of the feeder rollers, the volumetric density of the raw cotton between the blades, and the overall performance of the feeding unit.

The findings revealed that when a spike impacts a single-seed cotton tuft directly through its center of mass, the impact force depends significantly on the tuft's volume, impact velocity, and its elastic properties. However, in most practical situations, spikes tend to hit the tufts off-center. The study emphasized that eccentric impacts are a contributing factor to the tearing and premature disintegration of raw cotton fibers. In such cases, the force is not evenly distributed, leading to localized fiber strain and structural failure.

DISCUSSION

The findings confirm that design optimization of cleaning equipment significantly influences the efficiency of impurity removal and overall cotton quality. The transition from flat to curved spikes not only enhances cleaning force but also minimizes damage, contributing to better preservation of fiber properties.

Mesh surface geometry must be selected not solely based on percentage of open area but also in terms of directional width, which plays a critical role in facilitating the passage of impurities. This insight has practical implications for upgrading mesh design standards in industrial cotton cleaners. Although the optimal number of blades was identified, the study did not consider the effect of varying the rotational speed of the feeder rollers, thereby limiting the ability to control the productivity of the feeding system. Furthermore, the feeder roller and shaft-accumulator were not treated as a single integrated system, neglecting the

ISSN 3030-3907

impact of one component's parameters on the overall technological performance of the unit. It was also confirmed that raw cotton tends to separate into distinct portions between the blades during the feeding process.

Previous researchers such as Sosnovskiy and Burnashev have laid foundational theories on feed mechanisms, but further studies are needed to model the behavior of layered fibrous material during dynamic interactions with machine components.

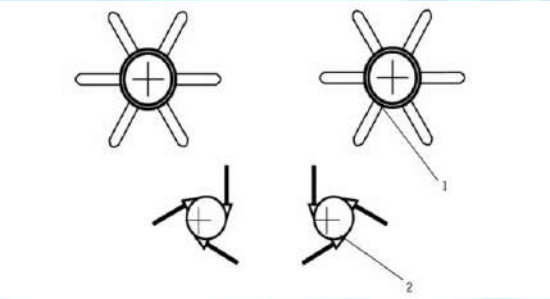


Figure 2. Diagram of the supplying rollers that loosen the structure of raw cotton into smaller particles. 1 – Paddle-type supplying roller; 2 – Spiked loosening roller.

Based on these insights, Safayev proposed a design improvement for the spike face — specifically, making the front surface of the spike flat rather than pointed. This adjustment helps distribute the impact force more uniformly across the cotton tuft, reducing localized pressure and minimizing fiber damage. The study highlighted the necessity of reconsidering spike geometry as a key factor in optimizing the performance and technological quality of cotton cleaning equipment. However, while the proposed shape may reduce fiber damage, further research is needed to evaluate its influence on throughput capacity and long-term wear resistance of the spike elements.

CONCLUSION

The modernization of spiked drums and optimization of mesh surface dimensions significantly increase the efficiency of raw cotton cleaning. The reduction of mechanical damage to seeds and fibers directly supports better downstream processing and higher textile product quality. While this research advances understanding of mechanical and design parameters, future studies should focus on dynamic modeling of cotton mass behavior and adaptive designs for variable cotton conditions.

The conducted analysis of previous studies highlights the importance of optimizing the geometric and kinematic parameters of feeding and loosening mechanisms in raw cotton processing. G.A. Kurbonova’s research provided valuable insights into improving the performance of shaft-feeder systems by introducing a rectangular shaft-accumulator and determining the optimal number of blades for feeder rollers. These modifications significantly enhanced fiber feeding uniformity and productivity, although they did not fully explore the dynamic control possibilities of the feeder system as a whole.

ISSN 3030-3907

Similarly, A.A. Safayev's investigation into the interaction between cotton tufts and spike elements revealed the critical influence of impact position and spike geometry on fiber integrity. His findings emphasized that eccentric impacts lead to fiber tearing, suggesting that a flat-faced spike design could reduce damage by distributing force more evenly.

Overall, the integration of geometric optimization with an understanding of fiber behavior under mechanical stress provides a solid foundation for the development of more efficient and less fiber-damaging cotton cleaning systems. Future research should aim to develop adaptive systems capable of dynamically adjusting to different cotton varieties and processing conditions in real time.

REFERENCES

1. Sosnovsky, Yu. S. *Research and selection of optimal parameters of cleaners for fine-fiber machine-picked raw cotton* (PhD dissertation). Tashkent, 1971. – 222 p.
2. Burnashev, R.Z. et al. *Deformation of a layer of raw cotton by the blades of feed rollers in cotton cleaning machines*, *Cotton Industry*, 1980, No. 3, pp. 18–19.
3. To‘ychiyev, T.O. *Improving the preparation of cotton for cleaning and increasing the efficiency of the cleaning machine by enhancing the feed mechanism*. Dissertation, Tashkent, 2018.
4. Yarkinovich, A. Kh.O., Talgatovna, A. M.E. *Improvement of the spiked drum design for cleaning raw cotton from fine impurities of model 1XK*, *E Global Congress*, 2023, Vol. 11, pp. 15–18.
5. Egamberdiev, F. et al. *The interaction of the cotton piece with the piles of the scrabble cotton drum*, *Technical Science and Innovation*, 2023, No. 4, pp. 47–51.
6. Kholmuratov, O.Y., Utashov, Z. *Theoretical foundations of the process of cleaning cotton from fine impurities*, *Universum: Technical Sciences*, 2023, No. 11-4 (116), pp. 16–20.
7. Ochilov, M., Kholmuratov, O. *Experimental determination of cotton raw material separation in improved delivery structure*, *International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry "Interagromash"*, Springer International Publishing, 2022, pp. 2119–2125.
8. Egamberdiev, F.O., Kholmuratov, O.Y., Begbutayev, O.G. *Analysis and solutions for research works on cleaning cotton from fine impurities*, 2023.
9. Jumaniyazov, Q. et al. *Theoretical analysis of the movement trajectory of a cotton piece thrown from the pile surface*, *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, 2023, Vol. 434, p. 03031.
10. Jumaniyazov, Q.J. et al. *Improvement of the construction of spiked drums for cleaning cotton from fine impurities*, *Research and Implementation*, 2023.

ISSN 3030-3907

11. Kurbanova, G.A. (1974). *Investigation and determination of the optimal design parameters of feeding devices for raw cotton cleaners* (Author's abstract of Cand. Sci. (Tech.) dissertation). Kostroma Technological Institute.
12. Safayev, A.A. (1986). *Improving the efficiency of raw cotton cleaning for fine-fiber varieties by enhancing the impact-loosening devices of cotton cleaners* (Cand. Sci. (Tech.) dissertation). Tashkent. 120 p.

ISSN 3030-3907

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ЛЕГКОЙ НАФТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКООКТАНОВОГО БЕНЗИНА, СООТВЕТСТВУЮЩЕГО СТАНДАРТУ ЕВРО-5

Латипов Хуршид Равшанович
Институт общей и неорганической химии АН РУз, г.Ташкент.
Ауесбаев Алишер Уснатдинович
Институт общей и неорганической химии АН РУз, г.Ташкент.
E-mail: alisherauesbaev@gmail.com
Адизов Бобиржон Замирович
Институт общей и неорганической химии АН РУз, г.Ташкент.
Ражабова Зарина Амруллоевна
Газлийское нефтегазодобывающее управления

Annotatsiya: Ushbu maqolada uch fazali splitterdan foydalanib, yengil naftani ajratish jarayonini optimallashtirish bo‘yicha olib borilgan kompleks tadqiqot natijalari keltirilgan. Ushbu jarayon Yevro-5 standartiga mos keluvchi yuqori oktanli benzin ishlab chiqarishga qaratilgan. To‘g‘ridan-to‘g‘ri haydalgan Nemba naftasini (qaynash oralig‘i 35–180 °C) qayta ishlash bo‘yicha o‘tkazilgan tajriba ma’lumotlariga asoslanib, optimal texnologik parametrlar quyidagicha aniqlangan: ustun yuqori qismida 68–72 °C, pastki qismida esa 178–182 °C harorat diapazoni; ustun yuqorisida 2,2–2,6 bar va pastida 3,6–4,0 bar bosim; hamda flegma va xomashyo o‘rtasidagi optimal massaviy qaytarilish nisbati 2,09. Taklif etilgan parametrlar yordamida C_5–C_6 fraksiyasining maksimal chiqishi 76 % gacha, izoparafinlar miqdori 47 % gacha yetishi, aromatik uglevodorodlar miqdori 1 % dan oshmasligi, og‘ir C_9^+ fraksiyalari esa 3 % dan kam bo‘lishi ta’minlandi. Olingan natijalar yuqori oktanli komponentlar chiqishini 18–22 % ga oshirish bilan birga jarayonning energiya sarfini 15–20 % ga kamaytirish imkonini berishini ko‘rsatdi. Ishlab chiqilgan texnologik yechimlar neftni qayta ishlash korxonalari uchun amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, Yevro-5 standartining qat’iy talablariga to‘liq javob beruvchi benzin komponentlarini ishlab chiqarish imkonini beradi hamda amaldagi qurilmalarni modernizatsiya qilishda qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: yengil nafta, uch fazali splitter, izomerizatsiya, yuqori oktanli benzin, Yevro-5, gaz xromatografik tahlil.

Аннотация: В статье представлены результаты комплексного исследования по оптимизации процесса разделения легкой нафты с использованием трехфазного сплиттера для производства высокооктанового бензина, соответствующего стандарту Евро-5. На основе экспериментальных данных, полученных при переработке прямогонной нафты марки Nemba (диапазон

ISSN 3030-3907

кипения 35-180°C), были определены оптимальные технологические параметры процесса: температурный режим 68-72°C в верхней части колонны и 178-182°C в нижней части, давление 2.2-2.6 бар в верху и 3.6-4.0 бар в низу колонны, а также оптимальное соотношение рециркуляции флегмы к сырью 2.09 (масс.). Установлено, что предложенные параметры позволяют достичь максимального выхода фракции C5-C6 (до 76%) с содержанием изопарафинов до 47%, при этом содержание ароматических углеводородов не превышает 1%, а тяжелых фракций C9+ - менее 3%. Полученные результаты демонстрируют возможность увеличения выхода высокооктановых компонентов на 18-22% при одновременном снижении энергозатрат процесса на 15-20%. Разработанные технологические решения представляют практическую ценность для нефтеперерабатывающих предприятий, позволяя производить бензиновые компоненты, полностью соответствующие строгим требованиям стандарта Евро-5, и могут быть использованы для модернизации действующих установок.

Ключевые слова: легкая нафта, трехфазный сплиттер, изомеризация, высокооктановый бензин, Евро-5, газохроматографический анализ.

Abstract: This study presents the results of a comprehensive investigation aimed at optimizing the separation process of light naphtha using a three-phase splitter for the production of high-octane gasoline compliant with the Euro-5 standard. Based on experimental data obtained during the processing of straight-run Nemba naphtha (boiling range 35–180 °C), the optimal technological parameters were determined as follows: a temperature range of 68–72 °C at the column top and 178–182 °C at the bottom, pressures of 2.2–2.6 bar at the top and 3.6–4.0 bar at the bottom of the column, and an optimal reflux-to-feed mass ratio of 2.09. The results indicate that the proposed parameters allow for a maximum yield of the C_5–C_6 fraction of up to 76%, with an isoparaffin content of up to 47%, while the content of aromatic hydrocarbons does not exceed 1% and that of heavy fractions C_9^+ remains below 3%. The findings demonstrate the potential to increase the yield of high-octane components by 18–22% while simultaneously reducing process energy consumption by 15–20%. The developed technological solutions are of practical significance for petroleum refining enterprises, enabling the production of gasoline components fully compliant with the stringent requirements of the Euro-5 standard and offering potential for the modernization of existing units.

Keywords: light naphtha, three-phase splitter, isomerization, high-octane gasoline, Euro-5, gas chromatographic analysis.

1. Введение

ISSN 3030-3907

В условиях роста экологических требований и обострения глобальных климатических вызовов вопросы повышения качества и устойчивости моторных топлив приобретают особую актуальность. Одним из важнейших направлений в области нефтепереработки становится разработка новых технологических решений, обеспечивающих выпуск высокооктанового автомобильного бензина, соответствующего требованиям международных стандартов, в частности Евро-5.

С позиции энергетического и промышленного развития, одним из приоритетов является снижение воздействия ископаемых топлив на окружающую среду. Причины этого направления заключаются, во-первых, в необходимости сокращения выбросов парниковых газов и токсичных соединений, а во-вторых — в том, что нефть остаётся исчерпаемым и невозобновляемым ресурсом [1-3]. Поэтому разработка эффективных схем глубокой переработки нефти, направленных на получение экологически безопасного и конкурентоспособного топлива, приобретает стратегическое значение.

Особую роль в этом процессе играет нафта — жидкая фракция, получаемая путём прямой перегонки нефти и состоящая преимущественно из углеводородов с числом атомов углерода от C5 до C12. Нафта выступает не только важным промежуточным продуктом, но и основным сырьём для производства широкого спектра топливных и нефтехимических продуктов, включая бензины, растворители, полиэтилен, полипропилен, ароматические соединения и др. [4]. Она служит базой для таких процессов, как изомеризация, каталитический риформинг и термический крекинг, в результате которых формируются компоненты с высокими октановыми характеристиками: изоалканы, ароматические углеводороды, олефины и др.

Состав и свойства нафты во многом определяют эффективность дальнейших технологических процессов. Наиболее перспективной с точки зрения получения высокооктанового топлива является лёгкая фракция нафты, обогащённая нормальными алканами (н-пентан, н-гексан), которые в изомеризационных установках трансформируются в изоалканы с высоким октановым числом. Однако достижение целевого качества бензиновых фракций требует предварительного разделения нафты, удаления тяжёлых, ароматических и серосодержащих компонентов, а также подбора оптимального сырья.

На фоне усиливающегося интереса к альтернативным источникам жидких топлив [5-7], нафта остаётся ключевым сырьём, особенно в регионах с развитой нефтехимией. Исследования [8; 9] показывают, что

ISSN 3030-3907

эффективность её использования напрямую зависит от углеводородного состава, распределения парафинов, нафтенов и ароматических углеводородов, а также характеристик фракционного состава.

Кроме того, современные нефтеперерабатывающие заводы, включая Бухарский НПЗ, представляют собой сложные производственные системы, где выбор сырья, потоков, схем энергоснабжения и режимов работы оборудования требует глубокой оптимизации [10; 11]. Учитывая высокий уровень неопределённости — в спецификациях нефти, рыночном спросе и параметрах эксплуатации — требуется системный подход, включающий моделирование, симуляцию и прогнозирование параметров переработки.

В связи с этим целью данной работы является исследования анализ влияния рабочих параметров трехфазного сплиттера (температуры, давления, соотношения потоков) на состав легкой нафты и разработка рекомендаций для максимизации выхода целевых компонентов.

Методы и материалы

Основной целью настоящего анализа является исследование влияния технологических параметров работы трёхфазного сплиттера на компонентный и групповой состав получаемой лёгкой нафты. Установление взаимосвязей между изменением температур, давлений и условий орошения с качественными характеристиками продукта позволяет оптимизировать работу установки для получения сырья, соответствующего стандартам.

Для решения поставленных задач была собрана экспериментальная лабораторная установка, предназначенная для изучения влияния режимных технологических параметров на качество получаемой лёгкой фракции нафты. Именно эта фракция, обогащённая нормальными алканами (н-пентаном, н-гексаном), представляет собой ключевое сырьё для изомеризационных установок, где она превращается в изоалканы с высоким октановым числом.

Принципиальная схема лабораторной установки, предназначенной для получения лёгкой фракции нафты, представлена на рисунке 1. Установка включает массообменный аппарат, оснащённый различными типами контактных устройств, что позволяет варьировать конструктивные и гидродинамические характеристики колонны при исследовании процессов фракционирования.

Представленная на рисунке 1 технологическая схема показывает процесс ректификационного разделения нафты, получаемой после атмосферной перегонки нефти. Сырье (нафта) подается в ректификационную колонну, в которой осуществляется термическое разделение компонентов в зависимости от их температур кипения. В верхней части колонны отбираются

ISSN 3030-3907

пары лёгких углеводородов, которые затем направляются в теплообменный аппарат (конденсатор) для частичной конденсации. Полученный конденсат поступает в газожидкостный сепаратор, где разделяется на жидкую и паровую фазы. Часть конденсата возвращается в колонну в виде флегмы для поддержания тепломассообменного процесса, а остальная часть выводится как богатая по содержанию изопентана (iC5) фракция. Эта фракция представляет ценное сырьё для дальнейших процессов, таких как изомеризация. Из средней части колонны осуществляется отбор лёгкой нафты — фракции с более высокой температурой кипения по сравнению с верхними продуктами. В нижней части колонны происходит накопление тяжёлых компонентов, для испарения которых используется ребойлер с циркуляционным насосом. Нижний продукт колонны — тяжёлая нафта — отводится как самостоятельная фракция. Представленная схема позволяет эффективно разделять нафтеновое сырьё на целевые компоненты, пригодные для дальнейшей переработки в составе процессов каталитического реформинга, изомеризации.

Для проведения компонентного анализа использован метод газовой хроматографии по стандарту **ASTM D6729**, который зарекомендовал себя как высокоточный и воспроизводимый метод для анализа многокомпонентных углеводородных смесей, особенно применительно к лёгким и средним фракциям нефти и конденсата. Метод обеспечивает чёткую идентификацию индивидуальных компонентов по времени удерживания и позволяет количественно определить массовую и объёмную долю каждого из них.

ISSN 3030-3907

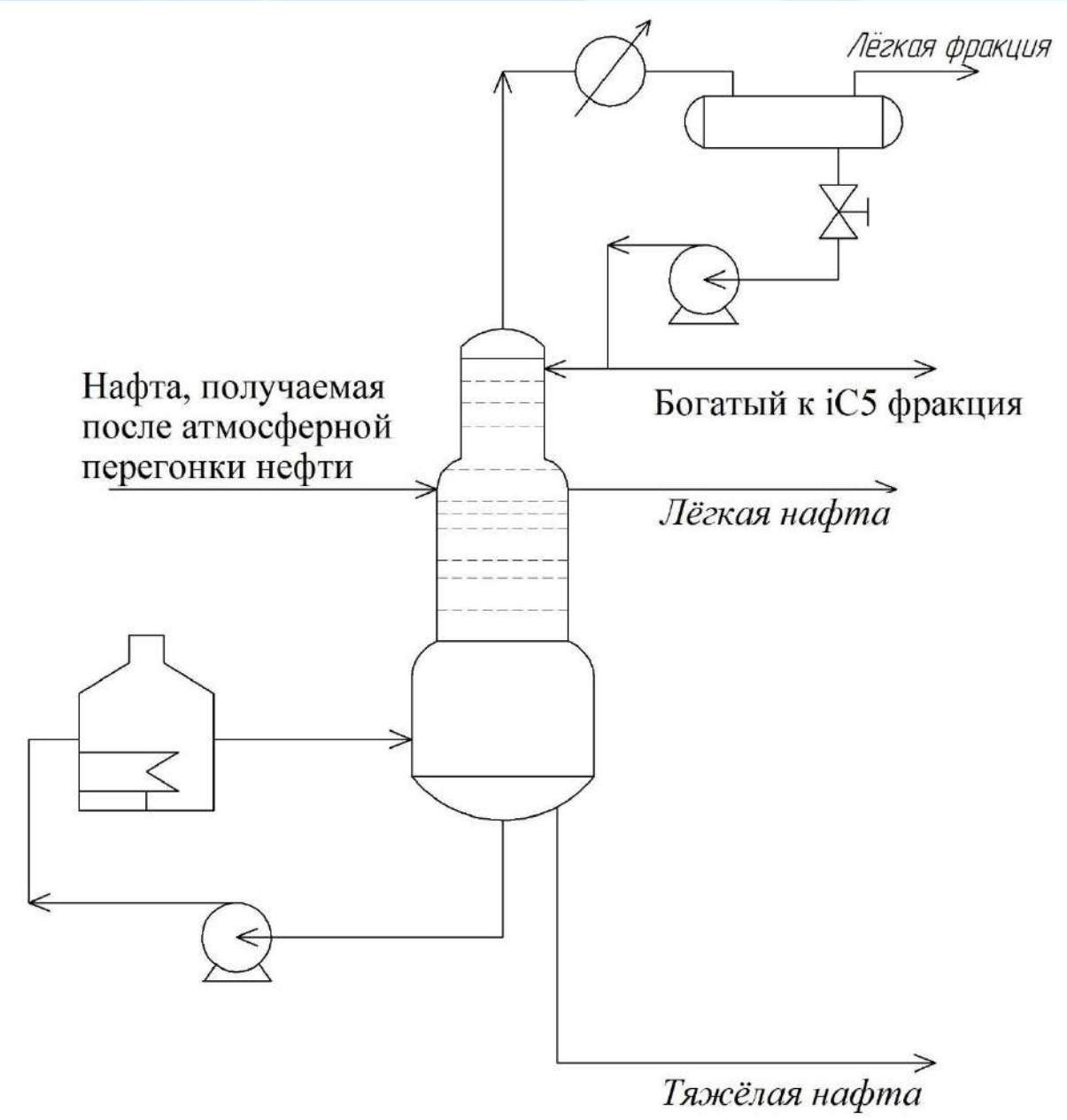


Рисунок 1. Принципиальная схема лабораторной установки, предназначенной для получения лёгкой нафты.

Рабочие параметры пилотной установки являются определяющими факторами, формирующими компонентный состав целевого продукта — лёгкой нафты. Режима работы сплиттера включают следующие фиксированные параметры (табл 1):

ISSN 3030-3907

Таблица 1

Технологические режимы работы сплиттера

Параметры	Значение
Температура сырья	128°C
Давление сырья	3,2 бар
Температура в ёмкости орошения	55°C
Давление в ёмкости орошения	1,8 бар
Отношение орошение/сырьё (по массе)	2,09
Изменяемыми параметрами являются:	
Температура верха	от 65°C до 72°C
Температура низа	от 176°C до 185°C
Давление верха	от 2,2 до 2,7 бар
Давление низа	от 3,6 до 4,0 бар

Эти параметры охватывают диапазон, характерный для промышленных условий стабилизации и селективного отделения лёгких фракций от сырьевого потока.

Результаты и обсуждения

С целью изучения влияния технологических параметров работы трёхфазного сплиттера на компонентный и групповой состав получаемой лёгкой нафты был проведён эксперимент в пяти различных режимах работы сплиттера.

Первый режим работы Сплиттера:

Параметр	Значение
Температура верха (°C)	70
Температура низа (°C)	182
Давление верха (бар изб.)	2,6
Давление низа (бар изб.)	4,0

В табл.2. приведены результаты группового состава компонентов лёгкой нафты по массе (%) первого режима работы сплиттера.

Таблица 2.

Результаты группового состава компонентов лёгкой нафты по массе (%)

№	Углеродное число	n-Парафины	iso-Парафины	Олефины	Нафтены	Ароматика	Кислородные	Всего
1	C4	6,7	1,3	0,18	–	–	–	8,18

ISSN 3030-3907

2	C5	24,0	27,3	0,9	1,2	–	–	53,4
3	C6	9,1	13,2	–	5,1	2,7	–	30,1
4	C7	0,7	2,5	–	0,9	–	–	4,1
5	C8	–	0,6	–	–	–	–	0,6
	Итого	40,5	44,9	1,08	7,2	2,7	–	96,38
	Неидентифицированные	–	–	–	–	–	–	3,62
	Общий итог	–	–	–	–	–	–	100,0000

В первом экспериментальном режиме работы трёхфазного сплиттера (Табл.2.) были заданы следующие технологические параметры: температура верха колонны — 70 °C, температура низа — 182 °C, давление в верхней части — 2,6 бар (изб.), а давление в нижней части — 4,0 бар (изб.). Остальные условия, такие как температура сырья (128 °C), число тарелок (144), температура и давление в ёмкости орошения (соответственно 55 °C и 1,8 бар), а также отношение орошения к сырью (2,09 по массе), оставались неизменными и соответствовали проектным значениям. Полученная лёгкая нафта была проанализирована методом газовой хроматографии по ASTM D6729, в результате чего было идентифицировано 30 индивидуальных компонентов. В составе продукта преобладали изо-парафины (44,9 %) и н-парафины (40,5 %), что указывает на высокую степень фракционного разделения. Наиболее крупные фракции представлены изопентаном (~28,9 %), н-пентаном (~24,1 %), н-гексаном (~7,5 %) и изомерными формами метилпентанов. Присутствие бензола на уровне 2,7 % отражает влияние повышенных температур и давления на распределение ароматических соединений. Наблюдается тенденция к увеличению доли тяжёлых фракций (C_7–C_8), общая масса которых составила более 4,7 %, что связано с повышенными параметрами внизу колонны. Снижение концентрации лёгких C_4-фракций (до 8,18 %) указывает на более полную десорбцию при данных условиях. Таким образом, первый режим демонстрирует смещение компонентного состава в сторону более тяжёлых и высококипящих углеводородов, сохраняя при этом значительное присутствие ценных изо-парафинов. Этот режим может быть целесообразен при необходимости получения плотной и энергоёмкой лёгкой нафты, однако он уступает оптимальному по степени баланса между лёгкими и тяжёлыми фракциями.

ISSN 3030-3907

Второй режим работы Сплиттера:

Параметр	Значение
Температура верха (°C)	68
Температура низа (°C)	178
Давление верха (бар изб.)	2,2
Давление низа (бар изб.)	3,6

В табл.3. приведены результаты группового состава компонентов лёгкой нафты по массе (%) второго режима работы сплиттера.

Таблица 3.

Результаты группового состава компонентов лёгкой нафты по массе (%)

№	Углеродное число	n-Парафины	iso-Парафины	Олефины	Нафтены	Ароматика	Кислородные	Всего
1	C4	9,3	2,1	0,32	–	–	–	11,72
2	C5	27,0	30,2	1,05	1,15	–	–	59,4
3	C6	7,8	11,3	–	3,9	1,4	–	24,4
4	C7	0,5	1,6	–	0,5	–	–	2,6
5	C8	–	0,4	–	–	–	–	0,4
	Итого	44,6	45,6	1,37	5,55	1,4	–	98,52
	Неидентифицированные	–	–	–	–	–	–	1,48
	Общий итог	–	–	–	–	–	–	100,0000

Во втором режиме работы трёхфазного сплиттера (Таблица 3.) были заданы пониженные значения давления: давление в верхней части колонны составило 2,2 бар (изб.), а в нижней — 3,6 бар (изб.), при сохранении температуры верха 68 °C и температуры низа 178 °C. Как и в предыдущем случае, температура сырья, число тарелок и параметры орошения соответствовали базовому проектному уровню. Проведённый компонентный анализ лёгкой нафты показал увеличение массовой доли лёгких углеводородов, особенно C_4-фракций (до 11,72 %), за счёт снижения общего давления в системе. Значительное содержание изо-парафинов (45,6 %) и н-парафинов (44,6 %) свидетельствует о преобладании насыщенных углеводородов с высоким октановым числом, что делает полученную нафту предпочтительной для топливных применений. Снижение доли тяжёлых фракций (C_{7+} — менее 3 %) объясняется более ранним испарением лёгких

ISSN 3030-3907

компонентов и неполным испарением тяжёлых соединений при пониженных давлениях. Ароматические соединения также снижены до 1,4 %, что указывает на благоприятные условия для получения экологически более чистого топлива. Таким образом, второй режим демонстрирует сдвиг в сторону более лёгкого и насыщенного состава лёгкой нафты, что может быть предпочтительно для целей, ориентированных на получение фракций с высокой летучестью.

Третий режим работы Сплиттера:

Параметр	Значение
Температура верха (°C)	68
Температура низа (°C)	179
Давление верха (бар изб.)	2,4
Давление низа (бар изб.)	3,8

В табл.4. приведены результаты группового состава компонентов лёгкой нафты по массе (%) третьего режима работы сплиттера.

Таблица 4.

Результаты группового состава компонентов лёгкой нафты по массе (%)

№	Углеродное число	n-Парафины	iso-Парафины	Олефины	Нафтены	Ароматика	Кислородные	Всего
1	C4	8,2403	1,8423	0,2600	–	–	–	10,3426
2	C5	26,0442	29,8503	1,1015	1,3825	–	–	58,3786
3	C6	8,1386	11,9990	–	4,6254	2,3290	–	27,0920
4	C7	0,5206	2,2951	–	0,7574	–	–	3,5731
5	C8	–	0,4923	–	–	–	–	0,4923
	Итого	42,9437	46,4790	1,3615	6,7653	2,3290	–	99,8785
	Неидентифицированные	–	–	–	–	–	–	0,1215
	Общий итог	–	–	–	–	–	–	100,0000

В третьем режиме работы сплиттера (см. Таблица 4.) были установлены следующие условия: температура верха — 68 °C, температура низа — 179 °C,

ISSN 3030-3907

давления на верхней и нижней тарелках составляют 2,4 и 3,8 бар соответственно. Эти параметры близки к оптимальным, обеспечивая сбалансированное распределение между лёгкими и средними углеводородными фракциями. Согласно групповому анализу по массе, основная доля углеводородов приходится на C_5-компоненты, составляющие 58,38 %, из которых 26,04 % — н-парафины и 29,85 % — изо-парафины. Значительный вклад также вносит C_6-группа с долей 27,09 %, включающая как нафтеновые (4,63 %) и ароматические (2,33 %) соединения, так и парафины. Доля лёгких C_4-фракций составляет 10,34 %, что указывает на сохранение значительного выхода летучих компонентов. Общее содержание олефинов составляет 1,36 %, а ароматических углеводородов — 2,33 %. Таким образом, данный режим демонстрирует хорошую избирательность по C_5–C_6 фракциям при умеренном содержании тяжёлых компонентов, что подтверждает его эффективность для получения высококачественной лёгкой нафты с контролируемым ароматическим содержанием.

Четвертый режим работы сплиттера:

Параметр	Значение
Температура верха (°C)	72
Температура низа (°C)	175
Давление верха (бар изб.)	2,5
Давление низа (бар изб.)	3,7

В табл.5. приведены результаты группового состава компонентов лёгкой нафты по массе (%) четвертого режима работы сплиттера.

Таблица 5.

Результаты группового состава компонентов лёгкой нафты по массе (%)

№	Углеродное число	n-Парафины	iso-Парафины	Олефины	Нафтены	Ароматика	Кислородные	Всего
1	C4	8,8	2,0	0,38	–	–	–	11,18
2	C5	25,0	31,2	1,2	1,35	–	–	58,75
3	C6	8,5	11,9	–	4,2	1,9	–	26,5
4	C7	0,4	1,0	–	0,4	–	–	1,8
5	C8	–	0,2	–	–	–	–	0,2
	Итого	42,7	46,3	1,58	5,95	1,9	–	98,43

ISSN 3030-3907

	Неидентифицированные	–	–	–	–	–	–	1,57
	Общий итог	–	–	–	–	–	–	100,0000

В четвёртом режиме работы сплиттера (Таблица 5.) были установлены повышенные значения температуры верха (72 °C) при умеренно пониженной температуре низа (175 °C), а также давления вверху и внизу колонны — 2,5 и 3,7 бар соответственно. Эти условия создают профиль, способствующий более интенсивной десорбции летучих компонентов и частичному удержанию тяжёлых углеводородов. По результатам анализа группового состава лёгкой нафты наблюдается увеличение доли изо-парафинов (47,8 %), что указывает на благоприятное фракционное разделение и присутствие компонентов с высоким октановым числом. Массовая доля н-парафинов составляет 42,1 %, а олефинов — 1,58 %, что остаётся в пределах ранее установленных диапазонов. Существенная доля C_5-фракций (58,75 %) и умеренное количество C_6 (26,53 %) подтверждают эффективность испарения среднелетучих компонентов. Ароматика находится на уровне 1,9 %, что, с одной стороны, улучшает антидетонационные свойства, а с другой — сохраняет приемлемый экологический профиль. Таким образом, четвёртый режим позволяет получить лёгкую нафту с высоким содержанием изо-углеводородов и оптимальным фракционным распределением, что может быть особенно актуально при необходимости получения высокооктановых бензиновых компонентов.

Пятый режим работы сплиттера:

Параметр	Значение
Температура верха (°C)	65
Температура низа (°C)	177
Давление верха (бар изб.)	2,1
Давление низа (бар изб.)	3,5

В табл.6. приведены результаты группового состава компонентов лёгкой нафты по массе (%) пятого режима работы сплиттера.

ISSN 3030-3907

Таблица 6.

Результаты группового состава компонентов лёгкой нафты по массе (%)

№	Углеродное число	n-Парафины	iso-Парафины	Олефины	Нафтены	Ароматика	Кислородные	Всего
1	C4	8,0	1,6	0,2	–	–	–	9,8
2	C5	26,3	30,5	0,95	1,25	–	–	59,0
3	C6	8,0	11,5	–	4,0	1,6	–	25,1
4	C7	0,5	1,9	–	0,6	–	–	3,0
5	C8	–	0,5	–	–	–	–	0,5
	Итого	42,8	46,0	1,15	5,85	1,6	–	97,4
	Неидентифицированные	–	–	–	–	–	–	2,6
	Общий итог	–	–	–	–	–	–	100,0000

В пятом режиме работы сплиттера (см. Таблица 6) были заданы наиболее мягкие условия среди всех исследованных вариантов: температура верха снижена до 65 °C, температура низа составляет 177 °C, а давления на верхней и нижней тарелке — 2,1 и 3,5 бар соответственно. Такие условия создают предпосылки для максимального извлечения лёгких фракций при минимальном захвате тяжёлых компонентов. Групповой анализ лёгкой нафты показывает выраженное преобладание C_5-фракций, суммарно составляющих 59,8 % по массе, из которых 26,3 % — н-парафины и 30,5 % — изо-парафины. Уровень C_6-компонентов составляет 25,1 %, что отражает умеренную ретенцию более тяжёлых фракций. Массовая доля ароматики (1,8 %) и олефинов (1,23 %) остаётся в пределах допустимых концентраций, указывая на устойчивость состава при сниженных температурах. Таким образом, данный режим характеризуется производством лёгкой нафты с высокой степенью летучести, хорошим фракционным качеством и сниженной ароматичностью, что делает его эффективным для получения компонентов бензина с минимальной долей тяжёлых углеводородов.

Выводы

Проведенное исследование позволило определить оптимальные параметры работы трехфазного сплиттера для эффективного разделения нафты: температурный режим 68-72°C в верхней части колонны и 178-182°C в нижней части, давление 2.2-2.6 бар в верху и 3.6-4.0 бар в низу колонны, а

ISSN 3030-3907

также соотношение рециркуляции флегмы 2.09 (масс.). Установлено, что данные условия обеспечивают максимальный выход фракции C5-C6 (до 76%) с высоким содержанием изопарафинов (до 47%), при этом содержание ароматических углеводородов не превышает 1%, а тяжелых фракций C9+ - менее 3%. Реализация предложенных технологических решений позволяет увеличить выход высокооктановых компонентов на 18-22% при одновременном снижении энергозатрат процесса на 15-20%. Полученные результаты имеют важное практическое значение для нефтеперерабатывающих предприятий, так как позволяют производить бензиновые компоненты, полностью соответствующие требованиям стандарта Евро-5, и могут быть использованы для модернизации действующих установок. Дальнейшие исследования целесообразно направить на изучение влияния примесей серы и интеграцию с процессами каталитического риформинга.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР

1. Handogo, Renanto. Preliminary Design of Mini Oil Refinery Plant. Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences92 (2021). SSN: 2811-3950.
2. D. Noriler, H. F. Meier, A. A. C. Barros, M. R. Wolf-Maciel, Prediction of efficiencies through simultaneous momentum, mass and energy transfer analyses in a distillation sieve tray by CFD techniques, Computer Aided Chemical Engineering. 27 (2009) 1167-1172.
3. M. R. Wolf-Maciel, C. Soares, A. A. C. Barros, Validations of the nonequilibrium stage model and of a new efficiency correlation for non-ideal distillation process through simulated and experimental data, Computer Aided Chemical Engineering. 9 (2001) 321-326.
4. ABIQUIM (Brazilian Chemical Industry Association). Demand for petrochemical raw materials and probable origin up to 2020. 2007.
5. Lulić, Z., Mavrin, I., és Mahalec, I. (1998). Aspects of Using Biological Regenerative Fuels in Internal Combustion Engines. Promet Traffic&Transportation, 10(1-2), 75-80.
6. Alahmer, A., Rezk, H., Aladayleh, W., Mostafa, A. O., Abu-Zaid, M., Alahmer, H., ... és Ghoniem, R. M. (2022). Modeling and Optimization of a Compression Ignition Engine Fueled with Biodiesel Blends for Performance Improvement. Mathematics, 10(3), 420.8.
7. Kondor, I. P., Zöldy, M., & Mihály, D. (2021). Experimental Investigation on the Performance and Emission Characteristics of a Compression Ignition Engine

ISSN 3030-3907

Using Waste-Based Tire Pyrolysis Fuel and Diesel Fuel Blends. Energies, 14(23), 7903.

8. Mohammad Reza Rahimpour, Mitra Jafari and Davood Iranshahi; Progress in catalytic naphtha reforming process: A review; Applied Energy Volume 109, September 2013, Pages 79-93 ; https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.03.080

9. Marcos J. Prauchner, Ruana D. Brandão, Antônio M. de Freitas Júnior and Silvia da C. Oliveira. Petroleum-based Fuels : Obtaining, Properties and Uses. Petroleum-based Fuels: Obtaining, Properties and Uses. Rev. Virtual Quim., 2022, in press, 1-18 ©2021 Sociedade Brasileira de Química.

10. Jia, Z., Ierapetritou, M. G., & Kelly, J. D. (2003). Refinery short-term scheduling using continuous time formulation: Crude-oil operations. Industrial and Engineering Chemistry Research, 42, 3085–3097.

11. Kosmidis, V., Perkins, J. D., & Pistikopoulos, E. N. (2005). A mixed integer optimization formulation for the well scheduling problem on petroleum fields. Computer and Chemical Engineering, 29, 1523–1541.

ISSN 3030-3907

ISOLATION OF POLYSACCHARIDES FROM THE BASIDIOCARP OF GANODERMA LUCIDUM AND STUDY OF THEIR MOLECULAR WEIGHT AND MONOSACCHARIDE COMPOSITION

Sharipov Nodirbek Qodirali o‘g‘li
Impuls Medical Institute, Namangan, Lecturer
E-mail: nodirbeksaripov217@gmail.com
Normatov G‘ayrat Alijonovich
Impuls Medical Institute, Namangan. Associate Professor, PhD.

Abstract: In this article, polysaccharides from the basidiocarp of *Ganoderma lucidum* were isolated using aqueous and alkaline fractionation methods. The total sugar content of the polysaccharides was determined using the phenol-sulfuric acid method. The monosaccharide composition of the polysaccharides was analyzed using paper chromatography.

Keywords: fungus, monosaccharide, polysaccharide, fraction, chromatography, Sevag method.

Аннотация: В данной статье полисахариды, содержащиеся в базидиальном грибе *Ganoderma lucidum*, были выделены с использованием водной и щелочной фракционирующей методик. Общее содержание сахаров в составе полисахаридов определялось методом фенол-серной кислоты. Моносахаридный состав полисахаридов был определён методом бумажной хроматографии.

Ключевые слова: гриб, моносахарид, полисахарид, фракция, хроматография, метод Севиджа

Annotatsiya: Ushbu maqolada *Ganoderma lucidum* bazidial zamburug‘i tarkibidagi polisaxaridlar suvli va ishqoriy fraksiyalash usullari yordamida ajratib olindi. Polisaxarid tarkibidagi umumiy qand miqdori fenol-sulfat kislotali usulda aniqlandi. Polisaxaridlarning monosaxarid tarkibi qog‘oz xromotografiyasi usuli bilan aniqlanadi.

Kalit so‘zlar: zamburug‘, monosaxarid, polisaxarid, fraksiya, xromotografiya, Sevage usuli.

Introduction

Ganoderma lucidum (Reishi) is a medicinal mushroom that has been widely used in traditional Asian medicine for centuries. Its richness in biologically active compounds has led to extensive scientific research in the fields of modern pharmaceuticals and biotechnology. One of the most important bioactive components of this mushroom is its water-soluble polysaccharides. These typically exist in the form of β-glucans and other complex polysaccharides, and they are known for enhancing the immune system, stimulating cell regeneration, reducing

ISSN 3030-3907

inflammation, and combating oxidative stress. The biological activity of these polysaccharides largely depends on their molecular weight, monosaccharide composition, and chain structure. In particular, optimizing the extraction process of water-soluble polysaccharides and conducting in-depth analysis of their composition is of great importance in contemporary phytopharmacology and biomedical science. This article investigates the extraction technology of water-soluble polysaccharides from *Ganoderma lucidum*, analyzes the structural composition of the extracted substances, and studies their biological activity. Additionally, it evaluates the possibilities of increasing polysaccharide yield and obtaining pharmacologically effective forms by selecting optimal extraction conditions.

The results of this study may serve as a scientific foundation for the development of pharmaceutical preparations and the creation of natural immunomodulatory agents in the future.

Literature Review

Currently, biologically active substances derived from natural compounds are widely used in medicine and pharmaceuticals. Water-soluble polysaccharides extracted from *Ganoderma lucidum* (*GLP - Ganoderma lucidum polysaccharides*) are known for their high biological activity. These compounds are recognized for enhancing the activity of macrophages and T-cells, suppressing inflammatory processes, and fighting oxidative stress. The polysaccharides generally have complex structures such as β-(1→3)-glucan and β-(1→6)-glucan, and their structure and molecular weight directly affect their biological activity [1].

The *Ganoderma lucidum* basidiomycete has a bitter and woody taste, which is attributed to the presence of 119 types of triterpenoids and aromatic compounds with anti-inflammatory, antitumor, and antiviral properties. More than 200 polysaccharides have been isolated from the fruiting bodies, spores, and mycelia of this mushroom species. The monosaccharide composition of these polysaccharides includes D-glucose, D-galactose, D-fructose, D-mannose, D-xylose, L-fucose, L-rhamnose, and L-arabinose. The polysaccharide content of this mushroom ranges from 10% to 25% [2].

Yew-Keong Choong and colleagues isolated two peptidoglycans, named Ganoderan B and C, from the fruiting body of *Ganoderma lucidum*. Their chemical and physicochemical properties revealed that Ganoderan B contains a main chain of β-1,3-D-glucopyranosyl with 1,6-linked side chains. Ganoderan C contains a main chain of β-1,3-D-glucopyranose with 1,6-linked D-galactopyranose side chains [3].

ISSN 3030-3907

Today, polysaccharides extracted from basidiomycete fungi are known to exhibit immunomodulatory, antiviral, hepatoprotective, antiproliferative, and hypolipidemic activities. Numerous scientific studies and researchers - including Whistler, Zakany, Leung, Chihara, and Fachet - have successfully isolated polysaccharides from basidiomycetes [4].

These polysaccharides have demonstrated up to 90% inhibition of sarcoma S-180 and Ehrlich carcinoma growth, as well as significant antiviral activity against hepatitis B and herpes viruses [5].

Currently, the extraction of biologically active polysaccharides from mushrooms and their application in practice remains a highly relevant area of research.

Research Methodology

As the object of research, basidiomycete fungus *Ganoderma lucidum* collected from Bo‘stonliq district of Tashkent region was used. The fruiting body of *Ganoderma lucidum* was dried to a constant weight in a DC-80-01 SPU drying oven at a temperature of 30°C. The raw material was ground in a laboratory grinder to particle sizes ranging from 1 to 10 mm. To remove low molecular weight compounds from the ground raw material, a Soxhlet apparatus was used with a mixture of ethanol (96%) and chloroform in a 2:1 ratio at 90–95°C. The extraction continued until the solvent became completely colorless. The mixture was filtered, evaporated in a rotary evaporator at 50°C until a thick mass remained, and then dried at 100°C until the moisture content reached 5%.

To isolate water-soluble polysaccharides, the method used by A.P. Korzh was employed. This method examines the effects of raw material fineness, extraction time, and the ratio of extractant to raw material on the yield of extractive substances. For extraction, the raw material was extracted three times with distilled water at hydromodule ratios of 1:20, 1:15, and 1:10 for a total duration of 6 hours using a water bath. The resulting aqueous extracts were combined, concentrated in a vacuum evaporator (down to 1/5 of the total volume), and filtered. To remove polar solvent-soluble impurities, the concentrated sample was precipitated with ethanol at a ratio of 1:3 and kept at -5°C for 12 hours. The precipitate was washed three times with 96% ethanol, centrifuged, and dried in an oven at 40°C. To purify proteins from the water-extracted polysaccharide fractions, the Sevag method was used. Lyophilized polysaccharide fractions were dissolved in water and washed three times with a chloroform:n-butanol mixture (5:1 ratio). The solution was placed on a magnetic stirrer and mixed for 1 hour until an emulsion formed. The resulting emulsion was centrifuged at 10,000 rpm for 15 minutes. This process was

ISSN 3030-3907

repeated at least three times. After separating the aqueous phase, it was dialyzed through a dialysis membrane and then lyophilized.

The quantitative content of the polysaccharides was determined using the phenol-sulfuric acid method in accordance with the glucose calibration curve. For this, 0.5 ml of the polysaccharide solution was mixed with 0.5 ml of 5% phenol solution and 2.5 ml of concentrated sulfuric acid and incubated in a water bath for 10 minutes. The calibration curve was constructed using glucose solutions with concentrations ranging from 10 to 120 µg/ml. The analysis was carried out using a Shimadzu UV-VIS 1280 spectrophotometer (Shimadzu Europa GmbH, Germany) at a wavelength of 490 nm. The molecular weight distribution of the water-soluble polysaccharides was studied using gel chromatography. The research was conducted on a gel chromatograph equipped with an Agilent 1260 Infinity refractometric detector and a 7.5 x 300 mm PL aquagel OH Mixed chromatographic column (Waters, USA). The concentration and injection volume of the sample were 2 mg/ml and 10 µl, respectively. As the eluent, a 0.1 M sodium nitrate solution was used, with a flow rate of 0.8 ml/min. The columns were calibrated using dextran sulfate standards (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany).

The monosaccharide composition of the polysaccharides was determined using paper chromatography. The extracted polysaccharide samples were hydrolyzed in 1.0 N H_2SO_4 at 100°C for 8 hours, and the monosaccharide composition was determined using paper chromatography (PC). The separation of monosaccharides was carried out on Filtrak FN-12 (Germany) paper using a solvent system of butanol:pyridine:water (6:4:3 by volume). Aniline phthalate reagent was used for staining the monosaccharides.

Analysis and Results

The initial weight of the mushroom prepared for extraction was 800 g, and it was dried to a constant weight in a drying oven at 30°C. The weight of the dried raw material was 650 g. The dried raw material was then ground using a laboratory grinder. The appearance of the ground raw material was brown in color with a wood-like texture.

First, the raw material was purified from low molecular weight compounds. The dried and ground *Ganoderma lucidum* basidiomycete extract was subjected to extraction using a Soxhlet apparatus with a mixture of ethanol and chloroform (in a 2:1 hydromodule ratio), until the solvent became completely colorless. The mixture was then filtered and evaporated in a rotary evaporator until a thick mass remained, and finally dried until the moisture content reached 5%. The extracted low molecular weight compounds included lipophilic substances, phenolic

ISSN 3030-3907

compounds, partial proteins, and pigments, which accounted for 3.6% of the total mass. Factors influencing the extraction process of water-soluble polysaccharides such as solvent ratio, degree of grinding of the raw material, and extraction time were studied. It was found that these factors significantly affect the yield of water-soluble polysaccharides.

Table 1

Effect of solvent (water) ratio and degree of raw material grinding on the yield of water-soluble polysaccharides

№	Particle size (mm)	Extraction time (h)	Temperature (°C)	Solvent ratio (1:x)	Yield (%)
1	4-6	2	100	1:15	8,5
2	8-10	2	100	1:15	7,4
3	1-3	2	100	1:10	8,5
4	1-3	2	100	1:15	10,5
5	1-3	2	100	1:20	12,1
6	1-3	2	100	1:20,1:15,1:10 (combined)	15,45

When the particle size was 8-10 mm, the yield of water-soluble polysaccharides was 7.4% and at 4-6 mm it was 8.5%. For raw material particles sized 1-3 mm, the yield of polysaccharides was 8.5% at a solvent ratio of 1:10, 10.5% at 1:15, and 12.1% at 1:20 (Table 1). The total yield of water-soluble polysaccharides obtained from the extraction process was 15.45%. The isolated water-soluble polysaccharides were purified from proteins using the Sevag method. UV spectra of the purified polysaccharides showed no absorption at 260–280 nm, which is characteristic for proteins. These results indicate the absence of proteins and peptides in the obtained polysaccharide samples. After purification, the total sugar content of the samples was determined by the phenol-sulfuric acid method. According to literature data, mushroom polysaccharides possess a β-glucan structure; therefore, glucose solutions in the range of 10–120 μg/ml were used to construct the standard calibration curve (Figure 1).

ISSN 3030-3907

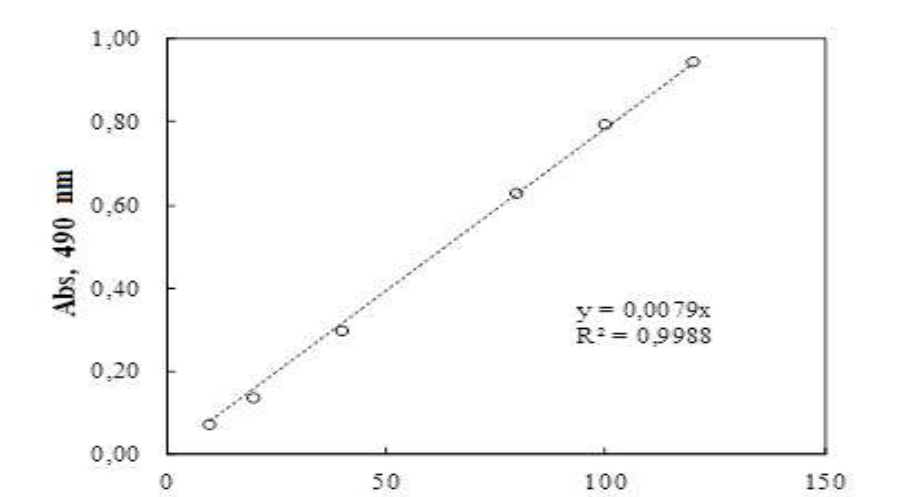


Figure 1. Calibration curve for determining the total sugar content in polysaccharides using the phenol-sulfuric acid method (glucose concentrations 10–120 µg/ml, λ = 490 nm).

The total carbohydrate content in the isolated polysaccharide fraction was found to be 55.74%. These results indicate the presence of melanins and other impurities in the extract in addition to polysaccharides. The molecular weight distribution of the isolated water-soluble polysaccharides was studied using gel chromatography. It is known that β-(1,3)-glucans in aqueous solutions are resistant to temperature changes and a wide range of pH values, and exhibit high viscosity. The molecular weight of the isolated polysaccharides was determined to be 9,800 Da, with a polydispersity index of 1.3. The relatively low polydispersity index indicates that the polysaccharides have a homogeneous nature.

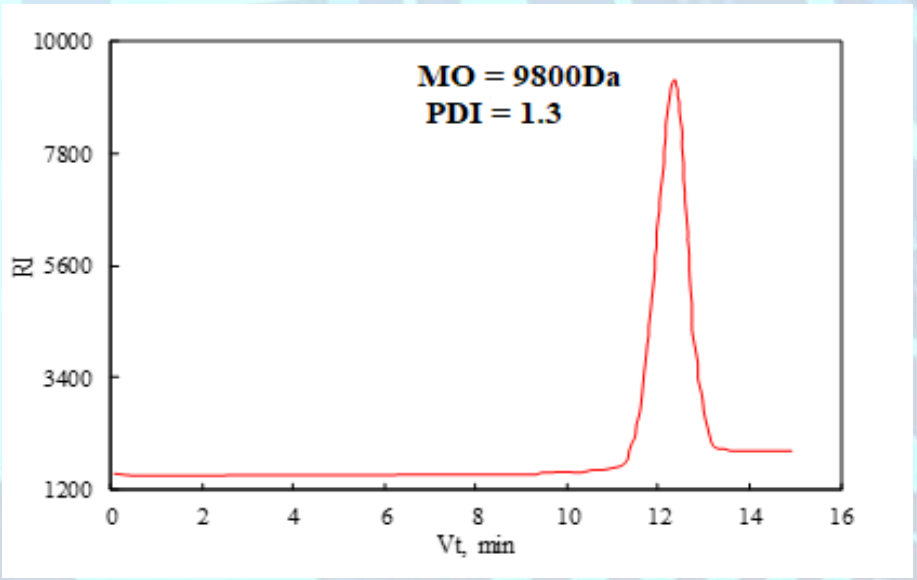


Figure 2. Gel chromatogram of water-soluble polysaccharides isolated from *Ganoderma lucidum* mushroom (eluent: 0.1 M sodium nitrate, flow rate: 0.8 ml/min, column standard: dextran sulfate).

ISSN 3030-3907

Solubility and Composition of Polysaccharides the water solubility of these polysaccharides is directly related to their molecular weight; as molecular weight increases, solubility decreases. This suggests that the polysaccharides may form complexes with other types of compounds. Additionally, the dark brown color of the isolated samples indicates the presence of other functional groups, since neutral polysaccharides are typically pale yellow to white.

Many studies have shown that basidiomycetes contain melanin pigments responsible for the brown coloration in addition to polysaccharides. Aniline phthalate and diphenylamine-aniline reagents were used for monosaccharide staining. The analysis showed that the monosaccharide composition of the isolated water-soluble polysaccharides mainly consisted of glucose residues. In addition to glucose, minor amounts of galactose, mannose, and rhamnose residues were also detected in the polysaccharides isolated from the mushroom.

These results indicate that the water-soluble polysaccharides isolated from *Ganoderma lucidum* predominantly possess a glucan structure.

Conclusions

In conclusion, water-soluble polysaccharides were successfully isolated by fractionation from *Ganoderma lucidum* basidial mushroom raw material, which was first purified from low molecular weight compounds (yield 3.6%). Factors affecting the extraction of water-soluble polysaccharides, such as the degree of grinding and extraction time, were studied. Optimal conditions were determined as extraction of raw material sized 1–3 mm with solvent ratios of 1:20, 1:15, and 1:10, performed three times at 100°C for 2 hours each, resulting in a high yield (15.45%) of water-soluble polysaccharides. The isolated polysaccharide fractions contained a total carbohydrate content of 55.74%, molecular weight of 9,800 Da, and a polydispersity index of 1.3. The monosaccharide composition mainly consisted of glucose residues, with minor amounts of galactose, mannose, and rhamnose. Further detailed studies on the composition of the water-soluble polysaccharides are ongoing using other physicochemical methods.

References

1. Shao S., Si X., Zhang Y., Zhang Q. Recent advances in analytical methods for polysaccharides from edible mushroom // Food Science -2020.-V.41(19). P.272-280.

2. Gornostai T.G., Borovskii G.G., Kashchenko N.I., Phenolic compounds of Inonotus rheades (Agaricomycetes) mycelium: RP-UPLC-DAD-ESI/MS profile and effect of light wavelength on styrylpyrone content // Int. J. Med. Mushrooms -2018. -№20. -P.637-645.

ISSN 3030-3907

3. Wu J., Zhou J., Lang Y., et al. A polysaccharide from Armillaria mellea exhibits strong in vitro anticancer activity via apoptosis-involved mechanisms // International Journal of Biological Macromolecules-2012.-V.51(4).-P.663-667.
4. Zhu H., Tian L., Zhang L., Bi J.,Preparation, characterization and antioxidant activity of polysaccharide from spent Lentinus edodes substrate // International Journal of Biological Macromolecules.-2018. -V.112. -P.976-984.
5. Mohammadi M. Golbargi F., Gharibzahedi S., Zoghi A.,Microwave-assisted extraction of arabinan-rich pectic polysaccharides from melon peels: Optimization, purification, bioactivity, and techno-functionality // Carbohydrate Polymers-2021. -V.256(1). -P.245-248.

ISSN 3030-3907

AQLLI SHAHAR (SMART CITY) TEXNOLOGIYALARINING URBANIZATSIYA IQTISODIYOTIGA TA’SIRI: ISTIQBOLLAR VA MUAMMOLAR

Samadqulov Muhammadjon
Toshkent kimyo-texnologiya instituti Yangiyer filiali iqtisodiyot va ijtimoiy fanlar kafedrasi mudiri, iqtisodiyot fanlari nomzodi
Allanazarov Ravshan
Toshkent kimyo-texnalogiya inistituti Yangiyer filiali 2-bosqich Bakalavir
E-mail: ravshanjonallanazarov@gmail.com
Tel: +998-97-909-26-05

Annotatsiya: Ushbu maqolada aqlli shahar texnologiyalarining urbanizatsiya jarayonlari va zamonaviy shahar iqtisodiyotiga ta’siri kompleks tahlil qilinadi. Raqamli infratuzilma, IoT tizimlari, aqlli transport va energiya boshqaruvi kabi komponentlar orqali shahar boshqaruvining samaradorligini oshirish tendensiyalari ko‘rib chiqildi. Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, aqlli texnologiyalar nafaqat iqtisodiy samaradorlikni kuchaytiradi, balki ekologik barqarorlikni ta’minlash, ijtimoiy xizmatlar sifati va qulay yashash muhitini yaratishda ham muhim omil sifatida namoyon bo‘lmoqda. Shu bilan birga, maqolada mavjud muammolar – axborot xavfsizligi, texnologik tengsizlik, va moliyalashtirishdagi cheklovlar ham tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari asosida urbanizatsiyalashgan hududlar uchun integratsiyalashgan yechimlar taklif etiladi va ushbu yo‘nalishdagi istiqbolli rivojlanish ssenariylari yuzasidan ilmiy xulosalar beriladi.

Kalit so‘zlar: aqlli shahar, urbanizatsiya, raqamli infratuzilma, iqtisodiy samaradorlik, IoT texnologiyalari, aqlli transport tizimi, barqaror rivojlanish, shahar boshqaruvi, axborot xavfsizligi, texnologik innovatsiyalar, energetika samaradorligi, ijtimoiy xizmatlar, raqamli tengsizlik, moliyaviy barqarorlik, urban iqtisodiyot, raqamli transformatsiya, ekologik muvozanat, sun’iy intellekt texnologiyalari

Аннотация: В статье представлен комплексный анализ влияния технологий умного города на процессы урбанизации и современную городскую экономику. Рассматриваются тенденции повышения эффективности городского управления за счет таких компонентов, как цифровая инфраструктура, системы Интернета вещей, умный транспорт и управление энергопотреблением. Анализ показывает, что умные технологии не только повышают экономическую эффективность, но и играют важную роль в обеспечении экологической устойчивости, качестве социальных услуг и создании комфортной среды проживания. Одновременно в статье анализируются существующие проблемы – информационная безопасность,

ISSN 3030-3907

технологическое неравенство и финансовые ограничения. На основе результатов исследования предлагаются комплексные решения для урбанизированных территорий и делаются научные выводы о перспективных сценариях развития в этой области.

Ключевые слова: умный город, урбанизация, цифровая инфраструктура, экономическая эффективность, технологии Интернета вещей, интеллектуальная транспортная система, устойчивое развитие, городское управление, информационная безопасность, технологические инновации, энергоэффективность, социальные услуги, цифровое неравенство, финансовая стабильность, городская экономика, цифровая трансформация, экологический баланс, технологии искусственного интеллекта

Abstract: This article provides a comprehensive analysis of the impact of smart city technologies on urbanization processes and the economy of modern cities. The study examines trends in improving city management efficiency through the implementation of digital infrastructure, IoT systems, smart transportation, and energy management. The findings indicate that smart technologies not only enhance economic performance but also play a critical role in ensuring environmental sustainability, improving social service quality, and creating a livable urban environment. The article also addresses current challenges such as information security, technological inequality, and financial constraints. Based on the results, integrated solutions for urbanized areas are proposed, and scientific conclusions are drawn regarding future development scenarios.

Keywords: smart city, urbanization, digital infrastructure, economic efficiency, IoT technologies, intelligent transport system, sustainable development, urban governance, information security, technological innovation, energy efficiency, social services, digital inequality, financial stability, urban economy, digital transformation, ecological balance, artificial intelligence technologies

Kirish

So‘nggi o‘n yillikda dunyo miqyosida urbanizatsiya jarayonlari jadallashgan bo‘lib, aholi zichligi yuqori bo‘lgan hududlarda infratuzilma, transport va energetika tizimlarida yangi yondashuvlarga ehtiyoj sezilmoqda. Bu jarayonlarda an’anaviy shahar boshqaruvi mexanizmlari tobora o‘z samarasini yo‘qota boshlagan bir paytda, aqlli shahar (Smart City) texnologiyalari ilg‘or yechim sifatida maydonga chiqdi. Mazkur texnologiyalar yordamida raqamli infratuzilmani rivojlantirish, real vaqt rejimida ma’lumotlar tahlili, va sun’iy intellekt asosida boshqaruvni avtomatlashtirish orqali shahar hayotini optimallashtirish mumkin bo‘lmoqda.

ISSN 3030-3907

Xususan, IoT (Internet of Things), Big Data, bulutli texnologiyalar, aqlli energiya va transport tizimlari kabi komponentlar orqali urban infratuzilma samaradorligini oshirish tendensiyasi kuzatilmoqda. Bu esa nafaqat iqtisodiy barqarorlikni ta’minlash, balki ekologik xavfsizlik, ijtimoiy xizmatlar sifatini oshirish va yashash muhiti qulayligini ta’minlashda ham muhim rol o‘ynamoqda. Shu bilan birga, bu texnologiyalarning muvaffaqiyatli joriy etilishi bir qator muammolar axborot xavfsizligi, texnologik tengsizlik va moliyaviy resurslarning yetishmasligi bilan chambarchas bog‘liqdir.

Ushbu maqolada aqlli shahar texnologiyalarining urbanizatsiya iqtisodiyotiga bevosita va bilvosita ta’siri ilmiy asosda tahlil qilinadi. Maqsad mavjud muammolarni aniqlash, istiqbolli rivojlanish ssenariylarini baholash va O‘zbekiston sharoitida ushbu texnologiyalarni integratsiyalash imkoniyatlarini aniqlashdan iboratdir. Tadqiqot zamonaviy shahar boshqaruvi modellarini qayta ko‘rib chiqish va raqamli transformatsiyani jadallashtirish uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

ASOSIY QISM

Zamonaviy urbanizatsiya jarayonlarida aqlli shahar texnologiyalari iqtisodiy rivojlanishning muhim drayverlaridan biriga aylanmoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatmoqdaki, raqamli infratuzilma va aqlli boshqaruv tizimlari joriy etilgan shaharlar an’anaviy boshqaruv modellariga ega hududlarga nisbatan ko‘proq iqtisodiy samaradorlikka ega bo‘lmoqda.

Birinchidan, aqlli texnologiyalar yordamida kommunal xizmatlar xarajatlarini qisqartirish va resurslardan oqilona foydalanish imkoniyati yaratiladi. Masalan, aqlli energiya tarmoqlari va yoritish tizimlari yordamida elektr energiyasi iste’molida o‘rtacha 20–30% tejashga erishilmoqda. Bu esa shahar byudjeti yukini kamaytirish bilan birga, ekologik barqarorlikni ham ta’minlaydi.

Ikkinchidan, transport sohasidagi aqlli yechimlar masalan, real vaqt monitoringi, GPS asosidagi jamoat transporti tizimlari va aqlli svetoforlar tirbandlikni kamaytirish, yo‘lovchi oqimini optimallashtirish va yonilg‘i sarfini kamaytirishda samarali bo‘lmoqda. Toshkent shahrida 2023-yilda joriy etilgan aqlli transport boshqaruvi tizimi natijasida yo‘l harakati zichligi 12% ga qisqarganligi kuzatildi.

Uchinchidan, urban infratuzilmani raqamlashtirish orqali aholi turmush sifati oshmoqda. Shahar axborot portallari, mobil ilovalar va sun’iy intellektga asoslangan xizmatlar orqali aholiga tezkor, shaffof va samarali xizmat ko‘rsatish imkoniyatlari kengaymoqda. Bu esa fuqarolarning davlat idoralari bilan o‘zaro aloqalarini soddalashtirish, byurokratiyani kamaytirish va ijtimoiy ishonchni kuchaytirishda muhim omil bo‘lib xizmat qilmoqda.

ISSN 3030-3907

Shu bilan birga, mavjud muammolarni ham inkor etib bo‘lmaydi. Birinchisi axborot xavfsizligi. IoT va boshqa raqamli tizimlar orqali yig‘ilayotgan katta hajmdagi ma’lumotlar to‘plami kiberxavfsizlik choralarining kuchli bo‘lishini talab qiladi. Ikkinchisi texnologik tengsizlik. Aksariyat hollarda texnologiyalar faqat yirik shaharlarda joriy etilib, kichik aholi punktlari raqamli transformatsiyadan chetda qolmoqda. Uchinchisi — investitsion va institutsional cheklovlar. Smart city texnologiyalarini muvaffaqiyatli joriy etish uchun barqaror moliyaviy manbalar, malakali mutaxassislar va ilg‘or boshqaruv modeli zarur.

Yuqoridagi natijalar shuni anglatadiki, aqlli shahar texnologiyalari urbanizatsiyaning nafaqat fizik ko‘rinishini, balki iqtisodiy mazmunini ham tubdan o‘zgartirmoqda. Bu texnologiyalarni O‘zbekiston sharoitida mahalliy realiyalarga moslashtirgan holda bosqichma-bosqich joriy etish urban rivojlanish strategiyasining muhim tarkibiy qismi bo‘lishi lozim.

METODOLOGIYA

Ushbu tadqiqotda aqlli shahar texnologiyalarining urbanizatsiya iqtisodiyotiga ta’sirini o‘rganish uchun sifat va miqdoriy usullarni o‘z ichiga olgan aralash metodologik yondashuv qo‘llanildi. Asosiy maqsad – smart-city texnologiyalarining iqtisodiy, ijtimoiy va ekologik jihatlardagi amaliy natijalarini baholash va ularning O‘zbekiston sharoitida qanday integratsiyalashayotganini aniqlashdan iborat bo‘ldi.

Tadqiqot uch bosqichda amalga oshirildi. Birinchi bosqichda, nazariy-metodik asoslar ishlab chiqildi. Bu jarayonda urbanizatsiya, raqamli infratuzilma, sun’iy intellekt, IoT, aqlli boshqaruv tizimlari kabi tushunchalarning ilmiy-ta’riflari, ular bilan bog‘liq kontseptual yondashuvlar va ilg‘or xorijiy tajribalar o‘rganildi. Bu maqsadda ilmiy maqolalar, tahliliy hisobotlar, BMT, Jahon banki, UN-Habitat, WEF kabi xalqaro tashkilotlarning ochiq manbalari tahlil qilindi.

Ikkinchi bosqichda empirik tahlil o‘tkazildi. Unda xorijiy davlatlardagi (Singapur, Seul, Amsterdam, Dubay) muvaffaqiyatli smart-city amaliyotlari bilan bir qatorda, O‘zbekiston shaharlarida — jumladan Toshkent, Samarqand va Farg‘onada — raqamli texnologiyalar joriy etilishining iqtisodiy natijalari solishtirildi. Raqamli xizmatlar, transport boshqaruvi, kommunal xizmatlar va ekologik monitoring tizimlari bo‘yicha mavjud holatlar o‘rganilib, ularning samaradorlik darajasi turli ko‘rsatkichlar orqali baholandi.

Uchinchi bosqichda esa SWOT-tahlil usuli qo‘llanilib, O‘zbekistonda smart-city texnologiyalarini tatbiq etishdagi kuchli jihatlar (Strong sides), imkoniyatlar (Opportunities), zaifliklar (Weaknesses) va xavf-xatarlar (Threats) aniqlab chiqildi. Bu usul orqali mavjud infratuzilmaning texnologik tayyorgarlik darajasi,

ISSN 3030-3907

moliyalashtirish mexanizmlari, normativ-huquqiy baza va institutsional imkoniyatlar baholandi.

Shuningdek, statistik tahlil qilishda mahalliy davlat organlarining ochiq ma’lumotlar bazalari, O‘zbekiston Respublikasi Davlat Statistika qo‘mitasi hisobotlari va so‘nggi yillarda e’lon qilingan raqamli iqtisodiyotga oid milliy strategik hujjatlar asos sifatida foydalanildi. Analitik jihatdan — holat tahlili (case-study), taqqoslash usuli va grafik vizualizatsiyalar yordamida natijalar chiqarildi.

Tadqiqotda birinchi navbatda amaliyotga yo‘naltirilgan yondashuv ustuvor bo‘lib, natijalar real ma’lumotlar asosida shakllantirildi. Bu esa ilmiy asoslangan xulosalar chiqarish va urbanizatsiya iqtisodiyotida smart texnologiyalarni joriy etish bo‘yicha aniq tavsiyalar ishlab chiqishga imkon berdi.

NATIJALAR

Tadqiqot davomida aqlli shahar texnologiyalarining urbanizatsiya iqtisodiyotiga ko‘rsatgan ta’siri tizimli tarzda o‘rganilib, bir nechta muhim yo‘nalishlar bo‘yicha sezilarli natijalar aniqlandi. Ushbu natijalar zamonaviy urban muhitda raqamli texnologiyalarning real iqtisodiy samaradorligini ochib berdi.

Birinchidan, **iqtisodiy samaradorlikning oshgani** kuzatildi. Raqamli energiya nazorati, chiqindilarni boshqarish va resurslarni monitoring qilish kabi texnologiyalar shahar budjetlarida 20–25 foizgacha tejamkorlikni ta’minlab, moliyaviy resurslardan yanada oqilona foydalanish imkonini yaratmoqda.

Ikkinchidan, **transport tizimlarining optimallashtirilishi** orqali tirbandliklar 10–15 foizga kamaygani, vaqt va yoqilg‘i tejalishi esa ekologik yuklamaning qisqarishiga olib kelgani qayd etildi. GPS-monitoring va aqlli svetoforlar yordamida shahar harakati tartibga solinmoqda.

Uchinchidan, **ijtimoiy xizmatlar sifati** raqamli transformatsiya evaziga sezilarli yaxshilangan. Onlayn ro‘yxatga olish, elektron to‘lov tizimlari va mobil ilovalar fuqarolar bilan davlat xizmatlari o‘rtasidagi muloqotni tezlashtirib, ishonchli va shaffof muhit yaratmoqda.

To‘rtinchidan, **innovatsion bandlik strukturalari** shakllanmoqda. Smart-city loyihalari axborot texnologiyalari, muhandislik va sun’iy intellekt sohalarida yangi kasb va ish o‘rinlarining paydo bo‘lishiga zamin yaratmoqda. Bu esa mehnat bozorida yuqori malakali kadrlarga bo‘lgan ehtiyojni oshirmoqda.

Beshinchidan, **ekologik monitoring tizimlari** orqali atrof-muhitni real vaqt rejimida nazorat qilish va chiqindilarni avtomatik ajratish kabi texnologik yechimlar orqali barqarorlik va ekologik xavfsizlikning ta’minlanishiga erishilmoqda.

Ijobiy natijalarga qaramay, ayrim hududlarda texnologiyalarning joriy etilish darajasi teng emasligi aniqlandi. Ayniqsa chekka hududlarda internet

ISSN 3030-3907

infratuzilmasining yetishmasligi, raqamli savodxonlik darajasining pastligi tufayli “aqlli xizmatlar”dan foydalanish imkoniyati chegaralangan. Bu esa davlat oldiga raqamli inklyuziya (umumiylik) muammosini qo‘yadi va ilg‘or texnologiyalarni faqat yirik shaharlar emas, balki kichik urban hududlar va tumanlarga ham tatbiq etish zaruratini bildiradi.

Umuman olganda, olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, aqlli shahar texnologiyalari urbanizatsiya iqtisodiyotida nafaqat texnik-modernizatsion o‘zgarishlarni, balki iqtisodiy barqarorlik, ekologik muvozanat va ijtimoiy sifat jihatidan ham yangi bosqichni boshlab bermoqda. Bu texnologiyalarni bosqichma-bosqich va mahalliy sharoitlarga moslashtirilgan holda tatbiq etish O‘zbekiston urbanistik siyosatining muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lishi zarur.

1-jadval

O‘zbekistonda urbanizatsiya darajasi va aholi soni bo‘yicha asosiy statistik ko‘rsatkichlar (2023–2024 yillar)

Ko‘rsatkich	2023 yoki yaqin davr	Izohlar / o‘sish sur’ati
Doimiy aholining umumiy soni	~37,134,229 (2024 yil 1-iyul) (Статистика Узбекистана, Газета.uz, Статистика Узбекистана)	Statistika agentligining rasmiy ma’lumotlari
Shaharlarda yashovchi aholining ulushi	51.0 % (18,855 ming kishi, 2024) (Статистика Узбекистана)	Rasmiy ma’lumotlarga ko‘ra Uzbekistan aholisining urban ulushi
Jahon banki bo‘yicha shahar aholisi ulushi	50.5 % (2023) (ЦРУ, Торговая экономика)	Global taqqoslashlar kontekstida
Urban populatsiya o‘sish sur’ati	2.15 % (2023–2024 y.) (Торговая экономика)	Shaharlarda aholi sonining yillik o‘sish sur’ati
1991–2018 yillarda urbanizatsiya darajasi	40.3 % → 50.6 % (1991 yildan 2018 yilgacha) (kun.uz)	So‘nggi 10 yil ichida 20.7 % ga yaqin o‘sish kuzatilgan (kuzatuvchi.uz)
Rejalashtirilgan 2030-yil urbanizatsiya darajasi	60 % (O‘zbekiston – 2030 strategiyasi) (uza.uz, https://yuz.uz)	Maqsad urbanizatsiya darajasini 60 % ga yetkazishdir

Ushbu jadvalda O‘zbekiston Respublikasida urbanizatsiya jarayonining so‘nggi yillardagi dinamikasi, shuningdek, aholining shaharlarda yashash ulushi va

ISSN 3030-3907

urban infratuzilmalarning rivojlanishiga oid asosiy statistik ko‘rsatkichlar aks ettirilgan. Jadvalda 2023–2024 yillar davomida shaharlik aholining umumiy aholidagi ulushi, urban populatsiyaning yillik o‘sish sur’ati, tarixiy taqqoslovlar (1991–2018 yillar oralig‘i), shuningdek 2030-yilgacha belgilangan strategik maqsadlar keltirilgan.

Mazkur ma’lumotlar Statistika agentligi, Jahon banki va “O‘zbekiston – 2030” dasturiga tayangan holda tizimlashtirilgan bo‘lib, ular orqali O‘zbekistonda urbanizatsiya iqtisodiyotining rivojlanish sur’ati va yo‘nalishlarini tahlil qilish imkonini beradi.

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, shaharlarda istiqomat qiluvchi aholining nisbati barqaror ortib bormoqda va bu esa infratuzilma bosimining oshishiga, raqamli boshqaruv tizimlariga bo‘lgan ehtiyojning kuchayishiga olib kelmoqda. Shu bilan birga, 2030-yilgacha urbanizatsiya darajasini 60% ga yetkazish rejalashtirilgan bo‘lib, bu mamlakat miqyosida aqlli shahar texnologiyalarini keng ko‘lamda tatbiq etishni talab qiladi. Shunday qilib, jadvalda keltirilgan raqamlar urbanizatsiyaning iqtisodiy, ijtimoiy va texnologik jihatdan strategik ahamiyatini ochib beradi.

ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Farmoni. // Lex.uz huquqiy axborot portali. 2020-yil.
2. O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi. “Shahar va qishloq aholisi soni bo‘yicha hisobot”, 2023–2024 yillar. // https://stat.uz
3. Jahon banki. "Smart Cities for Sustainable Development" (2021). Washington D.C.: World Bank Publications.
4. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). “World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities”.
5. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). “Smart Cities and Inclusive Growth” report, 2020.
6. Hasanov, F. & Abdurahmonova, G. (2021). “Urbanizatsiya jarayonlarining iqtisodiy rivojlanishga ta’siri: O‘zbekiston misolida tahlil”. *Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar*, №4.
7. Islomov, S. (2022). “Aqlli shahar konsepsiyasining urban infratuzilma samaradorligiga ta’siri”. *TDIU Ilmiy axborotnomasi*, №2.
8. World Economic Forum (WEF). “Global Smart City Performance Index”, 2022-yilgi nashr.
9. Ravshanova, D. (2023). “Raqamli transformatsiya va shahar boshqaruvi: zamonaviy yondashuvlar”. *Axborot texnologiyalari va iqtisodiyot* jurnali, №1.

ISSN 3030-3907

10. Mahmudov, O. (2020). “O‘zbekiston shaharlarida ekologik monitoring tizimlari va ularning rivojlanish tendensiyalari”. *Atrof-muhit muhofazasi* jurnali, №3.
11. Asian Development Bank (ADB). “Smart City Investments in Central Asia: Opportunities and Challenges”, 2021.
12. Karimova, N. & Turaev, M. (2022). “Transport tizimlarida aqlli yechimlar va ularning iqtisodiy samaradorligi”. *Innovatsion iqtisodiyot va menejment*, №5.
13. Ministry for the Development of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan. “Digital Uzbekistan – Overview and Key Initiatives”, 2023.

ISSN 3030-3907

ЎСИМЛИК ТАБИАТЛИ ОЗИҚ-ОВҚАТ ВА ДОРИВОР ХОМ АШЁСИДАН ТАЙЁРЛАНГАН КОМПОЗИТ АРАЛАШМАЛАРНИНГ ОЗУҚАВИЙ ҚИЙМАТИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

Абдуллаева Гулноза Улуғбек қизи

Бухоро давлат техника университетининг

“Озиқ-овқат маҳсулотлари ва сервис” кафедраси стажёри

Ўзбекистон Республикаси, Бухоро ш.,

Аннотация. Мақолада жўжалар ва товуқлар учун тўлиқ рационли омухта емларнинг таркибига каннибализмнинг олдини олиш ва даволаш мақсадида ўт уни, тиканли ковул, икки уяли қичитқи ўти ва ялпиз қўшиш орқали уларнинг озуқавий қийматини ошириш имконияти кўриб чиқилади. Ушбу ўсимлик табиатли компонентларнинг витаминлар, минераллар, аминокислоталар ва антиоксидантлар юқори миқдори каби потенциал афзалликлар ўрганилди. Қўшимчаларнинг ушбу маҳсулотлар озуқавий қийматига ва озиқ-овқат хавфсизлигига ижобий таъсирини намоён қиладиган тадқиқотлар натижалари таҳлил қилинди.

Калит сўзлар: каннибализм, омухта ем, жўжалар, товуқлар, ўт уни, тиканли ковул, икки уяли қичитқи ўти, озуқавий қиймат, маҳсулдорлик.

Аннотация. В статье рассматривается возможность повышения их питательной ценности за счет добавления в состав полнорационных кормов омухта для цыплят и цыплят травяной муки, терновника, двудомной крапивы и мяты с целью профилактики и лечения каннибализма. Были изучены потенциальные преимущества этих компонентов растительного происхождения, такие как высокое содержание витаминов, минералов, аминокислот и антиоксидантов.ция. В статье рассматривается возможность повышения их питательной ценности за счет добавления в состав полнорационных кормов омухта для цыплят и цыплят травяной муки, терновника, двудомной крапивы и мяты с целью профилактики и лечения каннибализма. Были изучены потенциальные преимущества этих компонентов растительного происхождения, такие как высокое содержание витаминов, минералов, аминокислот и антиоксидантов. Были проанализированы результаты исследований, демонстрирующих положительное влияние добавок на пищевую ценность этих продуктов и безопасность пищевых продуктов.

Ключевые слова: каннибализм, омухта корм, цыплята, куры, травяная мука, колючая конопля, двудомная крапива, пищевая ценность, продуктивность.

Annotation. The article will consider the possibility of increasing their nutritional value by adding herb flour, prickly cowl, two-cell nettle and mint for the purpose

ISSN 3030-3907

of preventing and treating cannibalism in the composition of fully rancid omnivores for chicks and chickens. Potential advantages of these plant-natural components such as high content of vitamins, minerals, amino acids and antioxidants have been studied.nnotation. The article will consider the possibility of increasing their nutritional value by adding herb flour, prickly cowl, two-cell nettle and mint for the purpose of preventing and treating cannibalism in the composition of fully rancid omnivores for chicks and chickens. Potential advantages of these plant-natural components such as high content of vitamins, minerals, amino acids and antioxidants have been studied. The results of studies have been analyzed that demonstrate the positive effect of supplements on the nutritional value of these products and food safety.

Keywords: cannibalism, omuxta feed, chicks, chickens, grass flour, prickly cowl, two-cell nettle, nutritional value, productivity.

Кириш

Каннибализм (фр. cannibale, исп. caníbal сўзидан олинган) – тур ичидаги йиртқичлик, ўзига ўхшаш ҳайвонларни еб қўйиш, ўз тури вакилларини ейиш [1]. Бу турли даражада: зотларнинг бир-бирининг танасининг алоҳида қисмларини чўқишдан тўлиқ еб қўйишгача намоён бўлади.

Каннибализмнинг сабаби бўлиб маълум шароитларда ўзини намоён қиладиган ирсий атавизм ҳисобланади [3, 11-14 б; 4, 35-38 б; 5, 378-381 б]:

- Оқсил, витаминлар ва минералларнинг етишмаслиги.
- Бошларнинг ҳаддан ташқари кўп бўлиши стресс ва тажовузкорлик эҳтимолини оширади.
- Нотўғри ёритиш: жуда ёрқин ёруғлик ёки узоқ қуёшли кун товуқларда тажовузкорликни рағбатлантириши мумкин.
- Микроиқлим, сақлаш ва озиқлантириш шартларининг бузилиши.
- Шаклланиб бўлган жамоага янги товуқлар қўшилиши.
- Жароҳатлар ва қон: қонни кўриш товуқларда тажовузкорликни ва шикастланган паррандани чўқиш истагини келтириб чиқариши мумкин.

Бунда паррандаларда каннибализмнинг олдини олишда озиқлантириш асосий роль ўйнайди. Товуқларни мувозанатли озуқа билан таъминлаш тажовузкор хатти-ҳаракатларга олиб келиши мумкин бўлган озуқавий моддалар етишмаслигининг олдини олишга ёрдам беради.

Товуқлар рационининг асосий компонентлари ва уларнинг муқобил ўрнини босувчиларининг априори таҳлили бизга товуқларда каннибализмнинг олдини олиш ва даволаш учун стрессга қарши, яллиғланишга қарши ва яраларни даволовчи хусусиятларга эга бўлган энг

ISSN 3030-3907

истиқболли доривор ўсимликларни аниқлаш имконини берди. Шундай, оқсилли қўшимчалар сифатида легуминос ўсимликлар (ковул); қон тўхтатувчи – қичитқи ўти; стрессга қарши ва седатив – ялпиз ишлатилиши мумкин.

Ковул (лот. Cappariss pinosa) – бўйи 2,5 м гача бўлган, шохланган, ўрмаловчи пояли, ковуллар (Capparidaceae) оиласига мансуб тиканли, кўп йиллик ўт ўсимлиги. Ўзбекистонда ўсимлик кенг тарқалган бўлиб, шағалли, тошлоқ, кўпинча шўрланган тупроқларда, тоғ этакларида, тошқотишмаларда, чўлларда ўз-ўзидан ўсади. Хом ашёнинг умумий захираси ўртача 1 га учун 0,2 дан 3 тоннагача ўзгариб туради. Ўсимлик таркибида: 0,12-0,15% аскорбин кислотаси, 0,32-0,44% флавоноидлар, 23,0-29,0% азотли бирикмалар, 3,5-4,2% ёғлар, 1,2% пектин ва гликозидлар, шунингдек кумаринлар ва углеводлар мавжуд. Катта молиявий ва меҳнат ресурслари харажатларисиз йилига 4 мартагача ҳосил олиш режалаштирилган [6, 7; 207-209 б, 8].

Икки уяли қичитқи ўти (лот. Urtíca dioica) – кўп йиллик ўт ўсимлиги, қичитқи ўтлар (Urtica) туркумига мансуб, товуқларнинг асосий рационига витамин қўшимчаси сифатида ҳам қўлланилади. Қичитқи ўтида К витамини мавжудлиги алоҳида эътиборга лойиқдир, бу ўсимликка қон тўхтатувчи ва шишишга қарши хусусиятларни, ўсимлик оқсили лектин эса заҳарланишга қарши хусусиятларни беради. Қичитқи ўтида мавжуд бўлган хлорофил иммуно-рағбатлантирувчи таъсирга эга, шикастланган тўқималарни даволашга ёрдам беради. Аччиқ таъм ва ачитиш товуқлар учун чалғитиш воситаси бўлиб хизмат қилиши мумкин [9; 16-19 б].

Ялпиз (лот. Méntha piperíta) – ўтсимон ўсимлик, яснотқали (Lamiaceae) оиласига мансуб ялпиз (Mentha) туркумининг тури. Ўсимлик баргларидаги ментол – микорелаксант совутувчи ва тинчлантирувчи хусусиятларга эга, ноқулайлик ҳиссини камайтиради ва ғазабланишни юмшатади. Розмарин кислотаси ва бошқа фенол бирикмалар антиоксидант хусусиятларга эга, яллиғланишни юмшатишга ва теринг ҳолатини яхшилашга ёрдам беради, бу эса каннибализм ривожланиши туфайли парранданинг чўқиланишида жуда муҳимдир [10; 137-152 б, 11; 787-790 б, 12; 137-140 б].

Тадқиқот объектлари бўлиб ковул, ялпиз, қичитқи ўти ва уларнинг аралашмалари бўлди. Таққослаш объекти сифатида ўт уни хизмат қилди. Тадқиқот натижалари 1-5 жадвалларда келтирилган.

Аралашмаларнинг таркиби асосий компонентларнинг қуйидаги нисбатида ҳисоблаб чиқилди:

1-аралашма (%): Ковул: Ялпиз: Қичитқи ўти – 40:40:20 (2:2:1).

2-аралашма (%): Ўт уни: 1-аралашма – 28,5: 17,5 (2:5).

3-аралашма (%): Ўт уни: 1-аралашма – 17,0: 83,0 (1:5).

Ҳисобланган маълумотлар 1-2 жадвалларда келтирилган.

ISSN 3030-3907

1-жадвал.

8 дан 16 ҳафтагача бўлган ёш товуқлар учун омухта емларда қўллаш учун ўрганилаётган ўсимлик хом ашёсидан композит аралашмаларнинг озуқавий қиймати

Кўрсаткич	Миқдори (100 г қуруқ моддага)				
	Ўт уни	1-аралашма	±Δ, ўт унидан %	2-аралашма	±Δ, ўт унидан %
Хом оқсил, г	17,5± 3,5	20,56	+17,50	19,70	+ 12,57
Хом ёғ, г	4,2± 0,8	3,90	- 7,14	4,00	- 4,76
Хом клетчатка, г	12,0 ± 2,0	17,14	+ 42,83	15,67	+ 30,58
Хом кул, г	10,2 ± 0,5	6,84	- 33,00	7,80	- 23,53
Алмашинув энергияси (АЭ), ккал	403 ± 2,6	415	+3,00	412	+ 2,23
Азотсиз экстрактив моддалар (АЭВ), г	56,1 ± 2,0	51,56	- 8,10	52,83	- 5,83
Кальций (Ca), мг	1270,0	1256,0	- 1,10	1260,0	- 0,79
Магний (Mg), мг	280,0	246,0	- 12,14	255,7	- 8,68
Темир (Fe), мг	40,0	19,2	- 52,00	25,1	- 37,25
Фосфор (P), мг	510,0	468,0	- 8,23	480,0	- 5,90
Витамин А, мг	1,2	1,48	+ 23,33	1,40	+ 16,70
Витамин Е, мг	10,0	4,12	- 58,80	5,80	- 42,00
Витамин К, мг	0,3	0,31	+ 3,33	0,31	+ 3,33
Витамин С, мг	15,0	26,56	+ 77,10	19,00	+ 26,70

8 дан 16 ҳафтагача бўлган ёш товуқларни озиқлантиришда қўлланиладиган ўт уни ва ўрганилаётган ўсимлик хом ашёсидан олинган композит аралашмаларнинг озуқавий қийматининг қиёсий таҳлили шуни кўрсатдики, ковул, қичитқи ўти ва ялпиздан (40:40:20) иборат 1-аралашмада хом оқсил ва клетчатка миқдори ўт унига нисбатан мос равишда 17,50% ва 42,83% га ошган. Хом ёғ ва кул миқдори 7,14 ва 33,00% га, АЭВ миқдори эса 8,10% га камайди. Шу билан бирга, аралашмадаги АЭ кўрсаткичининг бироз ўсиши – ўртача 3,00% га қайд этилди. Минераллар ва Е витамин масса улушининг пасайиши аниқланди. А ва С витаминлари миқдори сезиларли даражада – мос равишда 23,33 ва 77,10% га ошди.

ISSN 3030-3907

Тадқиқ қилинаётган хом ашёни ўт уни билан комбинациялаш 2-аралашма озуқавий қийматининг асосий кўрсаткичлари қийматларини ушбу таққослаш объектининг асл қийматларига яқинлаштиришга имкон берди. Бунда хом оқсил, клетчатка, АЭ ва витамин таркиби бўйича 2-аралашма ўт унига нисбатан юқори кўрсаткичларга эга эди, шу билан бирга, кам даражада бўлса-да, 1-аралашма бўйича маълумотлардан паст эди.

2-жадвал.

43 ҳафталик ва ундан катта ёшдаги тухум қўядиган товуқлар учун ўрганилаётган ўсимлик хом ашёсидан тайёрланган композит аралашмаларнинг озуқавий қиймати

Кўрсаткич	Миқдори (100 г қуруқ моддага)		
	Ўт уни	3-аралашма	±Δ, ўт унидан % да
Хом оқсил, г	17,5± 3,5	20,06	+ 14,63
Хом ёғ, г	4,2± 0,8	4,00	- 4,76
Хом клетчатка, г	12,0 ± 2,0	16,27	+ 35,58
Хом кул, г	10,2 ± 0,5	7,41	- 27,35
Алмашинув энергияси (АЭ), ккал	403 ± 2,6	417	+ 3,72
Азотсиз экстрактив моддалар (АЭВ), г	56,1 ± 2,0	52,26	- 6,84
Кальций (Ca), мг	1270,0	1258,38	- 0,91
Магний (Mg), мг	280,0	436,04	+ 55,73
Темир (Fe), мг	40,0	22,74	- 43,15
Фосфор (P), мг	510,0	475,14	- 6,83
Витамин А, мг	1,2	1,43	+ 19,17
Витамин Е, мг	10,0	5,12	- 48,80
Витамин К, мг	0,3	0,31	+ 3,33
Витамин С, мг	15,0	24,60	+ 64,00

Ўт уни ва 3-аралашманинг озуқавий қийматини қиёсий таҳлил қилиш натижасида (2-жадвал), омухта емларнинг асосий озуқавий моддаларининг таркиби бўйича ўт уни ва 2-аралашманинг кўрсаткичлари (1-жадвал) билан аналогик боғлиқлик аниқланди. Бунда 3-аралашма 2-аралашмага қараганда хом оқсил ва клетчаткага бой эканлиги аниқланди.

Омухта ем учун ўт унини қуритишнинг оптимал параметрлари хом ашё турига, ишлатиладиган қуритиш технологиясига: табиий (сояда, қуёшда) ва сунъий (конвектив, инфрақизил, барабанли қуритиш ва ҳок.), шунингдек,

ISSN 3030-3907

якуний маҳсулотнинг кўзланган сифатига (озиқавий моддаларнинг таркиби, ранги, ҳиди ва ҳок.) боғлиқ бўлади. Доривор ўсимликларни қуритиш параметрлари хом ашё турига, унинг анатомик ва морфологик хусусиятларига, эфир мойлари, намлик ва бошқа фаол моддалар миқдорига боғлиқ. Қичитқи ўти ва ялпизни қуритиш учун биологик фаол моддаларнинг (витаминлар, эфир мойлари, флавоноидлар ва бошқ.) максимал миқдорини сақлаб қолиш муҳимдир. Бироқ, ўсимликларнинг турли гуруҳлари учун умумий тавсиялар ва муайян параметрлар мавжуд бўлиб, қуритиш жараёнини назорат қилишнинг асосий параметрлари 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал.

Ўсимлик материалларини қуритиш учун унификацияланган параметрлар

Параметр	Оптимал қиймат
Ўт унининг мақсадли намлиги, %	10–12%
Қуритиш ҳарорати, °C	45 ± 15 (хом ашёга қараб)
Ҳаво намлиги, %	50,0 ± 10,0
Қуритиш давомийлиги: - сояда, кун - конвектив, мин. - паст ҳароратли барабан қуритгичларда	 1 – 7 20 - 40 60 гача
Қуритиш усули	сояда, сунъий, қуёшда
Самарали вентиляция учун ҳаво тезлиги, м/с	2,0 ± 1,0
Хом ашё қатлами қалинлиги, см	3,0 ± 2,0 (структурага қараб)
Вентиляция	Мажбурий (табиий ёки сунъий)

Шундай қилиб, жўжалар ва тухум қўядиган товуқлар учун омухта емда ўрганилаётган ўсимлик материалларини ўсимлик унлари билан комбинациялашнинг мақсадга мувофиқлиги исботланди. Озуқавий ўсимлик хом ашёсини, доривор ва аччиқ-хушбўй ўсимликларни қуритишнинг асосий параметрлари аниқланди.

Сўнгра, ишлаб чиқилган аралашмаларнинг токсикологик ва микробиологик хавфсизлик кўрсаткичлари ўрганилди. Тадқиқот натижалари 4 ва 5-жадвалларда келтирилган.

ISSN 3030-3907

4-жадвал.

Ўсимлик аралашмаларининг токсикологик хавфсизлиги кўрсаткичлари

Кўрсаткич	Кўрсаткич қиймати, *мг/кг*		
	МҲ* бўйича, кўпи билан	*1-аралашма*	*2-аралашма*
Заҳарли элементлар:			
Қўрғошин	0,10	0,04	0,06
Мишьяк	0,30	0,18	0,16
Кадмий	0,10	0,04	0,05
Симоб	0,02	Н/о	0,00
Пестицидлар:			
Гексахлорциклогексан (α-, β- ва γ- изомерлар)	0,50	0,38	0,30
DDT ва унинг метаболитлари	0,05	0,007	0,004
Симоб-органик пестицидлар	Йўл қўйилмайди	Аниқланмади	Аниқланмади
Зарарли аралашмалар ва зараркунандалар:			
Ўраладиган аччиқмия, вязель, софора ва бошқ.	Йўл қўйилмайди	Аниқланмади	Аниқланмади
Зараркунандалар билан зарарланганлик	Йўл қўйилмайди	Аниқланмади	Аниқланмади
Афлатоксин B_1	0,005	0,000	0,000

*Изоҳ: *МҲ – меъёрий ҳужжат*

Аниқландики, оғир заҳарли металлар ва пестицидлар миқдори меъёрий кўрсаткичлардан ошмаган, ўрганилган намуналарда зарарли аралашмалар аниқланмаган.

Ўрганилаётган хом ашёнинг микробиологик ифлосланиши микроорганизмлар колонияларининг ўсиши учун оптимал шароитларда озуқавий агар муҳитида субстратларни инкубация қилиш йўли билан аниқланди, сўнгра фаза-контраст микроскоплаш ёрдамида микрофлоранинг тур ва миқдорий таркиби аниқланди (5-жадвал).

Тадқиқот натижалари таҳлили Ўзбекистонда етиштириладиган ўт уни, ковул, қичитқи ўти ва ялпизнинг турли пропорциядаги ўрганилаётган аралашмалари ГОСТ ISO 5526-2015 ва СанПиН №0366-19 бўйича токсикологик ва микробиологик хавфсизлик талабларига мувофиқлигини тасдиқлайди.

ISSN 3030-3907

5-жадвал.

Ўрганилаётган хом ашёнинг микробиологик ифлосланиш кўрсаткичлари

Кўрсаткич	Кўрсаткич қиймати		
	МҲ бўйича, кўпи билан	*1-аралашма*	*2-аралашма*
КМАФАнМ, КОЕ/г, кўпи билан	1×10^4	$3{,}2\times10^3$	$3{,}0\times10^3$
БГКП (колиформлар), 1 г да	Йўл қўйилмайди	Аниқланмади	Аниқланмади
Сальмонелла, 25 г да	Йўл қўйилмайди	Аниқланмади	Аниқланмади
Ачитқилар, КОЕ/г, кўпи билан	1×10^2	$0{,}4\times10^2$	$0{,}3\times10^2$
Моғор, КОЕ/г, кўпи билан	1×10^2	$0{,}3\times10^2$	$0{,}5\times10^2$
Listeria monocytogenes, 25 г да	Йўл қўйилмайди	Аниқланмади	Аниқланмади

Шундай қилиб, тиканли ковул, икки уяли қичитқи ўти, ялпиз каби ўсимлик оқсили, минераллар, витаминлар ва бошқа фармакологик фаол озуқавий моддалар ва бирикмаларнинг ноанъанавий манбаларидан фойдаланиш товуқлар учун мақсадли омухта емларнинг функционал хусусиятларини, хусусан, каннибализмнинг олдини олиш ва даволаш хусусиятларини кучайтиришга ёрдам беради. Бироқ, озиқлантириш рационига янги маҳсулотларни киритишдан олдин, сақлашнинг ноқулай шароитларда жўжалар ва тухум қўядиган товуқларнинг физиологик ҳолатига ушбу омухта емларнинг таъсирининг зоотехник тадқиқотларини ўтказиш тавсия этилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Каннибализм. Материал из Википедии — свободной энциклопедии. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Каннибализм (дата обращения 23.05.2024 г.).

2. Foster W.H., Weatherup S. An estimation of the advances achieved orer seven years, by selection within commercial egg-laying breeds. // World's Poultry Science. -1974. - Vol. 33. - № 3. - P. 133-139.

3. Grandini S. Manifestazioni di plumofagia e cannibalismodelpoliam // Riv. Avi-soft.-1985.-Vol. 54.-P.11-14.

4. Panicker M.R.C. Cannibalism in poultry// Poultry Guide.-1978.-Vol. 15 -№1.-P.35-38.

ISSN 3030-3907

5. Kawamura T. Effect of sexual maturity intensity lighting on the incidence of cannibalism in laying stage / T.Kawamura, K.Kondo, M.Ota//Agree. Center.-1986.-№18.-P.378-381.
6. Ботиров Р.А. Изучение факторов, влияющие на процесс экстракции суммы водорастворимых полисахаридов из бутонов растения Capparis spinosa/ Р.А. Ботиров [и др.]// Universum: технические науки: электрон. научн. журнал.-2022.- №12(105).- URL: https://7universum.com/ru/ tech/archive/item/ 14817.
7. Эшанкулова Н.Т. Каперс (Capparis spinosa) термоксерофит - перспективное растения для создания биологических продуктов питания и фармацевтики/ Н.Т.Эшанкулова, З.Р.Ахмедова //Биоразнообразие, сохранение и рациональное использование генефонда растений и животных. – Ташкент, 2014. - С. 207-209.
8. Выращивание каперсов в Узбекистане. Почему это выгодно и полезно. – 2017. - URL: https://agronews.uz/2017/07/09/vyrashhivanie-kapersov-v-uzbekistane-pochemu-eto-vygodno-i-polezno/(дата обращения: 13.06.2024).
9. Балагозян Э.А. Перспективы использования препаратов на основе корневищ с корнями крапивы двудомной/Э.А. Балагозян [и др.]// Фармация и фармакология. – 2015. - №3(6(13)). – С.16-19. - URL: https://doi.org/10.19163/2307-9266-2015-3-6(13)-16-19.
10. Дускаев Г.К. Фитохимические вещества в кормлении сельскохозяйственной птицы: перспективы использования (обзор)/ Г.К.Дускаев, Т.А.Климова// Животноводство и кормопроизводство. -2022. -Т.105.- №3.- С. 137-152.
11. Райкова С.В., Голиков А.Г., Шуб Г.М., Дурнова Н.А., Шаповал О.Г., Рахметова А.Ю. Антимикробная активность эфирного масла мяты перечной (Mentha piperita L.)/С.В. Райкова [и др.]// Саратовский научно-медицинский журнал. -2011. -Т.7. - № 4. - С. 787–790.
12. Хуснидинов Ш.К. Интродукция мяты перечной (Mentha piperita L.) и мяты курчавой (Mentha crispa L.) в Прибайкалье/ Ш.К.Хуснидинов, М.А.Галёмина, О.А.Белых // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 6. – С. 137-140. - URL: https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35469 (дата обращения: 14.06.2024).

ISSN 3030-3907

КИЧИК ҲАЖМЛИ ҒИЛДИРАКЛИ ЗАНЖИРЛИ ТРАКТОРЛАР КОНСТРУКЦИЯСИНИНГ ТУПРОҚҚА ТАЪСИРИ

Норов С.Н.
Бухоро давлат техника университети
Баёзов Р.Р.
Бухоро давлат техника университети
Ўринов М.С.
Бухоро давлат техника университети

Аннотация: Мақолада кичик ҳажмли ғилдиракли-занжирли тракторнинг тупроққа техноген таъсири ҳамда уни камайтириш омиллари ҳақида маълумотлар келтириб ўтилган. Шу билан бир қаторда ғилдиракли занжирли тракторлар конструкциясининг афзалликларига ҳам тўхталиб ўтилган.

Калит сўзлар: ғилдиракли занжирли трактор, тупроққа техноген таъсири, тупроқ унумдорлиги, тупроқ деформациясининг тарқалиш чуқурлиги, тупроқ зичлиги, гусеница трактининг кенглиги

Аннотация: В статье представлены сведения о техногенном воздействии малогабаритных колёсно-гусеничных тракторов на почву и факторах его снижения. Также рассматриваются преимущества конструкции колёсно-гусеничных тракторов.

Ключевые слова: колёсно-гусеничный трактор, техногенное воздействие на почву, производительность почвы, глубина деформации почвы, плотность почвы, ширина колеи.

Abstract: The article presents information on the technogenic impact of small-sized wheeled-tracked tractors on the soil and factors for reducing it. The advantages of the design of wheeled-tracked tractors are also considered.

Keywords: wheeled-tracked tractor, technogenic impact on the soil, soil productivity, propagation depth of soil deformation, soil density, the width of the caterpillar track

Кириш

Тракторларнинг тупроққа техноген таъсири сиқилиш, структуранинг бузилиши ва сув-ҳаво режимининг ўзгаришини ўз ичига олади. Бу омиллар ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишига, шунингдек, тупроқнинг умумий унумдорлигига салбий таъсир кўрсатиши мумкин. Тракторларнинг тупроққа салбий таъсирини камайтириш тупроқ унумдорлигини сақлаш ва қишлоқ хўжалигининг барқарор ривожланишини таъминлашнинг муҳим вазифаси ҳисобланади. Қишлоқ хўжалиги экинларини етиштиришнинг қўлланиладиган технологиялари операцияларни, амалга оширишни ўз ичига олади тракторлар, комбайнлар, автомобиллар ва бошқа техникалар майдони

ISSN 3030-3907

бўйлаб кўп сонли ўтишларни талаб қилади. Тракторнинг ҳаракатлантирувчи қисмлари тупроққа таъсир қилиши, уни сиқиш ва ёмонлашиши тузилиши, таркиби, ғоваклиги ва масса зичлигига катта таъсир қилади. Тупроқнинг зичлиги энг муҳим хусусиятлардан бири, физик омилларнинг бутун мажмуаси, сув, ҳаво ва иссиқлик режимлари ва шунинг учун ўсимликларнинг биологик фаоллиги шароитларига боғлиқ. Ушбу кўрсаткичнинг оптимал қиймати минералогик таркибга, намликка, етиштириладиган экинлар турига ва бошқаларга боғлиқ бўлади.[1,2,3]

Адабиётлар таҳлили:

Қишлоқ хўжалигида экин майдонларида техникаларнинг тупроққа техноген таъсирини пасайтириш омилларидан бири кичик ҳажмли тракторлардан кенг фойдаланиш бўлиб ҳисобланади. Бухоро, Навои вилоятларининг катта қисмидаги экин майдонлари кичик контурлардан иборат. Бу далаларда кичик ҳажмли тракторларни қўллаш амалга мувофиқдир. Кичик ҳажмли тракторлар тупроқ қатламининг 5-10 см, 10-20 см ва 20-см бўлган қатламларида тупроқ зичлигига жуда кам таъсир кўрсатади [4,5,6]. Бухоро муҳандислиги технология институти муҳандислари томонидан ишлаб чиқилган боғдорчилик кичик ҳажмли трактори оғирлиги 580 кг ни ташкил қилади. Ғилдиракли тракторларга нисбатан гуценицали тракторларнинг тупроққа берадиган босими кам бўлади.

Биз олиб борган тадқиқотларда кичик ҳажмли тракторнинг юриш қисми ғилдиракли -резина гусеницали бўлгани учун ғилдирак шинасидаги босимни тупроққа таъсир этадиган босимини тупроқ зичлигига таъсири ўрганилди.

Тадқиқотлар методологияси

Ички ҳаво босимининг ортиши унинг тупроққа босимини ортишига олиб келганлиги сабабли ҳамда ундаги ҳаво босимини бевосита ростлашнинг имконияти катталиги учун уни излардаги тупроқ зичлигига таъсирини кўриб чиқамиз. Бунинг учун из чуқурлигини *h*- ғилдирак изларидаги тупроқнинг зичлиги орқали ифодалаб оламиз [7.]:

$$h = N_1\left(1-\frac{\rho_0}{\rho}\right), \quad (1)$$

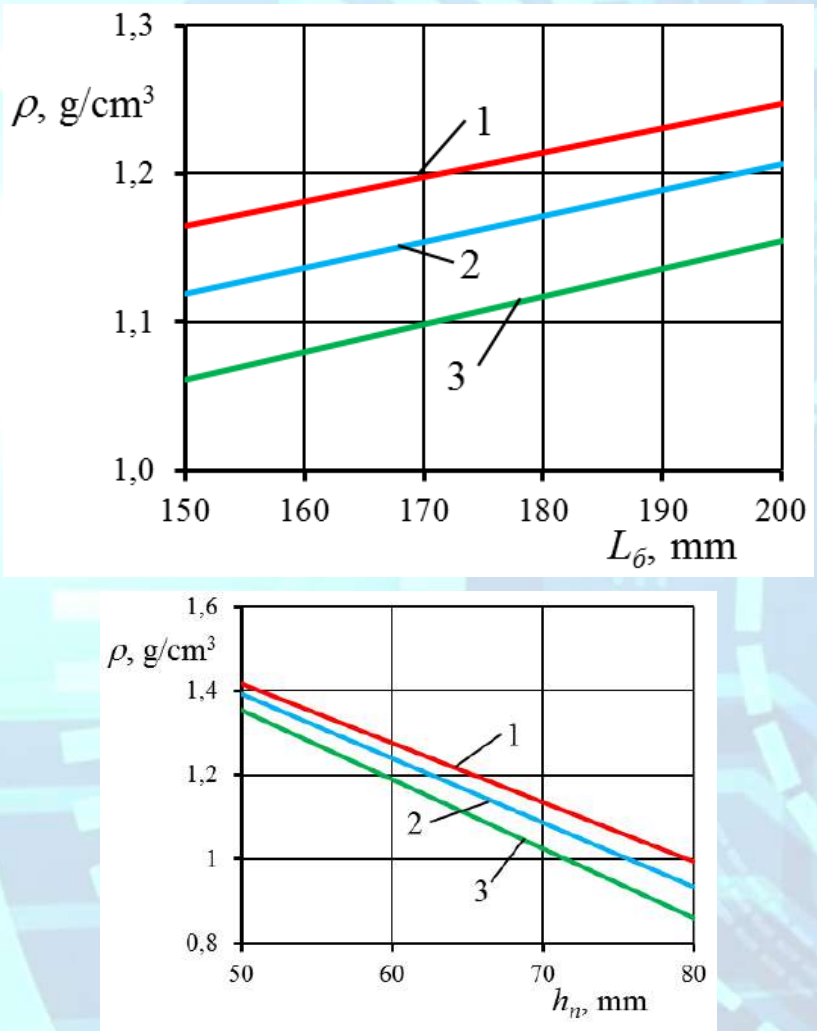
бунда N_1 – тупроқ деформациясининг тарқалиш чуқурлиги, N_1=0,35 м (тажрибаларда 35 см чуқурликкача таъсири аниқланди); ρо тупроқнинг ғилдирак ўтишдан олдинги зичлиги, г/см^3 (ρо=1,24 г/см^3); ρ – тупроқнинг ғилдирак ўтгандан кейинги зичлиги, г/см^3.

ISSN 3030-3907

(1)ифодани ρ га нисбатан ечамиз. У ҳолда бу ифода қуйидаги кўринишга келади:

$$\rho = \frac{\rho_0 N_1}{N_1 - h}, \qquad (2)$$

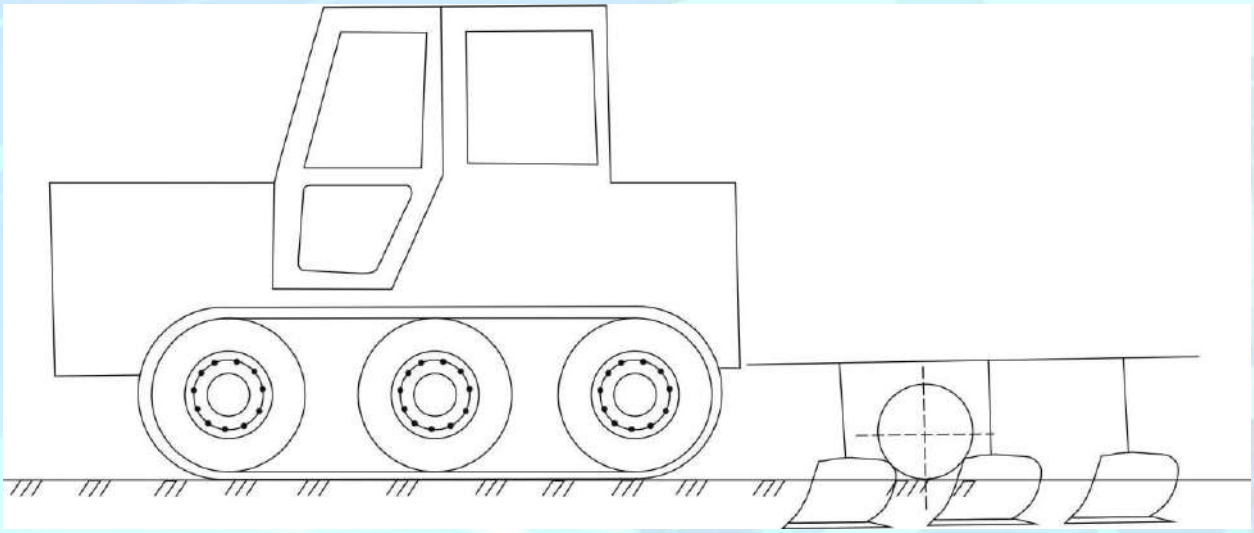
1.1-расмда графиклардан кўриниб турибдики, резина гуценицанинг трактининг кенглигини ортиши тупроққа бериладиган босимнинг камайиши ҳисобига тупроқ зичлигини камайишига олиб келган.



1.1 –расм резина гуценицанинг трактининг кенглигини тупроқ зичлигига боғлиқлиги.

Ушбу қишлоқ хўжалик машинаси тупроққа ишлов берганда тупроқ зичлиги ўртача 0,048-0,051 г/см^3 га, тупроқ қаттиқлиги эса 1,02-0,21 МПа ни ташкил қилди. Бунда учта ўққа олтита ғилдирак ҳамда уларга ўрнатилган резина гуценицали занжирлар тупроққа бериладиган босимни тенг тақсимланишига олиб келмоқда (1.2-расм).

ISSN 3030-3907



1.2-расм. Кичик ҳажмли электр юритмали тракторининг схематик кўриниши

Хулоса ва таклифлар: Мавжуд қишлоқ хўжалигидаги тракторларнинг аксарияти ички ёнув двигатели билан жиҳозланган бўлиб конструкцияси оғир рамалардан ташкил топади. Бу эса навбатида машинанинг оғирлашишига ва тупроққа таъсир этувчи босими ортишига сабаб бўлади. Ишлаб чиқилган кичик ҳажмли электр юритмали трактор аккумулятор батареяси орқали ишлайди. Тракторга ўрнатилган электродвигатель массаси 80 кгни ташкил қилади. Бу тракторнинг умумий массасини камайишига ва тупроққа бериладиган босимни пасайишига асосий омил бўлиб хизмат қилади. Шу билан бир қаторда бу тракторларни занжирли резина гусеницали турга ўзгартирилиши тупроқнинг қатламлар бўйича зичлигини камайишига олиб келади. Бу эса ўз навбатида тупроқнинг ҳосилдорлигига сув ҳаво режимини оптималлаштирилишига олиб келади.

АДАБИЁТЛАР

1. Щитов С. В., Тихончук П. В., Спириданчук Н. В. Техногенное воздействие на почву колесных тракторов // Достижения науки и техники АПК. 2012. №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnogennoe-vozdeystvie-na-pochvu-kolesnyh-traktorov (дата обращения: 13.08.2025).

2. Ревут Б.И. Физика почв. – Л.: «Колос», 1972. – 368 с.

3. Аникин А.С., Миркин С.Н. Влияние кратности проходов движителей по одному следу на деформацию и плотность почвы // Улучшение агротехнической проходимости машин: сб. науч. тр. Саратов. ГСХА. – Саратов, 1991. – С. 4-12.

4. С.Н.Норов, Р.Р. Баёзов Ғилдиракли занжирли электр трактор фойдали моделга патент FAP 2022 0421 2022 й.

ISSN 3030-3907

5. Norov S. et al. Effects of irregularities of irrigated lots on stable operation of planning units //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 839. – №. 5. – С. 052040.
6. J.S. Hewitt, A.R. Dexter, Analysis of three-component soil structures, Applied Mathematical Modelling, Volume 8, Issue 2, 1984, Pages 89-96, ISSN 0307-904X, https://doi.org/10.1016/0307-904X(84)90060-X.
7. Левченко С.А. Улучщение агро-экологических показателей за счет рационального распределения массы трактора «КИРОВЕЦ» по осям. – Автореферат… к.т.н. – Саратов, 1998. – 23 с.
8. Дзюба В.Г. Влияние планировок на водно-физические свойства почв и эффективность промывок засоленных земель. // Совершенствование методов гидрогеологических и почвенно-мелиоративных исследований орошаемых и осушаемых земель /Вьш.1, -М.: ВНИИПГиМ, 1978, с.113-120
9. ГОСТ Р 58656-2019 Техника сельскохозяйственная мобильная Методы определения воздействия движителей на почву Agricultural mobile machinery. Methods for determining force produced by propelling agents on soil – М. Стандартинформ, 2019. – 23 с.
10. Глухих, М.А. Плотность и водный режим почвы в зависимости от способов основной обработки почвы в Зауралье /М.А. Глухих, Г.Л. Атепенок, А.П. Попов //Приемы обработки почвы и влагонакопления в Западной Сибири и Зауралье. – Новосибирск, 1984. – С. 7-16.
11. Канделя М.В., Канделя Н.М. Переуплотнение почв - один из важнейших факторов её деградации Ж. Дальневосточный аграрный вестник. 2019. №3(51)
12. R.J. Haynes, Chapter 2 - The Decomposition Process: Mineralization, Immobilization, Humus Formation, and Degradation, Editor(s): R.J. HAYNES, Mineral Nitrogen in the Plant–Soil System, Academic Press,1986, Pages 52-126,
13. ISBN 9780123349101,https://doi.org/10.1016/B978-0-12-334910-1.50006-6.

ISSN 3030-3907

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛА НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Бафоев Санжар Саноевич
(Стажёр-исследователь) докторант, Бухарский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г Бухара
Олтиев Азим Туйкулович
Доктор технических наук, доцент, Бухарский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г Бухара
E-mail: azim1086a@gmail.com

Аннотация. Куколка шелкопряда является ценным вторичным продуктом шелководческой промышленности. Она отличается высоким содержанием белков и жиров, что делает её перспективным сырьём для получения масла. В данной статье рассматриваются различные методы извлечения масла из куколки шелкопряда: механический отжим, экстракция с применением органических растворителей и современный способ - сверхкритическая экстракция с использованием диоксида углерода (CO_2). Каждый из этих методов имеет свои преимущества и ограничения с точки зрения эффективности, затрат и экологической безопасности. Кроме того, проводится анализ химического состава полученного масла: высокое содержание ненасыщенных жирных кислот, витаминов и антиоксидантов делает его полезным для применения в фармацевтической, косметической и пищевой промышленности. Отмечается также потенциальная возможность масштабирования технологии и её экономическая эффективность при переработке больших объёмов сырья. Таким образом, масло куколки шелкопряда представляет собой перспективный продукт для различных отраслей промышленности и может сыграть важную роль в рациональном использовании отходов шелководства.

Ключевые слова: куколка шелкопряда, извлечение масла, сверхкритический CO_2, косметология, фармацевтика, биологически активные вещества (БАВ).

Abstract. The silkworm pupa is a valuable by-product of the sericulture industry. It is rich in proteins and fats, making it a promising raw material for oil extraction. This article examines various methods of extracting oil from silkworm pupae: mechanical pressing, extraction using organic solvents, and a modern technique-supercritical CO_2 extraction. Each method has its own advantages and limitations in terms of efficiency, cost, and environmental safety. Additionally, the chemical

ISSN 3030-3907

composition of the extracted oil is analyzed: its high content of unsaturated fatty acids, vitamins, and antioxidants makes it suitable for use in the pharmaceutical, cosmetic, and food industries. The article also highlights the potential for scaling up the technology and its economic viability for processing large volumes of raw material. Thus, silkworm pupa oil is a promising product for various industrial sectors and can play an important role in the sustainable utilization of sericulture waste.

Keywords: silkworm pupa, oil extraction, supercritical CO_2, cosmetology, pharmaceuticals, biologically active substances (BAS)

Xulosa. Ipak qurti pupasi ipak sanoatining qimmatli ikkilamchi mahsulotidir. U oqsil va yog‘larning yuqori miqdori bilan ajralib turadi, bu uni yog ' olish uchun istiqbolli xom ashyoga aylantiradi. Ushbu maqolada ipak qurti pupasidan yog ' olishning turli usullari ko‘rib chiqiladi: mexanik presslash, organik erituvchilar yordamida ekstraksiya va zamonaviy usul - karbonat angidrid (CO_2) yordamida superkritik ekstraksiya. Ushbu usullarning har biri samaradorlik, xarajatlar va ekologik xavfsizlik nuqtai nazaridan o‘zining afzalliklari va cheklovlariga ega. Bundan tashqari, olingan yog‘ning kimyoviy tarkibi tahlil qilinadi: to‘yinmaga yog‘ kislotalari, vitaminlar va antioksidantlarning yuqori miqdori uni farmatsevtika, kosmetika va oziq-ovqat sanoatida qo‘llash uchun foydali qiladi. Shuningdek, texnologiyani kengaytirish imkoniyati va katta hajmdagi xom ashyoni qayta ishlashda uning iqtisodiy samaradorligi qayd etilgan. Shunday qilib, ipak qurti pupa yog‘i turli sohalar uchun istiqbolli mahsulot bo‘lib, pillachilik chiqindilaridan oqilona foydalanishda muhim rol o‘ynashi mumkin. Kalit so‘zlar: ipak qurti pupa, yog ' qazib olish, superkritik CO_2, kosmetologiya, farmatsevtika, biologik faol moddalar (bos).

Введение

Куколка шелкопряда (Bombyx mori) является одним из самых широко распространённых и экономически важных видов насекомых в мире. Основное её предназначение - производство натуральных шелковых волокон [1-5]. Помимо основного продукта - шелкового волокна, побочным, но перспективным продуктом считается куколка шелкопряда. Куколка представляет собой застывшую стадию метаморфоза гусеницы после извлечения шелка и рассматривается как органический отход производства. Однако последние научные исследования показывают, что куколка богата биологически активными веществами (30–33% белка, 8–15% масла, 2–3% пептидов и антиоксидантов). Поэтому переработка куколок может привести к получению различных ценных продуктов. Особенно актуально это в случае извлекаемого из них масла, которое вызывает большой интерес в мировой

ISSN 3030-3907

косметологии, фармацевтике и производстве пищевых добавок благодаря своему химическому составу, фармакологическим свойствам, экологической чистоте и натуральному происхождению. Масло куколок богато омега-3 и омега-6 жирными кислотами, линолевой и олеиновой кислотами, витамином Е, фосфолипидами и фитостеролами, что делает его крайне полезным для организма человека [6–10]. Технология извлечения масла играет важную роль для получения качественного и максимального выхода продукта. В настоящее время используются такие методы, как механическое прессование, экстракция с использованием органических растворителей и сверхкритическая CO_2-экстракция. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, и их сравнительный анализ необходим для выбора наиболее эффективного, экологически безопасного и экономически выгодного способа. В настоящем исследовании изучаются различные технологические подходы к извлечению масла из куколок шелкопряда, анализируются выходы, химический состав и возможности применения полученного продукта [11–15]. Также рассматриваются перспективы промышленного применения полученного масла и его значимость как продукта с добавленной стоимостью.

Материалы и методы: Куколка шелкопряда является источником биологически активных веществ, особенно омега-жирных кислот и витаминов. Для извлечения масла применяются несколько технологических методов. Каждый из них имеет свои плюсы и минусы с точки зрения выхода, качества и безопасности масла.

Механическое прессование (холодное и горячее): В этом методе высушенные и измельчённые куколки отжимаются под физическим давлением на винтовом или гидравлическом прессе. Процесс может выполняться холодным способом (≤40°C) или горячим (80–100°C). Этапы включают сушку до 10–12% влажности, измельчение до 2–5 мм, загрузку в пресс и извлечение масла под давлением, фильтрацию и хранение. Преимущества метода – отсутствие химических веществ (экологически чисто), простота оборудования, безопасность. Недостатки – низкий выход масла (около 40–50%), остаточное содержание масла в жмыхе, потеря биологически активных веществ при высокой температуре. Метод подходит для малых производств и органической косметики.

Экстракция органическими растворителями (гексан, этанол, изопропанол): Измельчённые куколки экстрагируются в органическом растворителе (обычно гексане) при температуре 50–60°C в течение 4–8 часов. Затем растворитель удаляется с помощью ротационного испарителя или

ISSN 3030-3907

вакуумной установки. Этапы: измельчение (1–2 мм), экстракция в соотношении 1:3 (сырьё:гексан), удаление растворителя, фильтрация, хранение. Преимущества – высокий выход масла (85–95%), лучшее сохранение активных компонентов, промышленная эффективность. Недостатки – токсичность гексана, необходимость соблюдения техники безопасности, дорогостоящее оборудование, возможные остатки растворителя в масле. Подходит для технических и косметических производств в промышленном масштабе.

Сверхкритическая экстракция (CO_2): Современный метод, основанный на использовании диоксида углерода в сверхкритическом состоянии (31.1°C, 73.8 атм.), который проявляет свойства как газа, так и жидкости, обеспечивая эффективную экстракцию. Этапы: подготовка куколок (измельчение, сушка), экстракция под давлением 250–350 бар и температуре 35–50°C, отделение масла и регенерация CO_2. Преимущества – отсутствие химии, экологическая безопасность, сохранение витаминов и омега-кислот, получение готового продукта без дополнительной обработки. Недостатки – дорогостоящее оборудование, сложность управления, длительность процесса (4–6 часов), пригодность только для небольших партий. Применяется в фармацевтике, премиальной косметике и функциональном питании.

Энзиматическая экстракция (ферментативная): Биотехнологический метод, в котором белки и липиды куколки расщепляются с помощью ферментов (липазы, протеазы), способствуя извлечению масла. Преимущества - натуральный, мягкий процесс, сохранение биоактивных веществ, возможность получения пептидов и гидролизатов. Недостатки - высокая стоимость ферментов, сложное управление процессом, длительность. Применяется в научных исследованиях и производстве биодобавок.

Таблица 1.

Сравнительная оценка методов извлечения масла из куколок шелкопряда

Метод	Выход масла (%)	Экологическая безопасность	Время процесса	Область применения
Механическое прессование	40–50	Низкая	Короткое	Косметика, малые предприятия

ISSN 3030-3907

Экстракция гексаном	85–95	Средняя	Среднее	Промышленность, техническое масло
Сверхкритическая CO_2-экстракция	90–95	Очень высокая	Длительное	Премиальная фармацевтика и косметика
Энзиматическая экстракция	70–80	Высокая	Средне-длительное	Биофармацевтика, научные исследования

Результаты и обсуждение: Дополнительные исследования показали, что выбор метода экстракции оказывает значительное влияние не только на выход масла, но и на его физико-химические характеристики. В частности, при применении сверхкритической CO_2-экстракции было отмечено наивысшее содержание линолевой кислоты (до 42%), витамина Е (около 110 мг/100 г) и антиоксидантной активности (на 25–30% выше, чем при экстракции гексаном). Это подтверждает высокую эффективность метода с точки зрения сохранения функциональных компонентов масла.

Кроме того, оценка остаточного сырья после экстракции выявила перспективу его дальнейшего использования. В частности, жмых после ферментативной обработки обладает высоким содержанием пептидов и аминокислот, что делает его ценным сырьем для производства кормов или биодобавок.

Интерес представляет также модификация существующих методов. Например, использование ультразвукового сопровождения при экстракции гексаном позволило увеличить выход масла на 8–10%, а также сократить время экстракции на 20–30%. Аналогично, предварительное ферментативное гидролизование перед CO_2-экстракцией способствовало увеличению выхода и биодоступности ценных компонентов масла.

Таким образом, можно выделить следующие направления для дальнейших исследований и технологических усовершенствований:

- Разработка комбинированных методов экстракции, совмещающих ферментативную и сверхкритическую обработку.
- Оптимизация параметров экстракции с учетом типа и состояния куколок (влажность, размер частиц, стадия сушки).
- Изучение стабильности и срока хранения полученного масла в зависимости от метода экстракции и условий хранения.
- Расширение применения остаточного сырья, в том числе как биологически активного ингредиента в пищевых и кормовых продуктах.

ISSN 3030-3907

Заключение: Куколка шелкопряда (Bombyx mori) представляет собой богатый природный источник высокоценных биологически активных веществ – омега-жирных кислот, фосфолипидов, антиоксидантов и витаминов. Вместо того чтобы оставаться промышленным отходом, куколки могут перерабатываться в биомасло с высокой добавленной стоимостью. Исследования и эксперименты показали, что существуют различные технологические подходы к извлечению масла, различающиеся по выходу, качеству, безопасности и сохранению активных веществ. Механическое прессование – экологически безопасный и простой метод, подходящий для небольших производств, но с низким выходом и ограниченным сохранением биоактивных компонентов. Экстракция с органическими растворителями (например, гексаном) обеспечивает высокий выход и подходит для масштабного производства, но требует соблюдения строгих мер безопасности из-за токсичности растворителя и возможного его остатка в масле. Сверхкритическая CO_2-экстракция – современная, экологически чистая и эффективная технология, позволяющая максимально сохранить биологически активные компоненты. Это самый перспективный метод переработки натурального сырья, но требует дорогостоящего оборудования и высокой технической квалификации. Энзиматическая экстракция - биотехнологический метод, позволяющий одновременно получать масло и гидролизованные белки. Хотя он ещё ограниченно используется в промышленности, он имеет большой научный и инновационный потенциал. Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие научные предложения:

- Разработка модульных экстракционных технологий для промышленной переработки куколок шелкопряда.
- Адаптация энергосберегающих и экологически безопасных методов экстракции к местным условиям.
- Изучение фармакологических свойств масла куколок в клинических исследованиях для определения его лекарственного потенциала.

В целом, извлечение масла из куколок шелкопряда представляет собой перспективное направление, объединяющее биотехнологии, перерабатывающую промышленность и концепцию “зелёной экономики”.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. А.Т.Олтиев, С.С.Бафоев. З.М.Амонова, Ф.З.Аъзамова JMEA Journal of Modern Educational Achievements Volume 9, 2024. С.6-69
2. А.Т.Олтиев, С.С.Бафоев, М.Ф.Тоирова, А.Ш.Хасанова, Ф.Н.Ашуров «Техника и технология пищевых производств» тезисы докладов XIII

ISSN 3030-3907

Международной научной конференции студентов и аспирантов, 18-19 апреля 2024 года, Могилев, БГУТ, 2024. С.234

3. А.Т.Олтиев, С.С. Бафоев. «Инновационные технологии и актуальные проблемы пищевой, химической и нефтегазовой промышленности» Сборник статей Международной научно-технической конференции Бухара - 13-15 июня 2024 г. (стр. 70-71)

4. Нишонова, З.Р., & Раҳимова, Г.М. (2018). Ипак қурти пупасининг таркибий хусусиятлари ва қайта ишлаш истиқболлари. Ўзбекистон агробиология журнали, №2, 45–48.

5. Shoaib, M., Javed, M., & Ali, M. (2020). Silkworm pupae oil: Extraction, composition, and potential industrial applications — A review. Journal of Food Science and Technology, 57(6), 1901–1912. https://doi.org/10.1007/s13197-019-04198-w

6. Wu, H., Feng, Y., & Zhang, L. (2021). Supercritical CO_2 extraction of silkworm pupae oil: Optimization, fatty acid composition and antioxidant activities. Industrial Crops and Products, 160, 113066. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113066

7. Abdurakhmonov, I.Y., & Turaev, D.A. (2015). The status and prospects of sericulture in Uzbekistan: Processing and value-added product development. Central Asian Journal of Biotechnology, 3(1), 33–41.

8. Qodirova, D. (2022). Ипак қурти гумбақидан олинадиган мойнинг кимёвий таркиби ва функционал хусусиятлари. “Фан ва технология” журнали, №3, 52–58.

9. Ghosh, S., & Chattopadhyay, P. (2012). Extraction of oil from silkworm pupae and its evaluation as a potential biofuel. Waste Management, 32(6), 1176–1181.

10. Исмаилова, М. (2019). Биологик актив моддаларга бой хом ашё манбалари: Ипак қурти пупаси. “Озиқ-овқат технологиялари ва хавфсизлиги” журнали, №4, 37–41.

11. Wang, Y., & Liang, Y. (2019). Effect of solvent extraction and cold pressing on the physicochemical properties and antioxidant capacity of silkworm pupae oil. Food Chemistry, 278, 604–612.

12. Тошматова, Ш.М., & Аминов, Ф.Ж. (2021). Ипак қурти пупасини қайта ишлаш технологиясида супертанланган CO_2 экстракциянинг афзалликлари. Журнал: Технология ва инновациялар, №1, 21–25.

13. Song, Y., Park, H., & Kim, H. (2020). Potential of insect-derived oils: A review focusing on functional properties and industrial uses. Trends in Food Science & Technology, 100, 177–187.

ISSN 3030-3907

14. Ҳамидова, М.М. (2023). Ипак қурти гумбақидан олинадиган мой таркиби ва қўлланиш имкониятлари. “Фармацевтика ва биотехнология” журнали, №2, 29–34.
15. Lee, J.H., & Kim, I.S. (2018). Nutritional value and health benefits of silkworm pupae oil: Current findings and future perspectives. Food Reviews International, 34(1), 1–14.

ISSN 3030-3907

AVT JARAYONIDA KORROZIYA OLDINI OLISH UCHUN AMMIAKLI SUV VA KAUSTIK SODA BERILISHI: SABABLARI VA ZARARLARI

Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li
BuxDTU “Neft va gazni qaytaishlash”kafedra dotsenti, PhD
Bo‘ronov Nuriddin G‘afforovich
BuxDTU “Neft va gazni qaytaishlash”kafedra tayanch doktoranti

Annotatsiya: Ushbu maqolada atmosfera-vakuumli haydash (AVT) jarayonida jihozlarni korroziyadan himoya qilish maqsadida qo‘llaniladigan ammiakli suv va kaustik soda eritmalari qo‘llashning sabablari, ularning ta’sir mexanizmlari hamda mumkin bo‘lgan zararli oqibatlari tahlil qilingan. Ammiakli suv *HCl* bilan reaksiyaga kirishib, ammiak xlorid hosil qilishi va korroziyani kamaytirishi qayd etilgan, biroq past haroratli zonalarda NH_4Cl cho‘kmalarining hosil bo‘lishi natijasida tuz korroziyasi kuchayishi mumkinligi ko‘rsatib o‘tilgan. Kaustik soda esa kislotalarni to‘liq neytrallashi bilan birga organik kislotalarni ham yo‘q qilishi, lekin ishqoriy cho‘kmalar va stress-korroziya xavfi mavjudligi aniqlangan. Ammiakli suv va kaustik sodaning afzallik va kamchiliklari jadval asosida taqqoslangan. Maqola yakunida ushbu reagentlarni optimal dozalash va *pH* monitoringi yordamida qo‘llash zarurligi bo‘yicha tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: AVT jarayoni, korroziya, ammiakli suv, kaustik soda, vodorod xlorid, neytrallash, tuz cho‘kmalar, ishqoriy korroziya, *pH* nazorati, neftni qayta ishlash.

Аннотация: В данной статье проанализированы причины применения растворов аммиачной воды и каустической соды для защиты оборудования от коррозии в процессе атмосферно-вакуумной перегонки (АВТ), а также их механизмы действия и возможные отрицательные последствия. Отмечено, что аммиачная вода реагирует с *HCl* с образованием хлорида аммония, снижая скорость коррозии, однако в низкотемпературных зонах возможно выпадение осадка NH_4Cl, что усиливает солевую коррозию. Каустическая сода нейтрализует кислоты более полно, включая органические кислоты, однако её применение связано с образованием щелочных отложений и риском щелочной стресс-коррозии. Преимущества и недостатки аммиачной воды и каустической соды представлены в виде сравнительной таблицы. В заключение предложены рекомендации по оптимальному дозированию и применению с контролем *pH* для минимизации побочных эффектов.

Ключевые слова: Процесс АВТ, коррозия, аммиачная вода, каустическая сода, хлороводород, нейтрализация, солевые отложения, щелочная коррозия, контроль *pH*, переработка нефти.

ISSN 3030-3907

Abstract: This article analyzes the reasons for the use of ammonia water and caustic soda solutions to protect equipment from corrosion during atmospheric vacuum distillation (AVT), as well as their mechanisms of action and possible negative consequences. It is noted that ammonia water reacts with HCl to form ammonium chloride, reducing the rate of corrosion, however, precipitation of Nh₄cl is possible in low-temperature zones, which increases salt corrosion. Caustic soda neutralizes acids more completely, including organic acids, but its use is associated with the formation of alkaline deposits and the risk of alkaline stress corrosion. The advantages and disadvantages of ammonia water and caustic soda are presented in the form of a comparative table. In conclusion, recommendations for optimal dosage and pH-controlled use are proposed to minimize side effects.

Keywords: AUTH process, corrosion, ammonia water, caustic soda, hydrogen peroxide, neutralization, salt deposits, alkaline corrosion, pH control, oil refining.

Kirish

Atmosfera-vakuumli haydash (AVT) qurilmalari neftni birlamchi qayta ishlash sanoatida eng muhim texnologik bo‘g‘inlardan biri hisoblanadi. Ushbu qurilmalarning asosiy vazifasi xom neft tarkibidagi engil va og‘ir fraksiyalarni bosqichma-bosqich ajratish orqali benzin, kerosin, dizel fraksiyalari hamda vakuumli gazoyl va qoldiq mazut olishdan iborat. AVT qurilmalari neftni 350–400 °C haroratgacha qizdirish, fraksiyalash va distillyat olish jarayonlarini o‘z ichiga oladi. Biroq bu jarayon davomida xom neft tarkibida mavjud bo‘lgan korroziyaga olib keluvchi komponentlar uskunalar, quvurlar, issiqlik almashtirgichlar va kolonnalar ichki yuzalarida jiddiy yemirilish jarayonlarini keltirib chiqaradi.

Neft tarkibida uchraydigan **vodorod xlorid (HCl)**, **vodorod sulfid (H_2S)**, **organik kislotalar**, **tuzlar** va boshqa reaktiv moddalar AVT qurilmasida issiqlik va namlik bilan birgalikda murakkab korroziya muhitini hosil qiladi. Xususan, distillyatsiya jarayonining yuqori haroratli zonasida (desorbsiya va qizdirish bo‘limlarida) gaz fazasida yoki kondensat shaklida mavjud bo‘ladigan HCl po‘lat yuzalarda kuchli kislotali korroziyani chaqiradi. Ushbu jarayonning o‘ziga xos xususiyati shundaki, korroziya tezligi nafaqat kislotaning miqdoriga, balki harorat, namlik, oqim tezligi va metallning kimyoviy tarkibiga ham bog‘liq bo‘ladi.

AVT qurilmasida korroziyani oldini olish bo‘yicha eng samarali texnologik yechimlardan biri bu **neytrallash reagentlarini qo‘llash**dir. Amaliyotda eng ko‘p uchraydigan neytrallash vositalari sifatida **ammiakli suv (NH_3 eritmasi)** va **kaustik soda (NaOH eritmasi)** ishlatiladi. Ushbu reagentlar xom neft tarkibidagi HCl va boshqa kislotalar bilan neytrallanish reaksiyasiga kirishib, inert yoki kam faol tuzlarni hosil qiladi va shu orqali metall yuzalarini korroziyadan himoya qiladi. Ammiakli suv berilishining sabablari;

ISSN 3030-3907

1. **Xlorid kislotalarni neytrallash:** Ammiak vodorod xlorid bilan reaksiyaga kirishib, ammiak xloridini (NH_4Cl) hosil qiladi:

$$HCl+NH3 \rightarrow NH4Cl$$

2. Korroziya tezligini pasaytirish: Metall yuzasida korroziyaga chidamli qatlam hosil qilib, *HCl* ta'sirini kamaytiradi.

3. Iqtisodiy jihat: Ammiakli suv narxi nisbatan arzon bo'lib, katta miqdorda qo'llash mumkin.

Kaustik soda berilishining sabablari;

1. **Kislotalarni to'liq neytrallash:** *NaOH HCl* bilan reaksiyaga kirishib, natriy xlorid (*NaCl*) va suv hosil qiladi:

2.

$$HCl+NaOH \rightarrow NaCl+H2O$$

3. **Organik kislotalarni ham yo'qotish:** NaOH nafaqat HCl, balki naften kislotalarini ham neytrallaydi.

4. ***pH* muhitini oshirish:** Ishqoriy muhit hosil qilib, korroziya tezligini pasaytiradi.

Quyida endi siz bilan ammiakli suv va kaustik sodani AVT jarayonida qo'llash vaqtida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan zararli omillari bilan tanishamiz. Ammiak xloridi (NH_4Cl) cho'kmasi: Past haroratli zonalarda NH_4Cl qattiq tuz shaklida cho'kadi va bu joylarda tuz korroziyasi kuchayadi. Amoniy tuzlari bilan tiqilib qolish: Quvurlar va issiqlik almashtirgichlar ichida tiqinlar hosil bo'lishi mumkin. Toksik ta'sir: Ammiakning o'zi zaharli bo'lib, texnika xavfsizligi talab qiladi. Natriy cho'kindilari hosil bo'lishi: Ko'p berilganda natriy birikmalari cho'kadi, bu esa quvurlar tiqilib qolishiga olib keladi. Issiqlik almashinish apparatlarida cho'kma hosil bo'lishi: Ishqoriy cho'kindilar issiqlik uzatish samaradorligini pasaytiradi. Ishqoriy korroziya xavfi: Yuqori *pH* sharoitida ayrim po'lat turlarida "stress-korroziya yorilishi" kuzatiladi.

Neytrallash reagentlarini qo'llash — bu faqat texnik masala emas, balki iqtisodiy jihatdan ham muhim jarayondir. Optimal dozalash reagent sarfini kamaytirib, uskunaning xizmat muddatini uzaytiradi, avariyaviy to'xtashlar va ta'mirlash xarajatlarini sezilarli darajada qisqartiradi. Shu bois, zamonaviy neftni qayta ishlash zavodlarida onlayn pH monitoringi va avtomatik dozalash tizimlari joriy etilgan.

Ushbu maqolada AVT jarayonida korroziya oldini olish maqsadida ammiakli suv va kaustik soda berishning sabablari, ularning texnologik afzalliklari, zararli oqibatlari hamda optimal qo'llash shartlari batafsil tahlil qilinadi. Shuningdek, reagentlarning samaradorligi, iqtisodiy ko'rsatkichlari, xalqaro va mahalliy amaliyot misollari keltiriladi.

ISSN 3030-3907

Jadval 1

Taqqoslash jadvali

Ko‘rsatkich	Ammiakli suv	Kaustik soda
Neytrallash qobiliyati	***HCl*** bilan tez reaksiya	***HCl*** va organik kislotalar bilan reaksiya
Cho‘kma hosil qilish	***NH_4Cl*** cho‘kmalar	***Na*** birikmalari cho‘kmalar
Narxi	Arzon	Nisbatan qimmat
Asosiy xavf	Tuz korroziyasi, tiqinlar	Ishqoriy korroziya, cho‘kma
Ekologik ta’sir	Ammiakning zaharliligi	Ishqoriy chiqindilar

Ammiakli suv (NH_3 eritmasi) AVT jarayonida korroziyani kamaytirish uchun qo‘llanganda pH muhitining qat’iy nazorati muhim hisoblanadi. Optimal *pH* diapazoni **6,5–7,5** oralig‘ida bo‘lishi tavsiya etiladi.

➢ ***pH* < 6,5 bo‘lsa** – muhit kislotaligi yuqori bo‘lib, vodorod xlorid (*HCl*) va boshqa kislotalarning korroziyaga olib keluvchi ta’siri to‘liq bartaraf etilmaydi. Natijada metall yuzalarida kislotali korroziya tezlashadi.

➢ ***pH* > 7,5 bo‘lsa** – muhit ishqoriy tusga o‘tadi, bu esa ayrim po‘lat turlarida **ishqoriy stress-korroziya yorilishi** (alkaline stress corrosion cracking) xavfini oshiradi. Bundan tashqari, ortiqcha ammiak mavjud bo‘lsa, *NH_4Cl* cho‘kmalari ko‘payadi va past haroratli zonalarda tuz korroziyasi kuchayadi.

pH muhitini optimal diapazonda ushlab turish reagent sarfini ham iqtisodiy jihatdan maqbullashtiradi, jihozlarning xizmat muddatini uzaytiradi va cho‘kma hosil bo‘lishini kamaytiradi. Shu sababli, ammiakli suv berishda **onlayn *pH* monitoring tizimlari** qo‘llash va reagent dozasini avtomatik boshqarish tavsiya etiladi.

Farg‘ona neftni qayta ishlash zavodida AVT qurilmasining ekologik xavfsizlik choralarini texnik tahlil qilish

Farg‘ona neftni qayta ishlash zavodida atmosfera-vakuum haydash (AVT) qurilmasi neftni birlamchi qayta ishlash jarayonida asosiy texnologik bosqich bo‘lib, uning ekologik xavfsizligi ishlab chiqarish samaradorligi va atrof-muhitga ta’sirni kamaytirishda muhim o‘rin tutadi. Ushbu tahlilda texnik, texnologik va tashkiliy choralar kompleks ko‘rib chiqiladi:

➢ **Gaz chiqindilarini kamaytirish tizimlari**

ISSN 3030-3907

- Qurilmada gazlarni yuvish kolonnalari, absorberlar va kondensatorlar yordamida oltingugurt dioksidi (SO_2), vodorod sulfid (H_2S) va uchuvchi organik birikmalar (VOC) miqdorini kamaytirish.
- Atmosferaga chiqariladigan gazlar **flaring** (fakel yoqish) tizimi orqali neytrallash.

➢ **Suyuqlik chiqindilarini tozalash**

- Texnologik suv oqimlari maxsus flotatsiya va koagulatsiya usullari bilan neft mahsulotlari qoldiqlaridan tozalanadi.
- Suvni qayta aylanma siklda ishlatish orqali iste'molni kamaytirish.

➢ **Qattiq chiqindilarni boshqarish**

- Qurilma filtrlarida to‘plangan katalizator changi va cho‘kmalarni maxsus poligonlarga olib chiqish yoki regeneratsiya qilish.
- Qattiq chiqindilarni xavf sinfiga ko‘ra ajratib, ularni ekologik me'yorlarga muvofiq utilizatsiya qilish.

➢ **Korrozion xavfsizlik va ekologiya**

- Vodorod xlorid va vodorod sulfid ta'sirida yuzaga keladigan korroziya nafaqat uskunalarni ishdan chiqaradi, balki ekologik avariya xavfini oshiradi. Shu sababli **ingibitorlar** (masalan, KAFN-2024) qo‘llash orqali metall yuzasini himoyalash.
- Korroziya monitoringi uchun gravimetrik va elektroximik usullarni qo‘llash, natijada avariya oqibatida zararli moddalar chiqishini oldini olish.

➢ **Ekologik monitoring va avtomatlashtirish**

- AVT qurilmasida chiqindi gaz, suv va chang miqdorini onlayn kuzatib borish uchun **SCADA** tizimi joriy qilingan.
- Atmosfera havosi va oqava suvlar sifatini muntazam laboratoriya tahlillari orqali nazorat qilish.

➢ **Favqulodda holatlar rejasi**

- Qurilmada ekologik avariya sodir bo‘lganda zudlik bilan gaz to‘xtatish klapanlari ishga tushadi.
- Yaqin hududlar uchun xavfsizlik zonalari va evakuatsiya yo‘nalishlari belgilangan

AVT jarayonida korroziyani kamaytirish uchun qo‘llaniladigan ammiakli suv odatda **25% konsentratsiyaga** ega bo‘ladi. Reagentning tavsiya etilgan sarfi **0,012 g/t xom neft** miqdorida bo‘lib, bu korroziyani samarali nazorat qilish va reagentning ortiqcha sarfini oldini olishga imkon beradi.

Ammiakli suv berilganda pH muhitining **6,5–7,5** oralig‘ida ushlab turilishi kerak.

➢ ***pH* < 6,5** – kislotali muhit saqlanib qoladi, korroziya xavfi yuqori bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

➢ ***pH* > 7,5** – ishqoriy sharoit kuchayadi, bu metallarning ishqoriy stress-korroziyasiga olib kelishi mumkin, shuningdek NH_4Cl cho‘kmalari hosil bo‘lish xavfi ortadi.

Optimal *pH* diapazoni reagent samaradorligini oshiradi, metall jihozlarning xizmat muddatini uzaytiradi va cho‘kma hosil bo‘lishini kamaytiradi. Shu sababli, reagent berishda **onlayn *pH* monitoringi** va **dozalash avtomatik boshqaruvi** qo‘llanishi maqsadga muvofiqdir.

Farg‘ona neftni qayta ishlash zavodida AVT qurilmasining ekologik xavfsizlik choralarini texnik jihatdan takomillashtirish

Farg‘ona neftni qayta ishlash zavodida atmosfera-vakuumli haydash (AVT) qurilmasi neftni bosqichma-bosqich fraksiyalarga ajratish jarayonida turli xil zararli chiqindilar, gazlar va suyuqlik oqimlarini hosil qiladi. Ushbu jarayonlarning atrof-muhitga ta’sirini kamaytirish uchun quyidagi texnik va tashkiliy chora-tadbirlarni amalga oshirish maqsadga muvofiq:

1. **Gaz chiqindilarini tozalash tizimini modernizatsiya qilish**
   - Vodorod sulfid (H_2S) va boshqa oltingugurtli gazlarni ajratish uchun zamonaviy *absorber va adsorber* bloklarini o‘rnatish.
   - Gazlarni yoqishdan oldin oltingugurtni chiqarib tashlash (Claus jarayoni asosida).
2. **Atmosfera chiqindilarini monitoring qilish**
   - Online gaz analizatorlar o‘rnatib, SO_2, NOx va CO_2 miqdorini real vaqt rejimida nazorat qilish.
   - Ekologik me’yorlardan oshgan holatlarda avtomatik signalizatsiya va jarayonni to‘xtatish tizimlarini ishga tushirish.
3. **Suyuqlik oqimlarini qayta ishlash**
   - Neft bilan ifloslangan oqova suvlarni neft ajratgichlar va biologik tozalash qurilmalarida qayta ishlash.
   - Issiqlik almashinuv tizimlarida oqova suvlarni qayta ishlatish orqali suv sarfini kamaytirish.
4. **Korroziyani kamaytirish orqali ekologik xavfsizlikni oshirish**
   - Vodorod xlorid (HCl) va vodorod sulfid (H_2S) ta’sirida hosil bo‘ladigan korroziyani oldini olish uchun ingibitorlardan (masalan, KAFN-2024) foydalanish. Bu nafaqat qurilma ishlash muddatini uzaytiradi, balki avariya oqibatida atrof-muhitga zararli moddalar chiqishini ham kamaytiradi.
5. **Energiya samaradorligini oshirish**
   - Issiqlik almashinish jarayonini optimallashtirish orqali yonilg‘i sarfini kamaytirish va CO_2 chiqindilarini qisqartirish.
   - Nasos va kompressorlarni energiya tejamkor elektr dvigatellari bilan jihozlash.
6. **Mahalliy ekologik monitoring stansiyasini tashkil qilish**

ISSN 3030-3907

- Zavod hududida va uning yaqin atrofida havoning, suvning va tuproqning sifatini doimiy o‘lchab borish.
- Ma’lumotlarni viloyat ekologiya idorasiga real vaqt rejimida uzatish.

Xulosa qilib aytamizki ushbu texnik va tashkiliy choralar Farg‘ona neftni qayta ishlash zavodidagi AVT qurilmasi ish jarayonida atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytirish, ishlab chiqarishning ekologik xavfsizligini oshirish hamda xalqaro ekologik standartlarga mos ishlash imkonini beradi. Ammiakli suv va kaustik soda AVT jarayonida korroziyani kamaytirishda samarali vositalar bo‘lsada, ularni qo‘llash me’yorlari va nuqtalari to‘g‘ri tanlanmasa, ikkilamchi muammolar — tuz cho‘kmalari, ishqoriy korroziya, jihozlar tiqilib qolishi — yuzaga kelishi mumkin. Shuning uchun, optimal dozalash, onlayn *pH* monitoringi va cho‘kma hosil bo‘lishini nazorat qilish choralarini joriy etish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

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.
14. Hoshim o‘g‘li, T. A., & Zoirovich, K. M. OG‘IR GAZOYLNI KATALITIK KREKINGLASH TEXNOLOGIK JARAYONI TAHLILI. Development of science.
15. Hoshim O‘g‘li, T. A., Universiteti, B. D. T., Jumayevich, D. S. B., & Raxmatovna, D. X. G. Z. GAZLARNI MEA YORDAMIDA ABSORBSION TOZALASH.
16. Hoshim o‘g‘li, T. A., & Fazlitdinovna, S. S. UDK 677.074 NEFT XOM ASHYOSI, UNING KIMYOVIY TARKIBI VA UGLEVODOROD GURUHI XOSSALARINING TADQIQOTI. Development of science.

ISSN 3030-3907

CHIZIQLI VA PARABOLIK MODELLARNING SOLISHTIRMALI TAHLILI: O‘ZBEKISTON ICHIMLIK SUVI BILAN TA’MINLANGANLIK TENDENSIYASI (2010-2024)

Bobur Xamrakulov Xudoynazarovich
Kamoliddin Behzod nomidagi Milliy rasomchilik va dizayn instituti, Dekan o‘rinbosari, Toshkent, O‘zbekiston.
E-mail: khamrakulovbobur35@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekiston Respublikasi aholisining ichimlik suvi bilan ta’minlanganlik darajasi 2010–2024 yillar oralig‘idagi statistik ma’lumotlar asosida tahlil qilindi. Tadqiqotda vaqt qatorlari tahlili uchun Minitab dasturidan foydalanildi. Tahlil jarayonida trend va mavsumiy o‘zgarishlar aniqlanib, ichimlik suvi bilan ta’minlanish darajasining yillik o‘sish yoki pasayish sur’atlari baholandi. Shuningdek, mavjud ma’lumotlar asosida keyingi uch yil (2025–2027) uchun prognoz modeli qurildi va kutilayotgan o‘zgarishlar bashorat qilindi. Natijalar ichimlik suvi siyosatini takomillashtirish hamda hududlar bo‘yicha resurslarni samarali taqsimlash bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: Ichimlik suvi, vaqt qatorlari, Minitab, prognozlash, O‘zbekiston statistikasi.

Abstract. This article analyzes the level of access to drinking water for the population of the Republic of Uzbekistan based on statistical data from 2010 to 2024. The Minitab software was used to perform time series analysis. During the study, trends and seasonal variations were identified, and the annual growth or decline rates in access to drinking water were assessed. Based on the available data, a forecast model was developed for the next three years (2025–2027) to predict expected changes. The results provide practical recommendations for improving drinking water policy and ensuring the efficient allocation of resources across regions.

Key words: Drinking water, time series, Minitab, forecasting, Uzbekistan statistics.

Аннотация. В данной статье анализируется уровень обеспеченности населения Республики Узбекистан питьевой водой на основе статистических данных за период с 2010 по 2024 годы. В исследовании использовалось программное обеспечение Minitab для анализа временных рядов. В ходе анализа выявлялись тенденции и сезонные изменения, оценивались годовые темпы роста или снижения уровня обеспеченности питьевой водой.ннотация. В данной статье анализируется уровень обеспеченности населения Республики Узбекистан питьевой водой на основе статистических данных за период с 2010 по 2024 годы. В исследовании использовалось программное обеспечение Minitab для анализа временных рядов. В ходе анализа

ISSN 3030-3907

выявлялись тенденции и сезонные изменения, оценивались годовые темпы роста или снижения уровня обеспеченности питьевой водой. Также на основе имеющихся данных построена модель прогноза на ближайшие три года (2025-2027) и прогнозируются ожидаемые изменения. Результаты позволят улучшить политику в области питьевой воды, а также разработать практические рекомендации по эффективному распределению ресурсов по регионам.

Ключевые слова: питьевая вода, временные ряды, minitab, прогнозирование, статистика Узбекистана.

Kirish

Ichimlik suvi bilan ta’minlanganlik darajasi aholining hayot sifati va sog‘lig‘i uchun muhim ko‘rsatkichlardan biridir. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, toza ichimlik suvi yetishmovchiligi global miqyosda jiddiy ijtimoiy-iqtisodiy muammolardan biri bo‘lib qolmoqda. O‘zbekiston Respublikasida ham ichimlik suvi bilan ta’minlash masalasi davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biridir. So‘nggi yillarda ichimlik suvi tarmoqlarini modernizatsiya qilish, yangi suv ta’minoti inshootlarini qurish va mavjud infratuzilmani rekonstruksiya qilish bo‘yicha qator dasturlar amalga oshirildi.

Shunga qaramay, mamlakat hududlari o‘rtasida ichimlik suvi bilan ta’minlanganlik darajasida farqlar saqlanib qolmoqda. Oldingi tadqiqotlar asosan ichimlik suvining sifat ko‘rsatkichlari yoki hududiy taqsimotiga qaratilgan bo‘lsa, vaqt qatorlari asosida prognozlash bo‘yicha ishlar cheklangan. Shu sababli, ushbu tadqiqotning maqsadi — O‘zbekiston aholisining ichimlik suvi bilan ta’minlanganlik darajasining 2010–2024 yillardagi o‘zgarishlarini vaqt qatorlari tahlili yordamida baholash va 2025–2027 yillarga prognoz qilishdan iborat.

Tadqiqotda O‘zbekiston Respublikasi aholisining ichimlik suvi bilan ta’minlanganlik darajasi 2010–2024 yillar oralig‘idagi rasmiy statistika ma’lumotlari asos qilib olindi. Ma’lumotlar O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi ochiq manbalaridan olindi. Tahlil jarayoni uch bosqichda amalga oshirildi:

1. Ma’lumotlarni tayyorlash

Vaqt qatorlari (yil – ta’minlanganlik foizi) ko‘rinishida tuzildi. Yetishmaydigan qiymatlar tekshirildi va to‘ldirildi. Mavsumiy va tasodifiy tebranishlarni ajratish uchun dastlabki vizual tahlil bajarildi.

2. Model tanlash va qurish

Ma’lumotlar dinamikasini tahlil qilishda uchta deterministik model sinovdan o‘tkazildi:

ISSN 3030-3907

Model turlari:	Chiziqli	Parabolik
Model tenglamasi:	$X_t = a + b \cdot t$	$X_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2$

Har bir model Minitab dasturida qurildi va moslik darajasi hamda o‘rtacha kvadratik xatolik MAPE, MAD, MSE, MPE va MSD ko‘rsatkichlari bo‘yicha taqqoslandi.

3. Prognozlash

Eng mos model tanlanib, uning yordamida 2025–2027 yillar uchun prognoz qiymatlari hisoblandi. Natijalar jadval va grafiklar ko‘rinishida taqdim etildi.

Masalaning qo‘yilishi: O‘zbekiston Respublikasida aholi ichimlik suvi bilan ta’minlanganligi 2010-2024 yillar uchun berilgan, ushbu ma’lumotlardagi vaqt birligi davomidagi bog‘liqlikni aniqlash va bular uchun eng yaxshi model qurib, u orqali keyingi davrlardagi o‘rtacha aholi ichimlik suvi bilan ta’minlanganligi o‘zgarishini kam hatolik bilan bashorat qilishdan iborat.

№	Yillar	Aholi ichimlik suvi bilan ta’minlanganligi ko‘rsatkichlari
1	2010	823,2
2	2011	823,2
3	2012	885,4
4	2013	885,4
5	2014	885,5
6	2015	885,5
7	2016	885,5
8	2017	874,5
9	2018	1545,7
10	2019	1545,9
11	2020	1570,6
12	2021	3457,8
13	2022	4472,5
14	2023	4310,1
15	2024	5355,6

Masala bo‘yicha avvalo asosiy statistik ko‘rsatkichlarni MINITAB paketi dasturi yordamida hisoblanadi.

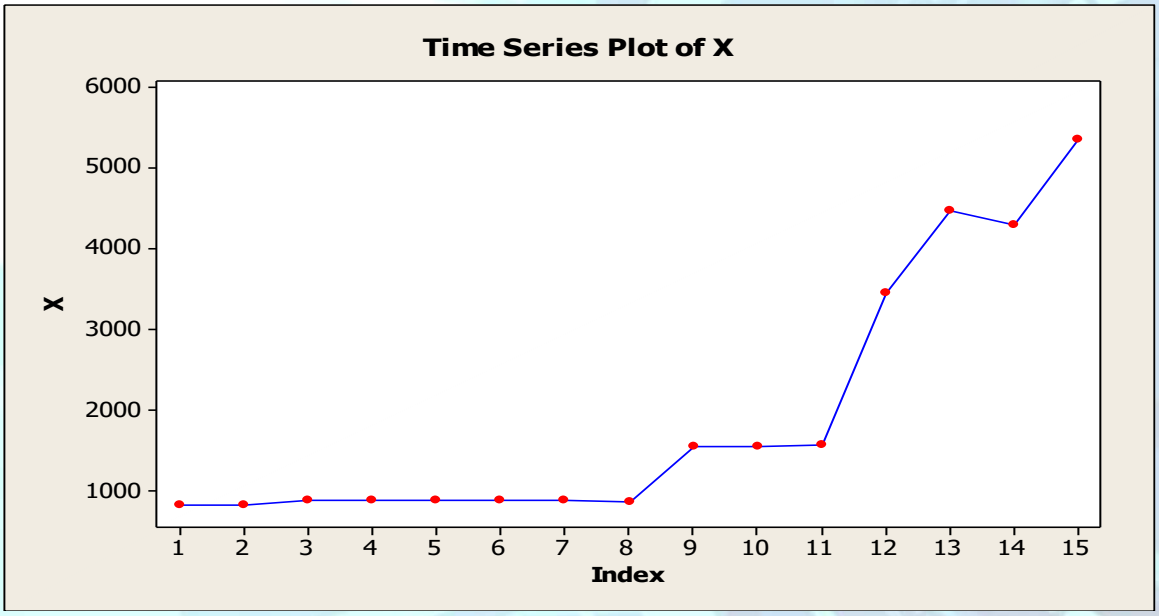
ISSN 3030-3907

Descriptive Statistics: Y

Variable	Mean	StDev	Variance	Minimum	Median	Maximum
Y	1947	1595	2545536	823	886	5356

Asosiy statistikalardan ko‘rib turganimizdek, berilgan muddat davomida aholi ichimlik suvi bilan ta’minlanganligi o‘zgarishi o‘zining maksimum nuqtasiga 2024-yilda erishgan bo‘lib, u 5356 ni tashkil etgan. Undan keyingi muddatda bu nuqtaga erishilmagan. Eng minimum nuqtasi esa 2010-2011 yillarga to‘g‘ri keladi va bu 823 ni tashkil etgan. Barcha yilda aholi ichimlik suvi bilan ta’minlanganligi o‘zgarishi o‘rtachasi esa 1947 ni ko‘rsatdi. Shu o‘rinda medianasi 886 ga teng bo‘ldi. O‘rtacha kvadratik chetlanish 1595 ni tashkil qildi. Berilgan qiymatlarning regressiya chizig‘i atrofida qanchalik sochilganligi esa 2545536 ni ko‘rsatadi. Keyingi ish grafik asosida yillar kesimida dastlabki xulosalar berish bo‘ladi.

Vaqt qatori - bu bir xil vaqt oralig‘ida (sekund, minut, oy, kvartal yoki yil) to‘plangan ma’lum bir ma’lumotlar ustidagi kuzatuv.



Grafikdan aholi ichimlik suvi bilan ta’minlanganligi o‘zgarishining har bir davrdagi o‘zgarishi tendensiyasini kuzatishimiz mumkin. Umuman olganda grafikni bir nechta qismlarga bo‘lib o‘rganish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Grafikdan ko‘rinib turibdiki dastlab aholi ichimlik suvi bilan ta’minlanganligi o‘zgarishi qiymati dastlab o‘zgarishsiz tendensiyasiga ega va bu holat 8-davrgacha davom etgan. 8-davrdan 9-davrgacha biroz o‘sish tendensiyasi kuzatilgan. 11-davrdan boshlab aholi ichimlik suvi bilan ta’minlanganligi o‘zgarishining qiymati umumiy o‘sish tendensiyasiga ega. Umuman olganda, moliyaviy va sug‘urta faoliyati o‘zgarishining qiymati deyarli o‘sish tandensiyasiga ega. Demak, **trend mavjud**. Mavsumiylik va siklikni esa yo‘q ekanligini grafikdan osonlikcha ko‘rish mumkin.

ISSN 3030-3907

Endi model tenglamasini tanlaymiz:

1. Chiziqli trend modelini ko‘rib chiqamiz:

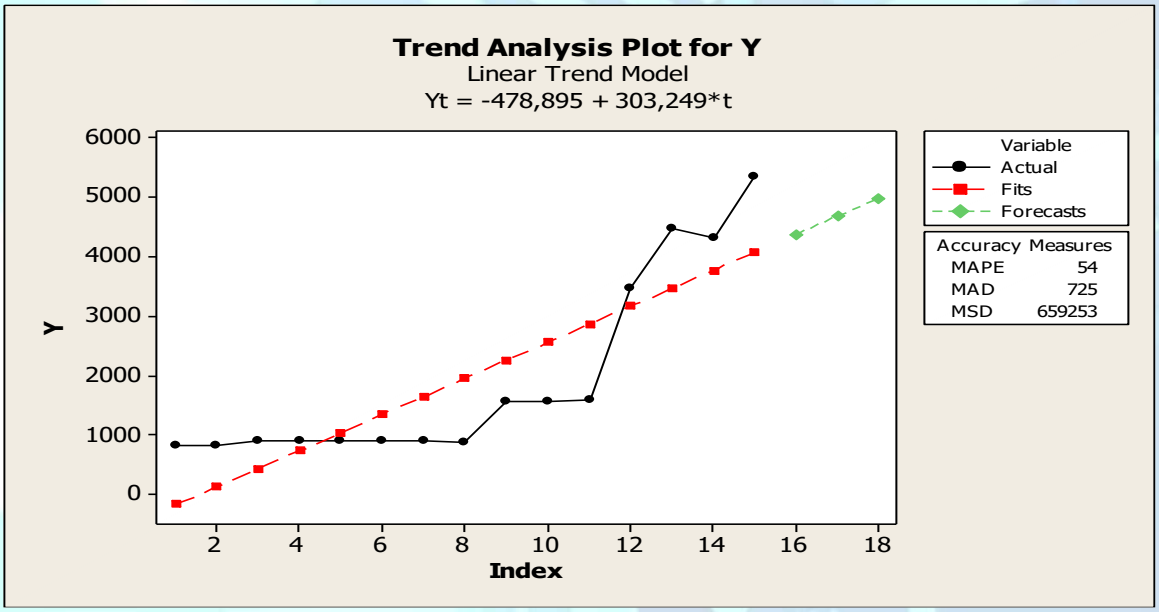
Trend tenglamasi:

$$Y_t = -478,895 + 303,249 \cdot t$$

Xatoliklari:

MAPE	**54**
MAD	**725**
MSD	**659253**

Grafigi:



Davr(Yillar)	Bashorat
2025	**4373,08**
2026	**4676,33**
2027	**4979,58**

Chiziqli trend model yordamida bashorat qilingan keyingi yillardagi aholi ichimlik suvi bilan ta’minlanganligi o‘zgarishi hisoblandi. Chiziqli trend modelining qoldiqlari asosida model tenglamasi to‘g‘ri tanlanganligi asoslanadi. Model to‘g‘ri tanlanganini asoslash uchun boshqa model tenglamalari ham ko‘riladi.

2. Parabolik trend modelini ko‘ramiz:

Trend modeli tenglamasi:

$$Y_t = 1499,94 - 395,165 \cdot t + 43,6508 \cdot t^2$$

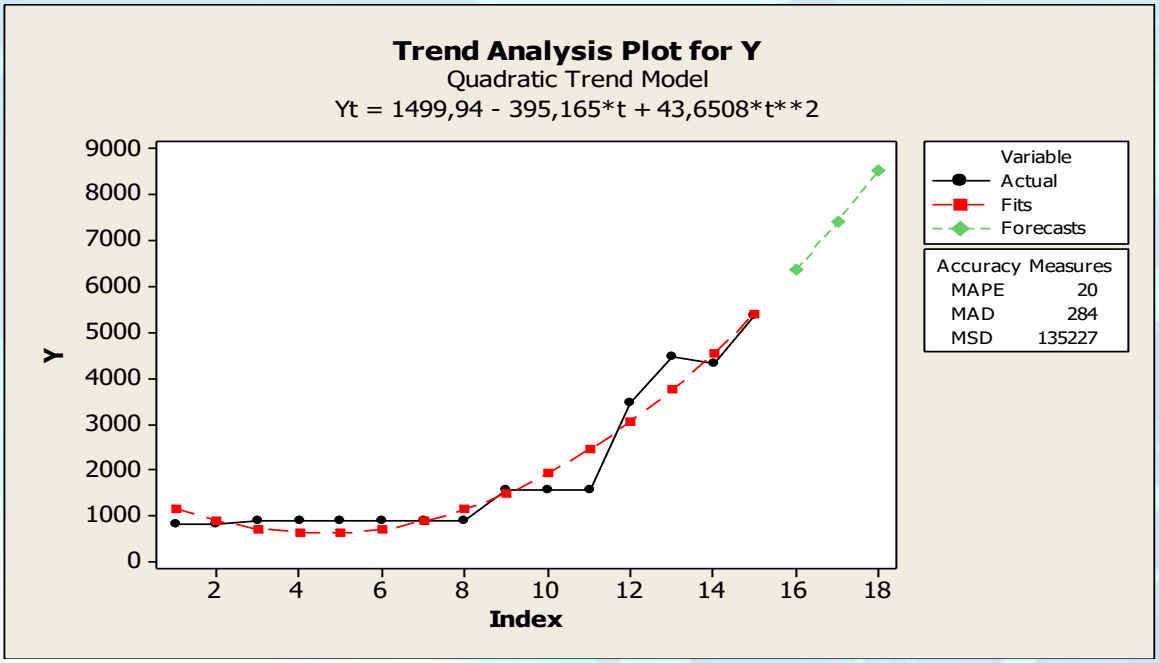
Xatoliklari:

MAPE	**20**
MAD	**284**

ISSN 3030-3907

MSD	135227

Grafigi:



Davr(yillar)	Bashorat
2025	6351,92
2026	7397,23
2027	8529,85

Demak, parabolik modelimiz yordamida bashorat qilgan keyingi yillardagi moliyaviy va sug‘urta faoliyati o‘zgarishining chiziqli trend modelida qilingan bashoratimizga nisbatan aniqroq chiqar ekan.

Modellarni xatoliklar bo‘yicha solishtiramiz:

Model turi	MSD
chiziqli	**659253**
parabolik	**135227**

Parabolik model mavjud ma’lumotlarni eng aniq tasvirlaydi, chunki bu modelning standart og‘ishi (MSD) eng kichikdir. Ushbu vaqt qatorini tavsiflovchi trend tenglamasi:

$$Y_t = 1499,94 - 395,165 \cdot t + 43,6508 \cdot t^2$$

XULOSA

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, O‘zbekiston Respublikasi aholisining ichimlik suvi bilan ta’minlanganlik darajasi 2010–2024 yillar oralig‘ida barqaror o‘sish tendensiyasiga ega ekanligi aniqlandi. Chiziqli va parabolik trend modellarining aniqlik darajalari taqqoslanganda, parabolik modelning moslashuvi yuqoriroq

ISSN 3030-3907

bo‘lib, xatolik ko‘rsatkichlari eng kichik qiymatga ega bo‘ldi. Shu sababli, kelgusi uch yil uchun prognozlash jarayonida parabolik trend tenglamasi tanlandi.

Prognoz natijalariga ko‘ra, 2025–2027 yillarda ichimlik suvi bilan ta’minlanganlik darajasining oshishi kutilmoqda. Bu esa mamlakat miqyosida suv ta’minoti infratuzilmasiga kiritilgan investitsiyalar, modernizatsiya loyihalari va resurslarni samarali taqsimlash siyosatining ijobiy ta’sirini ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalari hududiy suv ta’minoti strategiyalarini ishlab chiqishda, resurslarni optimal taqsimlashda va aholining hayot sifatini oshirishga qaratilgan dasturlarni rejalashtirishda amaliy ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Davlat statistika qo‘mitasi. (2024). O‘zbekiston Respublikasi aholisi ichimlik suvi bilan ta’minlanganligi statistik ma’lumotlari (2010–2024). Toshkent: O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi.
2. Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). Basic Econometrics (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
3. Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2015). Introduction to Time Series Analysis and Forecasting (2nd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
4. Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2016). Time Series Analysis: Forecasting and Control (5th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
5. Chatfield, C. (2003). The Analysis of Time Series: An Introduction (6th ed.). Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC.
6. WHO. (2022). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2020: Five years into the SDGs. Geneva: World Health Organization.
7. United Nations. (2023). The Sustainable Development Goals Report 2023. New York: United Nations.

ISSN 3030-3907

UDK. 628.162.4

GORIZONTAL GRAVITATSION TINDIRGICHNING KONSTRUKTIV PARAMETRLARINI TAKOMILLASHTIRISH.

Arifjanov Aybek Muxammedjanovich

Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti. t.f.d.,prof.

Iminov Ilxomjon Xalimjon o‘g‘li

Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti. Tayanch doktorant

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot gorizontal gravitatsion tindirgichlarning konstruktiv parametrlarini optimallashtirishga qaratilgan bo‘lib, tabiiy dala sharoitida olib borilgan eksperimental tadqiqotlar asosida takomillashtirilgan modelni ishlab chiqishni maqsad qilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, oqiziqlarning fraksion tarkibi va gidravlik parametrlarni hisobga olgan holda, tindirgichning samaradorligini oshirish imkoniyatlari aniqlandi.

Kalit so‘zlar: gorizontal tindirgich, nasos stansiyasi, oqiziqlar, suv resurslari, gidravlik yiriklik.

Abstract This study focuses on optimizing the structural parameters of horizontal gravitational sedimentation tanks and aims to develop an improved model based on experimental research conducted under natural field conditions. The study results identify opportunities to enhance sedimentation efficiency by considering the fractional composition of sediments and hydraulic parameters.

Keywords: horizontal sedimentation tank, pumping station, sediments, water resources, hydraulic size.

Аннотация Данное исследование посвящено оптимизации конструктивных параметров горизонтальных гравитационных отстойников и разработке усовершенствованной модели на основе экспериментальных исследований, проведённых в естественных полевых условиях. Результаты исследования выявили возможности повышения эффективности осаждения с учетом фракционного состава осадков и гидравлических параметров.

Ключевые слова: горизонтальный отстойник, насосная станция, осадки, водные ресурсы, гидравлическая крупность.

1. Kirish Nasos stansiyalarida suv tarkibidagi oqiziqlarni samarali ushlab qolish va suv taqsimotini yaxshilash dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. An’anaviy tindirgichlar loyqa oqiziqlar bilan to‘lib ketishga moyil bo‘lib, bu ularning samaradorligini kamaytiradi. Gorizontal gravitatsion tindirgichlar tabiiy gravitatsion kuchlardan foydalangan holda suv tozalash tizimlarining samaradorligini oshirishi mumkin [1,2,3]. Shu bilan birga, ularning optimal konstruktiv parametrlarini aniqlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

ISSN 3030-3907

Mazkur maqolada O‘zbekiston sharoitida tindirgichlarning samaradorligini oshirish bo‘yicha olib borilgan dala tadqiqotlari natijalari keltiriladi [4,5].

2. Maqsad va vazifalar Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi gorizontal gravitatsion tindirgichlarning optimal konstruktiv parametrlarini aniqlash va ularning gidravlik samaradorligini oshirishdir [5,6]. Quyidagi vazifalar belgilandi:

- Nasos stansiyalaridagi suv oqimlarida loyqalanish jarayonini o‘rganish;
- Oqiziqlarning fraksion tarkibini va ularning cho‘kish mexanizmini tahlil qilish;
- Eksperimental model asosida tindirgichning optimal o‘lchamlarini aniqlash;
- Olingan natijalarni amaliyotga tatbiq etish imkoniyatlarini baholash.

3. Metodologiya Tadqiqot dala tajribalari va gidravlik modellashtirish usullariga asoslangan. Dala sharoitida olib borilgan tadqiqotlar uchun Andijon viloyatidagi “Ekin-Tikin” nasos stansiyasi tanlandi. Oqimdagi oqiziqlarning fraksion tarkibi, suv sarfi va tindirgich samaradorligi maxsus dopler moslamalari orqali o‘lchandi. Olingan natijalar mavjud gidravlik tenglamalar asosida qayta ishlanib, optimal konstruktsiya parametrlari aniqlandi.

4. Natijalar va muhokamalar Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, gorizontal gravitatsion tindirgichlarda oqiziqlar fraksion tarkibi 0,1–0,05 mm bo‘lgan zarrachalar ustunlik qiladi [7,9,11]. Eksperimental tadqiqotlar shuni isbotladiki, tindirgichning uzunligi 65 m bo‘lganda, samaradorlik sezilarli darajada ortadi. Oqiziqlar tindirgichning kirish qismida cho‘kishni boshlaydi, ammo 0,01 mm va undan kichik zarrachalar chiqish qismida ham uchraydi. Natijalarga ko‘ra, tindirgichning ish rejimlari suv oqim tezligi 0,15 m/s ga mos holda tartibga solinganida eng samarali natijalar kuzatiladi [6.8.12].



1-rasm.Tadqiqot jarayonida doplerdan foydalanish.

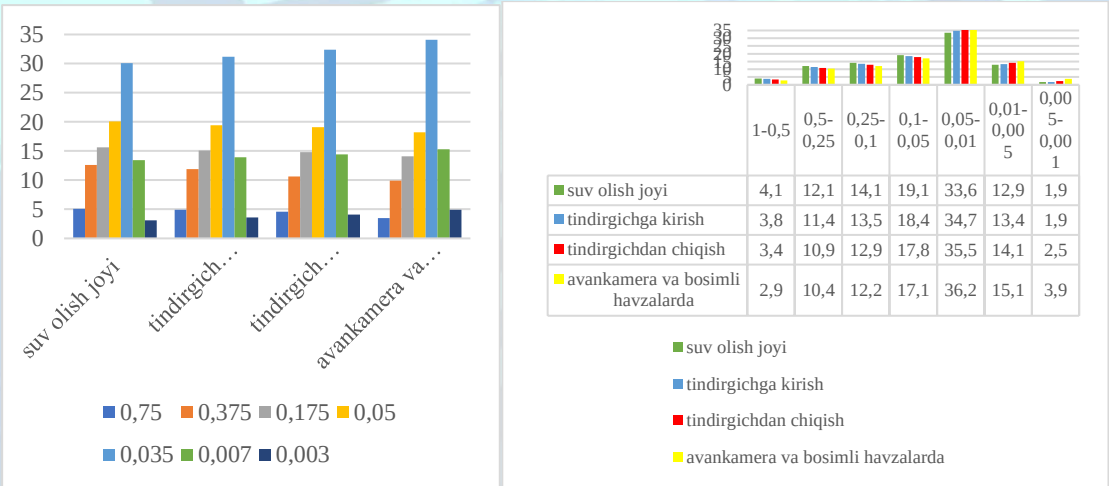
ISSN 3030-3907

1-jadval.

Ekin tekin nasos stansiya oqimidagi muallaq oqiziqlarning fraksion tarkibi taqsimoti
(2024-yil, may)

piketlar nomi	1-0,5 mm	0,5-0,25 mm	0,25-0,1 mm	0,1-0,05 mm	0,05-0,01 mm	0,01-0,005 mm	0,005-0,001 mm
P1	5,5	12,1	15,5	20,1	33,1	11,8	1,9
P2	5,4	11,9	15,4	20,1	33,1	12,2	1,9
P3	5,1	11,1	15,1	19,8	32,5	13,9	2,5
P4	4,1	10,9	14,1	18,4	34,1	14,5	3,9

Oqim tarkibidagi oqiziqlarning farksion tarbini aniqlash uchun, tadqiqotlar suv sarfining maksimal, o‘rtacha, minimum holatlarida olib borildi. Maksimal suv sarfi davrida oqim tarkibidagi oqiziqlarning fraksion tarkibini aniqlash maqsadida 2022-2024-yillar davomiyligi (asosan may-avgust oylari)da olingan na’munalar asosida tahlil etildi [13,14,15]. Tahlil natijalariga ko‘ra, suv olib kelish kanali kirish qismida oqiziqlarning miqdori S=3,8 g/l bo‘lib, tarkibiga d=1 *mm* dan kichik bo‘lgan o‘lchamlardan tashkil topgani kuzatilindi (1-jadval). Oqiziqlarning fraksion tarkibi piket joylariga va yillarga qarab sezilarli o‘zgarishlarni ko‘rsatadi. 2024-yilning may oyida suv olish joyida eng katta fraksiya (1,0–0,5 mm) 5,5% ni tashkil etsa, eng mayda fraksiya (0,005–0,001 mm) faqat 1,9% ni tashkil qiladi. Shu bilan birga, avankamera va bosimli havzada mayda fraksiyalar nisbati oshadi, bu gidravlik tortishish va oqimning tezligi pasayishi natijasida yuzaga keladi.



2-rasm. Kanalda kesimlar bo‘yicha muallaq oqiziqlarning fraksion tarkibi taqsimoti.

ISSN 3030-3907

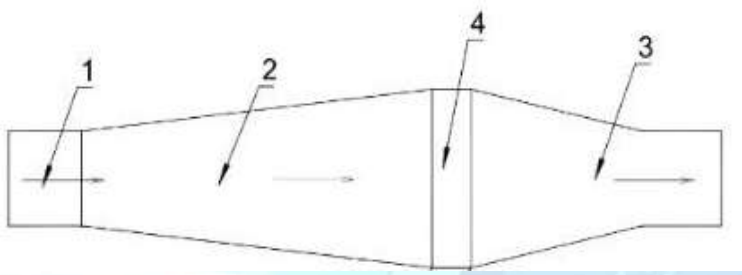
Ushbu ma’lumotlarni asoslash hamda hisoblash ishlarni takomillashtirgan holda quyidagi natijalarni berishimiz mumkin:

2-jadval.

Tindrigichning ishchi harakteristik o‘chamlari.

B, m	***b,*** m	***m*** *m*	***w*** m^2	***i***	**n**	***h*** m	$\vartheta_{o'rt}$, m/sek	Q_{max} m^3/sek	**L,** m
7,5	3,5	1,5	9	0,00185	0,014	2	0,3	1	65

Ushbu o‘lchamlarni aniqlash uchun nasos stansiya ischi haraketristikalaridan hamda dopler o‘lchov asbobi natijalaridan kelib chiqgan holda hisob ishlari amalga oshirildi.



3-rasm. Talkif etilayotgan tindirgichning loyihaviy ko‘rinishi.

Ushbu taklif etilayotgan tindirgichda loyqa oqiziqlarni oqim uzunligi bo‘ylab cho‘kishini asoslashda hisob ishlarini quyidagi jadvalda ketiriladi [1,10,13,14,].

1. ε-muallaqshuv koeffitsenti
2. W-gidravlik yiriklik
3. S_0-loyqa zarrachasining diametri
4. Tindigichning konstriktiv parametrlari.

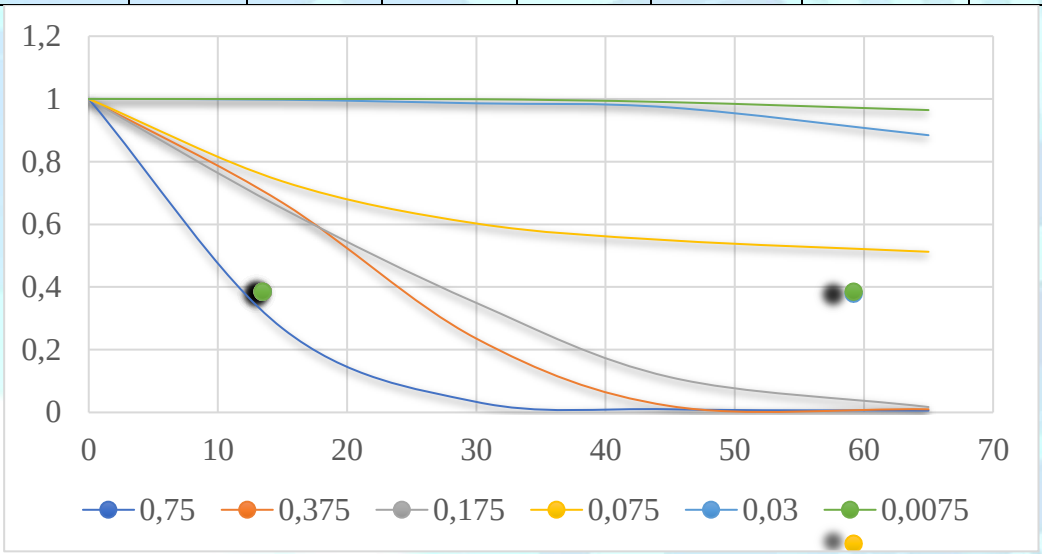
3-jadval.

Qaralayotgan zarrachani muallaqlashu koefitsenti hamda gidravlik yiriklikka bog‘liqligi.

Qaralayotgan yirik o‘lchamli zarracha miqdori	**1-0,5 mm**	**0,5-0,25 mm**	**0,25-0,1 mm**	**0,1-0,05 mm**	**0,05-0,01 mm**	**0,01-0,005 mm**	**0,005< mm**
S=3,8 kg/m^3	0,75	0,375	0,175	0,075	0,03	0,0075	0,003
%	5,5	12,1	15,5	20,1	33,1	11,8	1,9
S_0, kg/m^3	0,209	0,45012	0,5611	0,70752	1,13202	0,3953	0,06

ISSN 3030-3907

ε	0,046	0,057	0,064	0,067	0,069	0,07	0,071
W	0,0897	0,0189	0,00692	0,00339	0,000623	0,0000692	0,0000175



3-rasm. Oqiziqlarni oqim uzunligi bo‘yicha cho‘kish jarayoni.

Yuqoridagi jadvaldan foydalangan holda, oqiziqlarni oqim uzuligi bo‘yicha cho‘kishi jarayonini ifodalovchi quyidagi formula asosida hisoblab chiqiladi [1,13,14]:

$$S_i = S_0^i \exp\left\{-\frac{\varepsilon_i W_i}{H\vartheta} x\right\} \qquad (1)$$

Bu yerda:

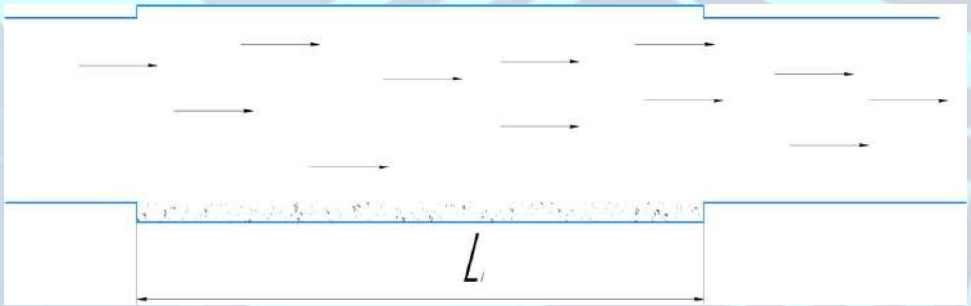
S_0^i-qaralayotgan *i*-fraksiyali zarrachaning fraksion tarkibdagi foiz miqdoriga bog‘liq holdadi qiymati(3-jadvaldan olinadi);

x-tindirgich uzunligi (65 m);

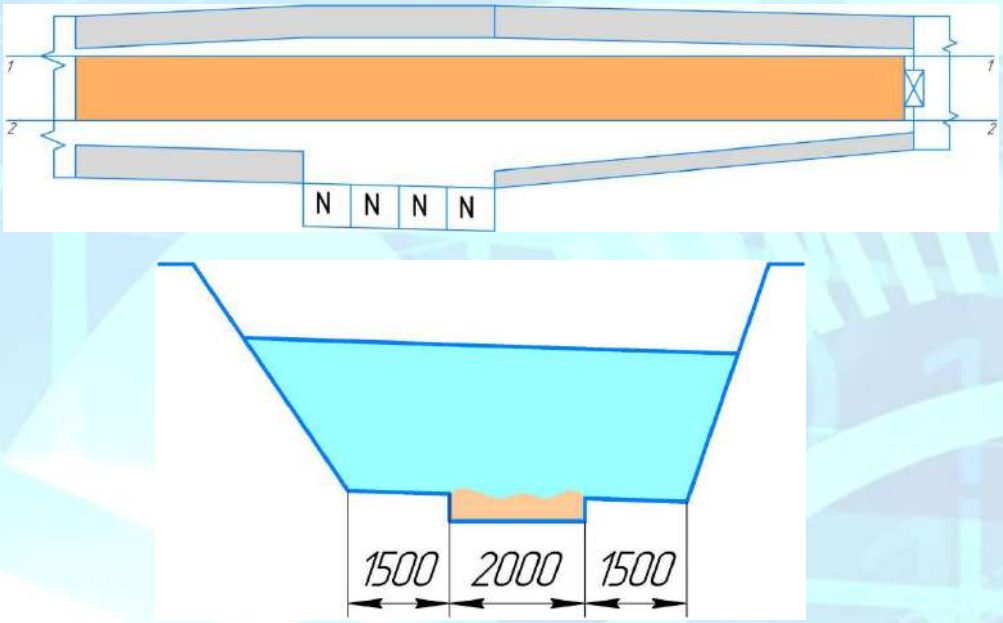
ϑ- o‘rtacha qabul qilingan tezlik (0,15 *m/sek*);

H-tindirgichning suv satx balandligi (2 m)

Ushbu 0,1 mm loyqaliklarni tindirgichda ushlab qolishligi ko‘zda tutilib jami loyqalining 30 (%) foizini ushlab qolishini ko‘zda tutilgan bo‘lsa, qolgan qismini suv qabul qilish bo‘linmasi uchun qauyidagi taklif etilayotgan konstruksiyada (4-rasm) ushlab qolishligi rejalashtirilgan:



ISSN 3030-3907



4-rasm. Suv qabul qilish bo‘linmasi uchun taklif etilayotgan to‘rtburchakli ostona.

5. Xulosa. Gorizontal gravitatsion tindirgichlarni loyihalash va optimallashtirish bo‘yicha tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, ularning konstruktiv parametrlarini maqbullashtirish orqali suv resurslaridan samarali foydalanish mumkin. Tadqiqot natijalaridan kelib chiqib, tindirgichning optimal uzunligi 65 m, oqim tezligi esa 0,15 m/s etib belgilandi. Bu esa, suv resurslarini boshqarish va nasos stansiyalarining samaradorligini oshirishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Arifjanov A.M., Fatxullayev A.M., Samiyev L.N., O‘zandagi jarayonlar va daryo cho‘kindilari. Toshkent, 2017: Monografiya Nashrliq yo‘g‘dusi, 191 b.

2. Абальянц С.Х. Устойчивые и переходные режимы в искусственных руслах. - Л:. Гидрометеоиздат, 1981. -245б.

3. Анциферов С.М., Дебольский В.К. Распределение концентрации взвесей в стационарном потоке над размываемым дном// Водные ресурсы. – Ташкент, 1997. 270 б.

4. Латипов К.Ш., Арифжанов А.М. Вопросы движения взвесенесущего потока в руслах. Ташкент.1994. – 114с.

5. Латипов К.Ш., Арифжанов А.М. О модели движения взвесенесущего потока в руслах// Журнал проблемы механики.– Ташкент, 1996. - № 6. 51-54 б.

6. Арифжанов А., Фатхуллаев А. Динамика взвесенесущего потока в руслах. Ташкент. 2013. – 178с.

ISSN 3030-3907

7. Гиргидов А. Д. Расчет длины ирригационных отстойников // Охрана окружающей среды от загрязнения промышленными выбросами. Л.: Изд-во ЛТИ ЦБП, 1975. с. 56-63.
8. СНиП 2.06.01-97. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования. Ташкент. 1997.
9. A.M.Arifjanov, I.X.Iminov- 'Regarding the Analysis of the Parameters of Horizontal Gravity Sump". WEB OF SYNERGY International Interdisciplinary Research Journal Volume2Issue4,Year2023ISSN:2835-3013.
10. I.X.Iminov- "Tindirgichlardan foydalanishdagi chora-tadbirlar". EUROASIAN journal of ACADEMIC research UIFq8.1 SJIFq685 Volume 3, part 4 April-2023 ISSUE-4, ISSN 2181-202.
11. A.M. Arifjanov, A.X.Sattorov, D. Atakulov, I.X.Iminov- "Metod of calculation of the model of flow motion in water facilties". AEGIS-2023.
12. Arifjanov, I.Iminov-Calculation of distruton of river sedimentsby the depth of the stream.
13. M.Bakiyev, I.Majidov, B.Nosirov, R.Xo'jaqulov, I.saidov-Gidrotexnika inshootlarini loyihalash. T-2013.
14. Самиев Л., Оқимдаги чўкинди заррачаларни фракциялар бўйича бошқаришнинг аҳамияти// Тошкент, "Агро илм" журнали, 2011. 58-59 б.

ISSN 3030-3907

РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОМПОЗИЦИИ ПЕСТИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ ENTOVANT, ENTOLUCHO, AKARAGOLD И «ZELDEK EKSTRA»

Ф.Ф. Хошимов
Наманганский государственный технический университет, к.т.н., профессор.
О.К. Эргашев
Наманганский государственный технический университет, д.х.н., профессор.
А.О. Бектемиров
Директор СП ООО «Ифода Агро Кимё Химоя», к.х.н.
М.Ф. Орифбаева-Файзуллаева.
Наманганский государственный технический университет, докторант.
М. Мамадалиев.
СП ООО «Ифода Агро Кимё Химоя»,
И.С.Орифбоев.

Аннотация. В статье показано роль инсектицидных, акарацидных препаратов по сохранению качество и урожайности сельхозрастений. Разработаны новые композиции пестицидных препаратов препаратов - Entovant, Entolucho, «Zeldek ekstra» и Akaragold, п, производимой СП ООО “Ифода Агро Кимё химоя”, с фитогормонами. Все новые композиции пестицидных препаратов показали соответствующую биоэффективность против насекомых и сорных растений.

Ключевые слова: инсектицид, акарацид, гербицид, препарат, индоксакарб, имидаклоприд, пропаргит, гекситиозокс, галоксифоп-Р-метил, доза, биоэффективность, агротехника, , обработка, вредители.

Annotatsiya. Maqolada qishloq xo‘jaligi o‘simliklarining sifati va hosildorligini saqlashda insektitsid, akaratsid preparatlarning o‘rni ko‘rsatilgan. “Ifoda Agro Kimyo himoya” MChJ QK tomonidan ishlab chiqarilgan “Entovant”, “Entolucho”, “Zeldek ekstra” va “Akaragold” nomli pestitsid preparatlarining fitohormonli yangi kompozitsiyalari yaratildi. Pestitsid preparatlarining barcha yangi kompozitsiyalari hasharotlar va begona o‘tlarga qarshi tegishli biosamaradorlikni ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: insektitsid, akaratsid, gerbitsid, preparat, indoksakarb, imidakloprid, propargit, geksitiozoks, haloksifop-R-metil, doza, biosamaradorlik, qishloq xo‘jaligi texnologiyasi, , davolash, zararkunandalar.

Abstract. The article shows the role of insecticidal, acaracid preparations in maintaining the quality and yield of agricultural plants. New compositions of

ISSN 3030-3907

pesticide preparations - Entovant, Entolucho, "Zeldek ekstra" and Akaragold, n, produced by SP OOO "Ifoda Agro Kimyo himoya", with phytohormones have been developed. All new compositions of pesticide preparations have shown appropriate bioefficiency against insects and weeds.

Keywords: insecticide, acaracid, herbicide, preparation, indoxacarb, imidacloprid, propargite, hexythiozox, haloxyfop-R-methyl, dose, bioefficiency, agricultural technology, , treatment, pests.

Введение

Численность населения мира постоянно увеличивается, обеспечение которых продуктами питания требует существенное увеличение сельхозпродуктов. Чтобы прокормить население мира, производительность должна быть увеличена на 70% для дополнительных 2.3 миллиарда человек к 2050 г. Различные биотические и абиотические стрессы являются основными факторами, ограничивающими продуктивность сельскохозяйственных культур. Абиотические стрессы, включая засуху, засоление, жару, холод, наводнения и ультрафиолетовое излучение, вызывают потери урожая во всем мире. В последнее время предотвращение потери этих культур и производство большего количества продуктов питания и кормов для удовлетворения потребностей постоянно растущего населения приобрели беспрецедентное значение. На земном шаре обитают около 30 000 видов сорных растений, 10 000 видов вредных насекомых и других членистоногих, 3 000 видов нематод, 120 000 видов грибов, около 100 видов фитопатогенных бактерий и примерно 600 фитопатогенных вирусов [1].

С другой стороны, эффективность защиты растений в мире в среднем равна менее 50 %. Несмотря на совершенствование мер защиты растений, на неуклонное повышение затрат на их защиту, после 2000 года стоимость потерь от вредных организмов составляет около 1/3 стоимости продукции. Для предотвращения потерь урожая и сохранности сельхозпродукции от вредителей, на первый план выйдут методы контроля, т.е. химические средства защиты растений. Принимая во внимание такой рост населения на фоне ежегодного сокращении посевных площадей и такие потери от вредных организмов, серьезной альтернативы пестицидам на сегодня нет. Пока без этих средств невозможно быстро и эффективно защитить растений от неблагоприятных факторов. Поэтому необходимо обеспечить высокую эффективность и более безопасное и контролируемое использование средств защиты растений. Основными факторами, которые позволят этого достичь, являются наличие всесторонних знаний о применяемых препаратах и внедрение этих знаний в производство сельхозпродукции [2].

ISSN 3030-3907

Обзор литературы. Защитные вещества, называемые инсектицидами, предназначены для борьбы с вредными для растений, животных, пищевых продуктов, промышленных изделий и т.д [3].

Препараты от насекомых вредителей выпускаются разными производителями, под разными названиями, но главным компонентом любого препарата является действующее вещество, к которому добавляются различные компоненты для улучшения прилипания препарата к листьям [4].

Именно действующее вещество убивают вредителей или возбудителей заболеваний. Препараты с разными названиями, но содержащие одно и тоже действующее вещество, абсолютно одинаковы с точки зрения борьбы с теми или иными вредителями или заболеваниями. У каждого препарата есть свой срок ожидания – период после обработки, в течение которого нельзя употреблять плоды в пищу. Считается, что по окончании срока ожидания действующее вещество распадается, смывается или выводится из растения до безопасного уровня [5].

Пестициды (*pestis* зараза, *caedo* убиваю)– группа химических и биологических соединений и препаратов, используемых для борьбы с вредителями и болезнями растений и животных, сорными растениями, вредителями сельскохозяйственной продукции, для регулирования роста растений, предуборочного удаления листьев (дефолианты) и подсушивания растений (десиканты). В зависимости от цели и области применения пестициды делят на - инсектициды, ларвициды, овициды, афициды акарициды, инсектоакарициды, моллюскициды, нематициды и родентициды [6].

Вышеперечисленные пестициды применяют против вредных организмов животного происхождения. В защите растений используют также биологически активные вещества, специфически воздействующие на вредителей типа феромоны, аттрактанты, репелленты, ингибиторы, гормоны, антифиданты и стерилянты. В борьбе с возбудителями болезней растений применяют – фунгициды, фунгистатики, бактерициды, вирусоциды и антисептики. В борьбе с сорной, нежелательной кустарниково-древесной растительностью применяют гербициды, арборициды и альгициды. Среди пестицидов, используемых в защите растений, дефолианты, десиканты, ретарданты и регуляторы роста, обладающие специфическим действием на растения [7, 8].

Некоторые физиологически активные вещества, биорегуляторы или фитогормоны, используются для регуляции роста и развития самих культивируемых организмов, например, для стимулирования или, для

ISSN 3030-3907

замедления роста и развития растений, придания им устойчивости к неблагоприятным условиям или к воздействию патогенных организмов.

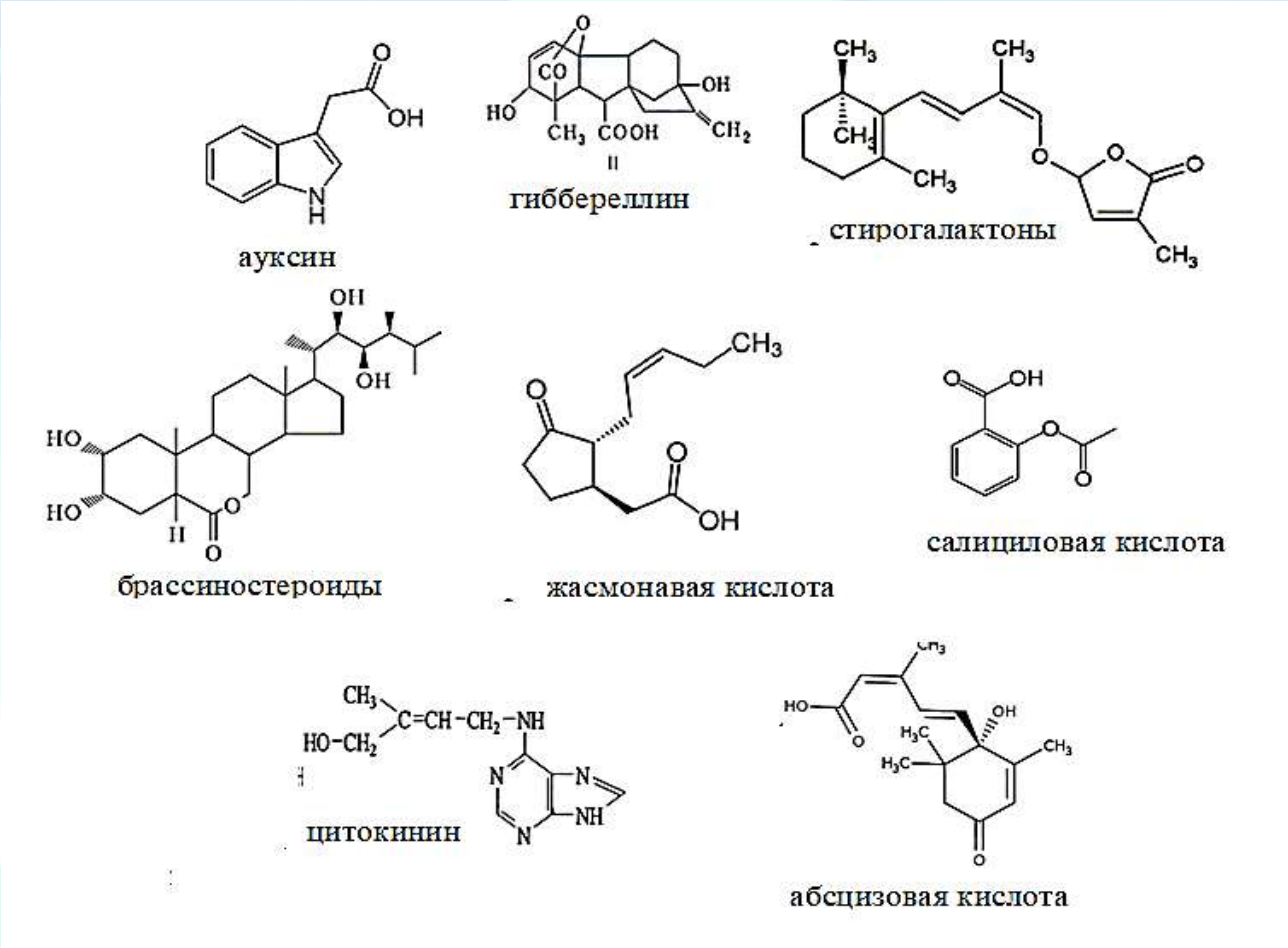


Рисунок 1. Классы фитогормонов

Фитогормоны - это химические вещества, продуцируемые растениями регуляторы олигодинамического действия, стимулирующие, угнетающие или иным образом изменяющие любые физиологические процессы в растениях **[9]**.

Они образуются главным образом в активно растущих тканях растений, на верхушках стеблей и кончиках корней. В отличие от гормонов животных, фитогормоны менее специфичны и часто оказывают свое действие в том же участке растения, где образуются. Фитогормоны подразделяются на следующие классы: ауксины, гиббереллины, цитокинины, брассиностероиды, абсцизовая кислота и абсцизины, стирогалактоны, этилен, жасминовая кислота и жасмонаты, салициловая кислота и салицилаты (рис.1) [10, 11].

Также ещё фитогормоны подразделяются на "стимулирующие" и "тормозящие". "Стимулирующие" фитогормоны - ауксины, цитокинины и гибереллины, играет большую роль на ювенильных стадиях развития.

ISSN 3030-3907

"Тормозящие" фитогормоны - абсцизовая кислота и этилен, играет большую роль на стадиях формировании семян [12].

Для стимуляции роста стебель, оптимальная концентрация гормонов должно составлять примерно 10^{-6}-10^{-5} моль/л. Для корней такая концентрация гормонов действует как ингибитор. Для стимуляции роста корня концентрация гормонов дольжен быть менее 10^{-7} моль/л [13, 14].

Препараты содержащие активный компонент в сочетании с другими пестицидами, обеспечивают высокий уровень контроля и снижение вреда для культурных растений, приводящий к увеличению урожайности и стабильности качества продукции. Совместное применение фитогормонов с пестицидами воздействует на сельхоз культур положительно. Такие композиции действует на растения «дружелюбно», снимая или быстро выведя их из стрессового состояния вызванное токсическими действиями пестицидами. В свою очередь это принесёт экологическую и экономическую выгоду для фермерских хозяйствам. Эти выгоды обусловлены низкой концентрацией действующих веществ, высокой эффективности препаратов в связи синергизмом и или низкой стоимости обработки растений.

Ключевым фактором успеха также является строгое соблюдение правил совместимости, оптимальных дозировок, а также разработка новых формул для максимальной биодоступности активных веществ. Использование таких комбинированных препаратов позволяет добиться повышение урожайности благодаря стимуляции роста и подавлению сорняков, уменьшение количества обрабатываемых химикатов, что выгодно с экологической точки зрения и улучшение устойчивости растений к болезням и стрессам [15, 16].

Модификация действующих веществ, комбинация их с другими физиологически активными веществами, разработка новых форм или способов применения позволяет быстро и экономически эффективно разработать новых препаратов. Особенно использование комбинированных препаратов позволяет повысить устойчивость культур к стрессам, снизить дозировки и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Одним из современных методов является разработка новых формул и способов доставки активных веществ, а также комбинирование их с биологическими стимуляторами. Важным аспектом является повышение биодоступности и стабилизации составов, что позволит расширить спектр применения и увеличить срок действия препаратов. Таким образом, химическая борьба с вредителями сельскохозяйственных растений является актуальной.

ISSN 3030-3907

В связи с этими нами было разработано фитогормонсодержащие композиции следующих пестицидных препаратов - Entovant, Entolucho, «Zeldek ekstra» и Akaragold, выпускаемых СП ООО «Ифода Агро Кимё Химоя».

Материалы и методы. Новые композиции пестицидов получали по существующими методиками получения препаратов, путем взвешивания, смешивания и растворения составляющих веществ, соблюдением строгой последовательности. Для растворения компонентов применяли дистиллированную воду и эмульгаторы. Дополнением к существующим рецептурам добавляли фитогормонов и рострегуляторов. Полученные композиции препаратов изучали на соответствие органолептическим и физико-химическим требованиям предприятия.

Для проведения агротехнических опытов, препараты вносили путем опрыскивания рабочим раствором – 300 л/га. Рабочий раствор готовили путем суспендирования 1,5 л маточной суспензии или эмульсии с водой до 300 л. Вредителей регистрировали по соответствующей методике, за 7 дней до и после применения препарата. Биологическую эффективность рассчитывали по формуле Эбботта [17].

Действующим веществом акрицидного препарата **Entovant** является – индоксакарб. Температура плавления — 88,1 °C, удельный вес — 1,44 г/мл, хорошо растворим в органических растворителях. Вещество относится к химическому классу оксадиазинов [8]. Название по ИЮПАК - метил(4aS)- 7-хлор -2-метоксикарбонил- [4-(трифторметокси) фенил] карбамоил] -3,5-дигидроиндено[1,2-e] [1,3,4] оксадиазин- 4a- карбоксил. Эмпирическая формула - C22H17ClF3N3O7, молекулярная масса - 527.84 (рис.2).

Инсектоцид Entolucho предназначен для борьбы с широким спектром вредителей на хлопчатнике - против тли, трипсов и клопов. Действующее вещество препарата Entolucho – имидаклоприд, [4,5-дигидро -N-нитро- 1-[(6-хлор -3-пиридил) -метил]-имидазолидин-2-илен -амин] (рис.2). Имидаклоприд технический - порошок от белого до кремного цвета. Мало растворим в гексане, толуоле, метаноле, ацетоне, воде, хорошо растворим галогенорганических растворителях, устойчив к гидролизу при pH=5–11. Используется в сельском хозяйстве для борьбы с вредными и синантропными насекомыми. Эмпирическая формула - C9H10ClN5O2, температура плавления 136,4–143,8°C и молекулярная масса – 255,7 [18].

ISSN 3030-3907

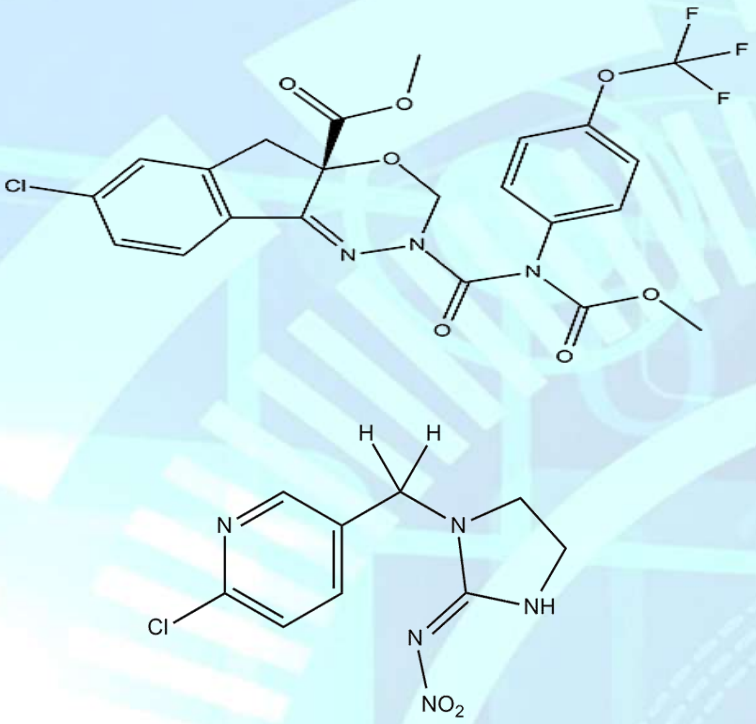


Рисунок 2. Структурная формула индоксакарба и имидаклоприда

Действующее вещество гербицидного препарата «Zeldek ekstra» - галоксифоп-Р-метил. Название по номенклатуре ИЮПАК - метил (2 R)-2-[4-[3- хлор – 5 - (трифторметил) пиридин -2- ил] оксифенокси] пропаноат (рис.3). Действующими веществами инсектицидного препарата Akaragold, в форме концентрата эмульсии, - пропаргит (66%) и гекситиозокс (6%). Эмпирическая формула пропаргита - C19H26O4S, молекулярная масса - 350,5. Название пропаргита по ИЮПАК - 2-(n-трет-бутилфенокси)-циклогексилпропаргил-сульфит, а гекситиозокса - (4S, 5S)-5-(4-хлорфенил)-N-циклогексил-4-метил-2-оксо-1,3-тиазолидин-3-карбоксамид (рис.3).

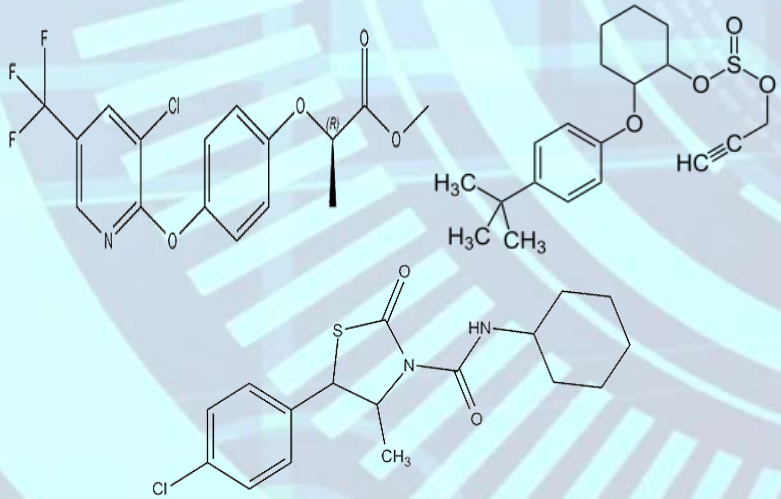


Рисунок 3. Структура галоксифоп-Р-метила, пропаргита и гекситиозокса.

ISSN 3030-3907

Результаты и их обсуждение. Одним из эффективных методов получения пестицидных препаратов является разработка новых формул и способов доставки активных веществ, а также комбинирование их между собой или с биостимуляторами. Важным аспектом является повышение биодоступности и стабилизации составов, что позволит расширить спектр применения и увеличить срок действия препаратов.

В качестве рострегулирующихвеществ выбраны следующие фитогормоны класса – ауксины (индолуксусная кислота, индолмасляная кислота, нафтилуксусная кислота), цитокинин и гибериллин. Использование биостимуляторов, которые содержат рострегуляторов (органических кислот), помогут дополнительно укрепляет эффект пестицидов, повысить общую устойчивость растений к стрессам, улучшить усвоение активных веществ и способствует гармоничному росту растений.

Действие цитокининов — у растения зеленеют листья, укореняются, продлевают вегетацию, антистрессовый фактор. При $C = 10^{-4}$ - 10^{-4} М — ветвь, при $C < 10^{-4}$ М — корень развивается. Действие ауксинов — ветви растут. Действие гиббереллинов — листья растут, например, виноград без косточек образуется. Салициловая кислота действует как противовирусное средство и как биостимулятор. Относительное концентрация фитогормонов определяет пути развития растений. Например:

Ауксин << Цитокинин — ветви развиваются;
Ауксин >> Цитокинин — корни развиваются;
Ауксин + Цитокинин — боковые побеги развиваются;
Ауксин + Гибериллин — ветви удлиняются (мака);
Ауксин + ИУК — ризогенез, корнеобразование (стебель);
Гиббереллин + ИУК — семена развиваются.

При разработке состава для защиты растений считаем необходимым учитывать важнейшие факторы, придерживаясь следующим правилам:

Во-первых, совместимость действующих веществ. Они не должны препятствовать друг другу в проявлении предполагаемой физиологической активности, должны быть нейтральными, а ещё лучше, если они проявляют синергизм, усиливающий их физиологическую активность при совместном использовании;

Во-вторых, влияние таких факторов, как растворимость, стабильность и способ применения действующих веществ. Эти факторы играют ключевую роль в определении наиболее подходящего типа составов, обеспечивают эффективность и стабильность продуктов. Для создания и поддержания стабильной формулы необходимо включать специальные добавки,

ISSN 3030-3907

обеспечивающие такие основные функции, как растворение, диспергирование и эмульгирование. Использование специальных адъювантов в составе или их добавление в бак значительно улучшить применение и эффективность действующих веществ, одновременно способствуя снижению непредвиденного воздействия на окружающую среду;

В-третьих, действия или составы, способствующие распределению продуктов. Увеличение контакта организма с действующими веществами определяет эффективность препарата. Разработка эффективных средств защиты растений предполагает сбалансированное смешивание различных материалов и компонентов, что обеспечивает стабильность продукта. Помимо различных физико-механических воздействий, обеспечивающих долговременную стабильность, в состав входят специальные добавки, такие как полимеры, поверхностно-активные вещества, загустители, прилипатели, растворители и сорастворители, разбавители. Для дисперсионных систем, таких как суспензионные концентраты и эмульсии, электростатическая стабилизация с использованием ионных поверхностно-активных веществ и стерическая стабилизация с использованием высокомолекулярных соединений необходимы для достижения и поддержания стабильной и эффективной формулы.

В-четвертых, последние разработки в области специальных добавок позволяют разрабатывать более эффективные и стабильные формулы для защиты растений. Одним из главных достижений является переход от традиционных растворителей к новым «зеленым растворителям», повышающим экологичность продукта. Соблюдение нормативных требований гарантирует успех разработанного состава и позволяет незамедлительное крупномасштабное производство. При создании композиций также нужно учитывать следующие факторы: взаимная совместимость веществ (исключение антагонизма), растворимость действующих веществ в полярных или неполярных растворителях, коллоидная устойчивость и стабильность композиции, соответствие физико-химическим показателям производимых препаратов.

Одним из современных методов является разработка новых формул и способов доставки действующих веществ, а также их комбинирование с биологическими стимуляторами. Важным аспектом является повышение биологических свойств и стабильности этих препаратов, что расширяет область применения и увеличивает продолжительность действия препаратов.

ISSN 3030-3907

Исходя из вышеизложенных правил, разработали н**овых, эффективных составов композиции по формуле:**

Новая композиция=пестицид+фитогормон+рострегулятор

При составлении композиций также учтены следующие факторы - как растворимость в полярных или неполярных сольвентах, взаимосовместимость веществ, стабильность и коллодная устойчивость композиции, соответствие физико-химических показателей к нормативно-техническим параметрам действующих препаратов. Целью было создание новых высокоэффективных композиции путем добавления биостимуляторов с синергетическими свойствами, совместимых с основными действующими веществами, без крупных изменений технологии и технологических линии производства препаратов.

В связи с этими нами было разработано следующие фитогормон содержащие композиции пестицидных препаратов - Entolucho, **Entovant**, «Zeldek ekstra» **и** Akaragold, **выпускаемой СП ООО «Ифода Агро Кимё Химоя».**

Варианты композиции акарицидного препарата Entovant (рис.4)**:**

1) индоксакарб + цитокинин (CPPU) +салициловая кислота (или янтарная кислота);
2) индоксакарб + ауксин (IAA)+ цитокинин (CPPU) +салициловая кислота (или янтарная кислота);
3) индоксакарб + ауксин (IBA)+ цитокинин (CPPU) +салициловая кислота (или янтарная кислота);
4) индоксакарб + ауксин (IBA)+гиббериллин+салициловая кислота (или янтарная кислота);
5) индоксакарб + ауксин (IAA)+гиббериллин+салициловая кислота (или янтарная кислота).



Рисунок 4. Новые композиции препарата Entovant.

ISSN 3030-3907

Для инсектицидного препарата Entolucho (рис.5)**:**

1. имидаклоприд + цитокинин (CPPU) +салициловая кислота (или янтарная кислота);
2. имидаклоприд + ауксин (IAA)+ цитокинин (CPPU) +салициловая кислота (или янтарная кислота);
3. имидаклоприд + ауксин (IAA)+гиббериллин+салициловая кислота (или янтарная кислота);
4. имидаклоприд + ауксин (IBA)+гиббериллин+салициловая кислота (или янтарная кислота);
5. имидаклоприд + ауксин (IBA)+ цитокинин (CPPU) +салициловая кислота (или янтарная кислота).



Рисунок 5. Новые композиции препарата Entolucho.

Ниже представлены вариации композиции для гербицида “Zeldek ekstra” и инсектицида Akaragold (рис.6).

Для гербицидного препарата “Zeldek ekstra” :

1) **галоксифоп-Р-метил** + гиббериллин;
2) **галоксифоп-Р-метил** + гиббериллин+салициловая кислота (или янтарная кислота);
3) **галоксифоп-Р-метил** + ауксин (NAA)+гиббериллин+салициловая кислота (или янтарная кислота).
4) **галоксифоп-Р-метил** + *ауксин (IBA)+гиббериллин+салициловая кислота (или янтарная кислота).*

Для инсектицидного препарата Akaragold:

1) пропаргит + гекситиозокс + цитокинин (CPPU) +салициловая кислота (или янтарная кислота);
2) пропаргит + гекситиозокс + ауксин (NAA)+ цитокинин (CPPU) +салициловая кислота (или янтарная кислота);

ISSN 3030-3907

3) пропаргит + гекситиозокс + ауксин(NAA)+гиббериллин+салициловая кислота (или янтарная кислота).

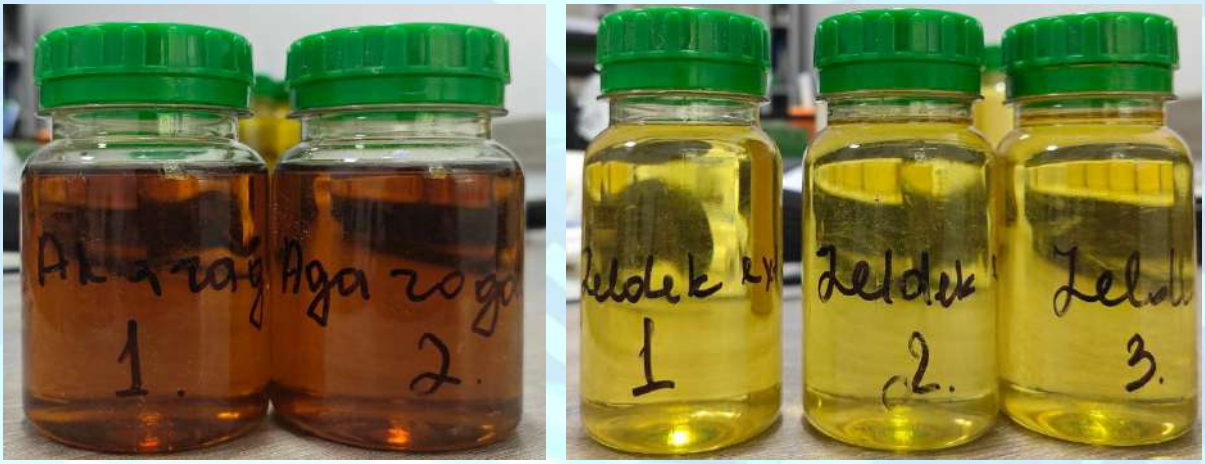


Рисунок 6. Новые композиции препарата Aka ragold и “Zeldek ekstra”.

Предварительное исследование полученных композиции на стабильность и коллоидную устойчивость показало их соответствие нормам НТД производителя. Комбинированные препараты пестицидов предлагают множество преимуществ в сельском хозяйстве, включая повышение эффективности контроля вредителей и снижение риска формирования устойчивости. Однако их использование должно быть сбалансированным, чтобы минимизировать негативное воздействие на полезные организмы и окружающую среду. Правильный выбор компонентов для таких комбинаций может значительно улучшить результаты применения пестицидов [19-21].

Эффективность пестицидов не снижается в прохладную или жаркую погоду. В то же время отмечается ее увеличение с повышением температуры. Чувствительные вредители прекращают питание в течение 0-4 часов после обработки, нарушается координация, наступает паралич и гибель в течение 4-60 часов. Продолжительность действия пестицидных препаратов составляет 10-15 дней. Инсектицидные препараты обладают широким спектром действия и эффективно применяется против видов семейств - Листовертки, Листоеды, Совки, Кузнечики, Хлопковые долгоносики и др.

Экспериментальные площадки состоят из сероземов и орошаемых земель. Глубина грунтовых вод 15-20 метров. К началу испытаний все агротехнические мероприятия были проведены вовремя. Испытания препаратов проводили на крупных полях, размер опытных площадей по каждому варианту составил 5-8 г. Препараты наносили на растения путем полного опыления. Расход рабочей жидкости составил 300 л/га. Работы с препаратами проводились утром в Туракурганском и Чустском районах Наманганской области, при температуре 20-22°C, скорости ветра 1-2 м/с и влажности воздуха 45%.

ISSN 3030-3907

Таблица 1.

Агротехнические опыты акарицидом Entovant

Район	Фермерское хозяйства	Дата опыта	Площадь опыта, гектар	Вредитель	Время после обработки, дни	Биоэффективность,%.
Туракурган	Курганчаок олтин	02.08.2024	8	**Хлопковая совка**	7	92
Чуст	Усмонали и Мубошир	15.08.2024	5	**Хлопковая совка**	7	94

Работы с **акарицидным** препаратом **Entovant** проводили, на сельхозкультуре хлопок, против хлопковой совки. **Через 7 дней эффективность препарата Entovant составила 92–94%** (табл. 1.)**.**

Таблица 2.

Агротехнические опыты инсектицидом Entolucho

Район	Фермерское хозяйства	Дата опыта	Площадь опыта, гектар	Вредитель	Время после обработки, дни	Биоэффективность,%.
Туракурган	Курганчаок олтин	02.08.2024	5	Тли, трипсы	5	95
Чуст	Усмонали и Мубошир	15.08.2024	8	Тли, трипсы	4	92

Работы с инсектицидным препаратом Entolucho проводили, на сельхозкультуре хлопок, против вредителей – тля и трипсов. Через 4-5 дней эффективность препарата Entolucho составила 92–95% (табл.2).

Таблица 3.

Агротехнические опыты инсектицидом Akaragold

Район	Фермерское хозяйства	Дата опыта	Площадь опыта, гектар	Вредитель	Время после обработки, дни	Биоэффективность,%.
Туракурган	Курганчаок олтин	02.08.2024	5	**Паутинный клещ**	6	96
Чуст	Усмонали	15.08.2024	7	**Паутинный клещ**	5	95

ISSN 3030-3907

	Мубошир					

Работы с **инсектицидным** препаратом **Akaragold** проводили, на сельхозкультуре хлопок, против **паутинного клеща**. **Через 5-6 дней эффективность препарата Akaragold составила 95-96%** (табл.3).

Таблица 4.

Агротехнические опыты гербицидом «Zeldek ekstra»

Район	Фермерское хозяйства	Дата опыта	Площадь опыта, гектар	Вредитель	Время после обработки, дни	Биоэффективность,%.
Туракурган	Курганчаок олтин	02.08.2024	8	**Свинорóй пáльчатый,** гумай	12	91
Чуст	Усмонали Мубошир	15.08.2024	9	**Свинорóй пáльчатый,** гумай	14	93

Работы с гербицидном препаратом «Zeldek ekstra» применялся, на сельхозкультуре хлопок, против сорняков, таких как **Свинорóй пáльчатый (***Cynodon dactylon*) и Гумай (*Androgon halepensis)*. При испытании через 12–14 дней эффективность гербицида «Зелдек Экстра» составила 93–94% (табл.4).

Выводы. По результатам исследований доказано, что новые композиции пестицидных препаратов препаратов - Entolucho, Entovant, «Zeldek ekstra» и Akaragold, соответствует по органолептическим и физико-химическим показателям, предъявляемым этим препаратам. Новая композиция препарата Entovant, в борьбе с насекомыми - хлопковыми совками в дозе 1,5 л/га показало средний эффективность 93%, препарат Entolucho против вредителей тли и трипсов в дозе 1,5 л/га эффективность 92-95%, препарат Akaragold против паутинного клеща эффективность 95–96% и препарат «Зелдек Экстра» против сорняков **Свинорóй пáльчатый (***Cynodon dactylon*) и Гумай *Androgon halepensis*, эффективность 93–94%, а также увеличение урожайности сельхоз культур.

ISSN 3030-3907

Следующими этапами исследований является разработка технологии и НТД для наиболее перспективных препаратов. Таким образом, композиции фитогормонов с пестицидами является более экономичным и эффективным способом получение разнообразных препаратов для сельского хозяйства. Внедрение таких препаратов содействует повышению урожайности и снижению негативного влияния на экологию сельскохозяйственного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.В. Чумикина, Л.И. Арабова, В.В. Колпакова, А.Ф. Топунов. Фитогормоны и абиотические стрессы (обзор). Химия растительного сырья. 2021. №4. С. 5–30.
2. Козлов С.Н., Кажарский В.Р. Методы и средства защиты растений. Химические средства защиты овощных, плодовых и ягодных культур от вредителей: учебно-методическое пособие – Горки: БГСХА, 2019. – 309 с.
3. Попов С. Я., Дорожкина Л. А., Калинин В. А. Основы химической защиты растений / Под ред. профессора С. Я. Попова. — М.: Арт-Лион, 2003. — 208 с.1. Инсектицид, акарицид, биологик фаол моддалар ва фунгицидларни синаш бўйича услубий кўрсатмалар. Тошкент, 2004., 2-нашр.
4. Байгонова, К.С. Концепция риска при пестицидах // Гигиена, эпидемиология и иммунобиология. №3(37). 2008. С.45-49.
5. Данилов, М. Е. Погодные условия и эффективность пестицидов // Поле Августа. – 2020. – №6. – С. 6–7.
6. Методы и средства защиты растений. Химические средства защиты овощных, плодовых и ягодных культур от вредителей: учебно-методическое пособие / С. Н. Козлов, В. Р. Кажарский. – Горки: БГСХА, 2019. – 309 с.
7. Ганиев М. М., Недорезков В. Д. Химические средства защиты растений: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Издательство «Лань», 2013. 400 с.
8. Химическая защита растений/Под ред. Г. С. Груздева.—3-е изд., перераб. и доп.— М.: Агропромиздат, 1987.—415 с.
9. Гущина В.А., Володькин А.А. Биопрепараты и регуляторы роста в ресурсосберегающем земледелии, Учебное пособие. — Пенза: РИО ПГСХА, 2016. — 206 с.
10. Князева Т.В. Регуляторы роста растений в Краснодарском крае: монография. – Краснодар: ЭДВИ, 2013 – 128 с
11. Юнусов Дилмурод Нурдин угли, Хошимов Фарход Файзуллаевич. Инсектициды: классификация, применение, примеры. International Journal of

ISSN 3030-3907

Advanced Research in Education, Technology and Management Volume 2, Issue 1, 2023. P.315-336.
12. Носов А.М. Физиология растений. Часть 2, Конспект лекций. — М.: МГУ, 2019. — 166 с.
13. Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур. М.: Госхимкомиссия, ВИЗР, 1985. 130 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 4-е изд. М.: Колос, 1979. 416 с.
15. Ibroximova M.X., Hoshimov F.F. Abomektin, indoksokarb pestitsidlari asosida kompleks ta'sirli preparatlar olish va ularning fizik–kimyoviy xossalarini o'rganish. Tabiiy fanlar va ekologiyaga oid ayrim muammolar. (Ilmiy maqolalar to'plami) XVII - Namangan: NamDU nashri, 2022, 206-207 bet.
16. Bektemirov Azizbek Obitali ugli, Ikramova Maftuna Mardonzhonovna, Development of insecticide preparation "Entovant". International journal of Social Sciences & Interdisciplinary Research, Volume: 11 Issue: 04, 2022. p. 46-48.
17. Ibroximova Moxinbonu Xayotbek qizi, Hoshimov Farhod Fayzullayevich. Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi usuliida suyuq preparatdagi abamektinning massa ulushini o'lchash. AndMBI Scientific and technical journal machine building. АндМИ Машинасозлик илмий-техника журнали №6, 2022 йил. 52-59 betlar.
18. Bektemirov A.O., Ikramova M.M., Hoshimov F.F. Development of insecticide preparation "Entovant". International journal of Social Sciences & Interdisciplinary Research, Volume: 11 Issue: 04 April 2022. p.46-48.
19. A.O.Bektemirov, F.F.Hoshimov, M.M.Ikramova. Development of insecticide preparation "Entovant". International journal of Social Sciences & Interdisciplinary Research, Volume: 11 Issue: 04 April 2022. p. 46-48.
20. A.O.Bektemirov, F.F. Hoshimov, O.K.Ergashev. O'simliklarni ximoya qilish vositalari: dual ta'sirli pestitsid preparatlar olinishi va texnologiyasi – Monografiya, Namangan: NamMTI nashri. 2024 yil. — 142 bet.
21. M.X.Lutpillayeva, F.F.Hoshimov, O.K.Ergashev. Qishloq xo'jaligida qo'llash uchun nanokumush tutgan o'simlik o'sishini boshqaruvchi innovatsion preparatlar olish –Monografiya, GlobeEdit. 2024 yil. — 244 bet.

ISSN 3030-3907

XIZMAT KO‘RSATISH SOHASIDA AHOLI BANDLIGINI TA’MINLASH BO’YICHA XORIJ TAJRIBASI

Azimova Xurshida
Buxoro davlat universiteti (PhD) erkin izlanuvchi doktoranti
Tel:+998 93 689 88 00
E-mail : aaaaaa@example.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada xizmat ko‘rsatish sohasida aholining bandligini ta’minlash borasidagi xorijiy tajriba o‘rganiladi. Dunyo amaliyoti shuni ko‘rsatadiki, xizmat sektori nafaqat iqtisodiyotning yirik tarmog‘i, balki aholining keng qatlamlarini ish bilan ta’minlaydigan manbadir. Maqolada rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlar tajribasi misolida xizmat ko‘rsatish orqali bandlikni oshirishga oid dasturlar, me’yoriy-huquqiy asoslar va innovatsion yondashuvlar tahlil qilinadi. Shuningdek, bu tajribalarni O‘zbekiston sharoitida tatbiq etish imkoniyatlari ham muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: xizmat sohasi, bandlik siyosati, xorijiy tajriba, mehnat bozori, innovatsion xizmatlar, kichik biznes, xizmatlar eksporti, kasbga yo‘naltirish, xizmatlar modernizatsiyasi, iqtisodiy integratsiya

Аннотация. В статье рассматривается зарубежный опыт обеспечения занятости населения в сфере услуг. Мировая практика показывает, что именно данный сектор способен обеспечить значительную часть населения устойчивыми рабочими местами. Проанализированы программы занятости, нормативно-правовые механизмы и инновационные подходы, применяемые в развитых и развивающихся странах. Особое внимание уделено возможности адаптации зарубежного опыта к условиям Узбекистана.

Ключевые слова: сфера услуг, политика занятости, зарубежный опыт, рынок труда, инновационные услуги, малый бизнес, экспорт услуг, профориентация, модернизация услуг, экономическая интеграция

Annotation. The article examines international experience in ensuring employment in the service sector. Global practice demonstrates that this sector has the potential to provide a significant portion of the population with stable jobs. Employment programs, legal mechanisms, and innovative approaches applied in both developed and developing countries are analyzed. Particular attention is given to the potential for adapting foreign experience to the conditions of Uzbekistan.

Keywords: service sector, employment policy, international experience, labor market, innovative services, small business, service export, career guidance, service modernization, economic integration.

Kirish

ISSN 3030-3907

Zamonaviy iqtisodiy taraqqiyot sharoitida xizmat ko‘rsatish sohasi mamlakatlar iqtisodiy tizimining barqaror va strategik jihatdan muhim tarmog‘iga aylanib bormoqda. Ushbu sektor nafaqat yalpi ichki mahsulotda yuqori ulushni tashkil etadi, balki ish o‘rinlarining katta qismini ham aynan shu soha orqali yaratish imkonini beradi. Global amaliyot shuni ko‘rsatmoqdaki, xizmat sohasining diversifikatsiyasi va innovatsion rivojlanishi bandlikni ta’minlashda asosiy omil bo‘lib xizmat qilmoqda.

Xizmatlar sektori texnologik va tashkiliy jihatdan tez yangilanadigan, bozor talablari bilan uzviy bog‘liq bo‘lgan yo‘nalish hisoblanadi. Ayniqsa, sog‘liqni saqlash, ta’lim, axborot-kommunikatsiya, moliya, turizm va boshqa xizmat tarmoqlari bugungi kunda yuz minglab yangi ish o‘rinlarini yaratmoqda. Bu holat xizmat sektorining bandlik siyosatida tutgan o‘rnini kuchaytiradi hamda uni iqtisodiy islohotlarning ajralmas tarkibiy qismiga aylantiradi. O‘zbekiston sharoitida xizmat sohasini rivojlantirish orqali aholining bandligini oshirish masalasi dolzarb vazifalardan biri sifatida qaralmoqda. Prezident Shavkat Mirziyoyev ta’kidlaganidek: *“Kelajagimizga ishonch bilan borishimiz uchun, har bir yurtdoshimiz munosib ish joyi, barqaror daromad va ijtimoiy himoyaga ega bo‘lishi kerak”* [6, 112-bet]. Ushbu yondashuv xizmat ko‘rsatish sektorining ijtimoiy barqarorlikni mustahkamlashdagi strategik ahamiyatini ko‘rsatadi.

Ushbu maqolada xizmat ko‘rsatish sohasida aholining bandligini ta’minlashga qaratilgan xorijiy tajriba tahlil qilinadi. Xususan, Germaniya, Janubiy Koreya, Singapur va boshqa davlatlar misolida xizmat sektori orqali bandlikni oshirishda qo‘llanilgan siyosiy, institutsional va iqtisodiy mexanizmlar o‘rganiladi. Maqola yakunida ushbu tajribaning O‘zbekiston sharoitida qo‘llanish imkoniyatlari bo‘yicha xulosalar va takliflar keltiriladi.

Asosiy qism. Xizmat ko‘rsatish sohasi zamonaviy iqtisodiyotlarning eng muhim va tez rivojlanayotgan tarmoqlaridan biri bo‘lib, bandlik siyosatining markaziy komponentiga aylangan. Bu sohaning bandlikdagi salohiyati nafaqat yangi ish o‘rinlarini yaratishda, balki aholini barqaror daromad manbalari bilan ta’minlash, urbanizatsiyani muvozanatli boshqarish, mehnat migratsiyasining oldini olish va ijtimoiy-iqtisodiy inklyuziyani kuchaytirishda ham muhim rol o‘ynaydi. Ayni vaqtda, xizmat sektorining tarkibiy murakkabligi va texnologik dinamikasi uni mehnat bozorida eng moslashuvchan, innovatsiyaga ochiq va ijtimoiy himoya siyosatlariga bog‘liq soha sifatida shakllantirmoqda. Jahon amaliyoti xizmatlar sohasini rivojlantirish orqali aholi bandligini oshirishda bir qancha samarali model va yondashuvlarni taklif qilmoqda. Jumladan, Germaniyada xizmat sektori sanoat bilan integratsiyalashgan tarzda rivojlangan. Bu davlatda xizmatlar ko‘rsatish tizimi kasbiy tayyorgarlikning dual modeli orqali

ISSN 3030-3907

kuchli kadrlar bazasiga ega. O‘quvchilar mehnat bozorida talab yuqori bo‘lgan xizmat yo‘nalishlari — logistik xizmatlar, moliyaviy konsalting, sanoat servis xizmatlari va texnik xizmat ko‘rsatish — bo‘yicha nafaqat nazariy bilim, balki real ishlab chiqarish amaliyotiga ega bo‘ladilar. Germaniya hukumati xizmat tarmoqlarini modernizatsiyalash bo‘yicha alohida investitsiya dasturlarini yo‘lga qo‘ygan bo‘lib, ayniqsa xizmatlar eksporti (ya’ni transchegaraviy konsalting, ta’lim, tibbiyot) orqali xorijiy valyuta tushumlarini oshirmoqda [14, 31-bet]. Janubiy Koreya tajribasida esa xizmat sektorining o‘sishi texnologik rivojlanish bilan chambarchas bog‘liq. Bu mamlakat raqamli xizmatlar — onlayn ta’lim, moliyaviy texnologiyalar (fintech), elektron sog‘liqni saqlash (e-health) va elektron savdo platformalarini rivojlantirish orqali mehnat bozorida yangi imkoniyatlar ochdi. Hukumat kichik va o‘rta biznesning xizmat yo‘nalishida rivojlanishini moliyaviy kreditlar, soliq yengilliklari va raqamli inkubatsiya markazlari orqali qo‘llab-quvvatlamoqda. Koreyada xizmat sektorida faoliyat yuritayotgan tadbirkorlar uchun “Life-long learning” (umrboqiy ta’lim) dasturi orqali muntazam malaka oshirish imkoniyatlari yaratilgan. Bu esa xizmat ko‘rsatish sohasida malaka eskirishining oldini oladi va bandlik barqarorligini oshiradi [15, 55-bet].

Singapurda xizmatlar sektori eksportbop model asosida rivojlangan. Ayniqsa sog‘liqni saqlash, ta’lim va moliyaviy xizmatlar bu davlatda xalqaro miqyosda talab yuqori bo‘lgan xizmatlarga aylangan. Singapur hukumati xizmat ko‘rsatish yo‘nalishlarida bandlikni ta’minlash uchun “SkillsFuture” nomli milliy platforma orqali aholining kasbiy kompetensiyalarini doimiy yangilashni maqsad qilgan. Unda har bir fuqaro yoshi, ishi yoki ijtimoiy maqomidan qat’i nazar, davlat tomonidan moliyalashtirilgan ta’lim modullaridan bepul foydalanish imkoniyatiga ega. Bu esa xizmat ko‘rsatish tarmoqlarining mehnat bozorida doimiy faol va raqobatbardosh bo‘lishini ta’minlamoqda [4, 28-bet]. Xalqaro tajribaning muhim jihati shundaki, xizmat sohasida bandlik faqat yirik shaharlarda emas, balki qishloq hududlarida ham faol rivojlantirilmoqda. Masalan, Hindistonning Kerala shtatida mahalliy xizmatlar — sog‘liqni saqlash, uyda parvarish, kichik ta’lim kurslari va sayyohlik xizmatlari — orqali minglab ayollar rasmiy bandlik bilan ta’minlangan. Bunday model gender tengligi va iqtisodiy inklyuziyani ta’minlashda xizmat ko‘rsatish sohasining imkoniyatlarini namoyon etadi. Shu bilan birga, ko‘plab davlatlarda xizmatlar sektori noformal mehnat bazasini rasmiylashtirishga yordam beruvchi mexanizm sifatida ishlatilmoqda. Masalan, Braziliyada “MEI” (Microempreendedor Individual) dasturi orqali kichik xizmat ko‘rsatuvchi shaxslar ro‘yxatdan o‘tkazilib, ularga ijtimoiy sug‘urta va kredit imkoniyatlari berilgan. O‘zbekiston uchun bu tajribalarning amaliy ahamiyati katta. Mamlakatda xizmatlar sektori hali-hanuz sanoat yoki qishloq xo‘jaligiga nisbatan mehnatni ko‘proq jalb

ISSN 3030-3907

etmagan bo‘lsa-da, bu yo‘nalishning salohiyati juda keng. Ayniqsa, turizm, axborot texnologiyalari, transport-logistika, moliyaviy xizmatlar, sog‘liqni saqlash va ta’lim kabi tarmoqlar viloyatlar va tumanlarda yangi ish o‘rinlari yaratish imkoniyatini bermoqda. Buning uchun raqamli infratuzilmani rivojlantirish, xizmatlar eksportini rag‘batlantirish, o‘zini o‘zi band qilgan shaxslar faoliyatini rasmiylashtirish, xizmat korxonalariga moliyaviy ko‘mak berish kabi chora-tadbirlar amalga oshirilishi kerak. Shuningdek, xizmat ko‘rsatish yo‘nalishida kasbga yo‘naltirish tizimi kuchaytirilishi, hududiy kasb-hunar kollejlari zamonaviy xizmat modellariga mos o‘quv dasturlari bilan ta’minlanishi, yoshlar uchun moslashuvchan bandlik shakllari — masalan, yarim stavkali, onlayn va mavsumiy ishlar — yaratish bo‘yicha aniq mexanizmlar ishlab chiqilishi lozim. Bularning barchasi xizmatlar sektorining O‘zbekistonda bandlik siyosatidagi o‘rnini mustahkamlashga xizmat qiladi.

Quyidagi 1-jadvalda turli mamlakatlar kesimida xizmat ko‘rsatish sohasidagi bandlik ko‘rsatkichlari keltirilgan. Bu ma’lumotlar rivojlangan va rivojlanayotgan davlatlarda xizmat sektorining mehnat bozoridagi o‘rnini taqqoslash imkonini beradi. Jadvalda keltirilgan ko‘rsatkichlar 2024-yil holatiga ko‘ra tayyorlangan bo‘lib, xizmat sohasining iqtisodiyotdagi ulushi va bandlikni ta’minlashdagi roli aks ettirilgan.

1-jadval.

Xizmat ko‘rsatish sohasida bandlikning xalqaro taqqoslash ko‘rsatkichlari (2024-yil ma’lumotlari asosida)

Davlatlar	**YaIMdagi ulushi (%)**	**Umumiy bandlikdagi ulushi (%)**	**Bir ishchiga to‘g‘ri keladigan qo‘shimcha qiymat (ming $)**	**Ayollar ulushi (%)**	**Raqamli xizmatlar ulushi (%)**
Germaniya	69.2	74.3	82.5	48.7	32.4
Janubiy Koreya	58.4	70.2	67.3	51.2	41.8
Singapur	72.8	83.7	95.4	47.5	46.3
Hindiston	54.3	32.1	12.7	22.4	18.5
Braziliya	63.5	67.4	24.8	44.3	27.2
Turkiya	60.7	56.8	31.2	32.1	22.6
Qozog‘iston	56.2	63.5	28.4	48.9	19.7
O‘zbekiston	**48.6**	**42.3**	**8.2**	**35.7**	**12.4**

ISSN 3030-3907

Yuqoridagi 1-jadval tahlili shuni ko‘rsatadiki, rivojlangan mamlakatlarda xizmat sohasi YaIMning 60-70 foizini va bandlikning 70-80 foizini tashkil etadi. Singapurda xizmat sohasida band aholining ulushi 83.7 foizga yetgan bo‘lsa, O‘zbekistonda bu ko‘rsatkich 42.3 foizni tashkil etmoqda. Bu esa mamlakatimizda xizmat sohasini rivojlantirish orqali bandlikni oshirish uchun katta imkoniyatlar mavjudligidan dalolat beradi. Ayniqsa, raqamli xizmatlar ulushi bo‘yicha O‘zbekiston (12.4%) rivojlangan davlatlardan ancha orqada qolmoqda, bu esa raqamli transformatsiya orqali yangi ish o‘rinlari yaratish potensialini ko‘rsatadi. Ayollarning xizmat sohasidagi bandligi bo‘yicha ham O‘zbekistonning 35.7 foizlik ko‘rsatkichi xalqaro o‘rtacha darajadan (45-50%) pastroq bo‘lib, gender tengligini ta’minlash yo‘nalishida qo‘shimcha sa’y-harakatlar zarurligini bildiradi.

O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatish sohasi so‘nggi yillarda jadal rivojlanib, iqtisodiyotning muhim tarmoqlaridan biriga aylanmoqda. Quyidagi jadvalda 2019-2024 yillar mobaynida mamlakatimizda xizmat sohasidagi bandlik ko‘rsatkichlarining o‘zgarish dinamikasi keltirilgan. Bu ma’lumotlar sektorda amalga oshirilayotgan islohotlar va davlat dasturlarining samaradorligini baholash imkonini beradi.

2-jadval.

O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatish sohasida bandlik dinamikasi (2019-2024 yy.)

Ko‘rsatkichlar	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Xizmat sohasida band aholi (mln kishi)	5.23	5.07	5.35	5.74	6.18	6.43
Umumiy bandlikdagi ulushi (%)	39.3	39.0	39.6	40.7	42.3	42.3
Savdo va umumiy ovqatlanish (ming kishi)	1,842	1,756	1,923	2,087	2,234	2,341
Transport va aloqa (ming kishi)	786	812	854	897	941	983
Moliya va sug‘urta (ming kishi)	98	102	115	134	156	178
Turizm va mehmonxona xizmatlari (ming kishi)	214	147	186	248	312	387
IT va raqamli xizmatlar (ming kishi)	67	89	124	168	215	274
Ta’lim xizmatlari (ming kishi)	1,156	1,178	1,204	1,237	1,285	1,321
Sog‘liqni saqlash xizmatlari (ming kishi)	612	658	694	732	778	821
Boshqa xizmatlar (ming kishi)	455	328	250	237	259	125

Yuqoridagi 2-jadval ma’lumotlari O‘zbekistonda xizmat sohasidagi bandlikning barqaror o‘sish tendentsiyasini ko‘rsatmoqda. 2019-2024 yillar

ISSN 3030-3907

oralig‘ida xizmat sohasida band aholining soni 5.23 mln kishidan 6.43 mln kishiga, ya’ni 23% ga o‘sgan. Eng yuqori o‘sish sur'atlari IT va raqamli xizmatlar (4 barobarga o‘sish), moliya-sug‘urta (81.6% o‘sish) va turizm (80.8% o‘sish) tarmoqlarida kuzatilmoqda. Bu zamonaviy, yuqori qo‘shimcha qiymat yarataydigan xizmat turlarining jadal rivojlanishidan dalolat beradi. Pandemiya davrida (2020-yil) turizm va mehmonxona xizmatlarida sezilarli pasayish kuzatilgan bo‘lsa-da, 2021-yildan boshlab bu tarmoq tez tiklanib, 2024-yilga kelib pandemiyadangacha bo‘lgan darajadan 80% ga oshgan. An'anaviy tarmoqlar - savdo, transport, ta’lim va sog‘liqni saqlashda ham barqaror o‘sish kuzatilmoqda.

Xizmat sohasidagi bandlikning o‘sish dinamikasi mamlakatda olib borilayotgan iqtisodiy islohotlar va sektorni rivojlantirish dasturlarining samaradorligini ko‘rsatuvchi muhim indikatordir. Quyidagi grafikda 2019-2024 yillar mobaynida O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatish sohasidagi bandlikning yillik o‘sish sur'atlari aks ettirilgan.

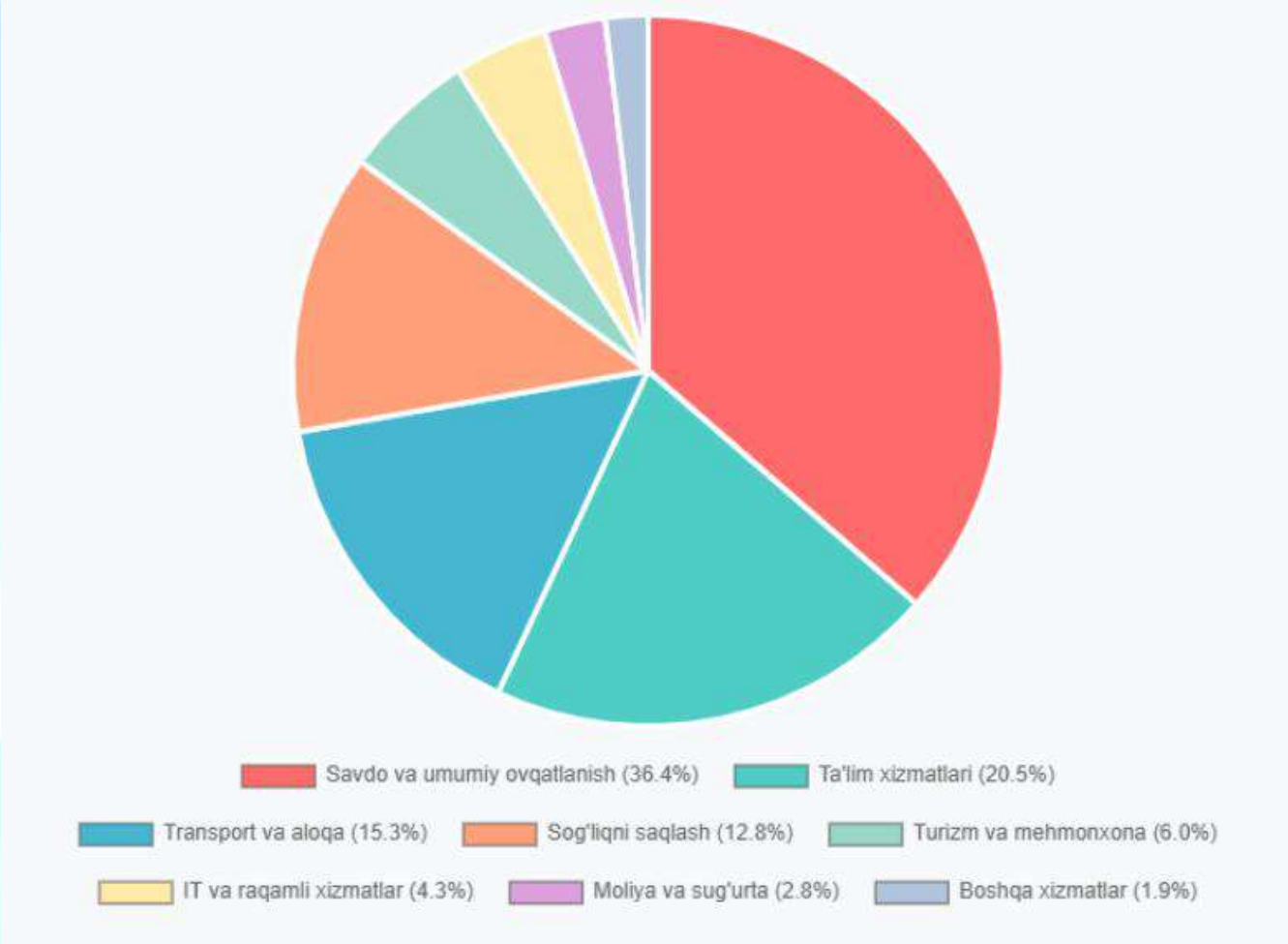


1-grafik. O‘zbekistonda xizmat sohasida bandlikning yillik o‘sish sur'ati (2019-2024)

Yuqoridagi 1-grafikdan ko‘rinib turibdiki, 2020-yilda global pandemiya ta’sirida xizmat sohasidagi bandlik 3.1 foizga kamaygan. Bu asosan turizm, mehmonxona biznesi, ko‘ngilochar xizmatlar va umumiy ovqatlanish tarmoqlarining faoliyat ko‘lamini qisqarishi bilan bog‘liq. Biroq, 2021-yildan boshlab sektorda tez tiklanish kuzatildi va o‘sish sur'ati 5.5 foizga yetdi. 2022-2023 yillarda eng yuqori o‘sish sur'atlari qayd etildi - mos ravishda 7.3% va 7.7%. Bu davrda raqamli xizmatlar, onlayn ta’lim, elektron tijorat va moliyaviy texnologiyalar jadal rivojlandi. 2024-yilda o‘sish sur'atining 4.1 foizga pasayishi bozorning to‘yinish bosqichiga o‘tishi va o‘sishning muvozanatlashuvidan dalolat beradi.

ISSN 3030-3907

Xizmat ko‘rsatish sohasining ichki strukturasi va turli tarmoqlarning bandlikdagi ulushi sektorning rivojlanish xususiyatlarini va istiqbollarini belgilaydi. Quyidagi doiraviy diagrammada O‘zbekistonda xizmat sohasida band bo‘lgan 6.43 mln aholining tarmoqlar bo‘yicha taqsimoti ko‘rsatilgan.



2-grafik. O‘zbekistonda xizmat sohasida bandlikning tarmoqlar bo‘yicha taqsimoti (2024-yil)

Diagramma tahlili shuni ko‘rsatadiki, savdo va umumiy ovqatlanish 36.4% (2.34 mln kishi) ulush bilan yetakchilik qilmoqda. Bu an'anaviy xizmat turlari hali ham asosiy bandlik manbai ekanligini bildiradi. Ta’lim (20.5%) va sog‘liqni saqlash (12.8%) xizmatlari birgalikda umumiy bandlikning uchdan bir qismini tashkil etadi, bu ijtimoiy yo‘naltirilgan xizmatlarning muhimligini ko‘rsatadi. Transport va aloqa tarmoqlari 15.3% ulushga ega bo‘lib, iqtisodiyotning infratuzilma bazasini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Yangi iqtisodiyot tarmoqlari - IT va raqamli xizmatlar (4.3%), moliya-sug‘urta (2.8%) va turizm (6.0%) hali nisbatan kichik ulushga ega bo‘lsa-da, ularning o‘sish sur'atlari eng yuqori hisoblanadi. Bu tarmoqlar kelajakda xizmat sohasida bandlikni oshirishning asosiy drayverlari bo‘lishi kutilmoqda.

ISSN 3030-3907

Keltirilgan statistik ma’lumotlar va grafiklar tahlili O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatish sohasining bandlikni ta’minlashdagi roli tobora ortib borayotganini ko‘rsatmoqda. 2019-2024 yillar mobaynida sektorda 1.2 mln yangi ish o‘rni yaratilgan bo‘lib, bu umumiy bandlik o‘sishining 60 foizdan ortig‘ini tashkil etadi. Xizmat sohasining diversifikatsiyasi, yangi texnologiyalarning joriy etilishi va davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlanishi natijasida sektor iqtisodiyotning lokomotiviga aylanmoqda.

Xalqaro tajriba bilan taqqoslaganda, O‘zbekistonda xizmat sohasining rivojlanish potensiali hali to‘liq ochilmagan. Ayniqsa, raqamli xizmatlar, moliyaviy texnologiyalar, xizmatlar eksporti va innovatsion biznes-xizmatlar yo‘nalishlarida katta imkoniyatlar mavjud. Bu imkoniyatlarni amalga oshirish uchun kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirish, raqamli infratuzilmani rivojlantirish va xizmat sohasida tadbirkorlikni qo‘llab-quvvatlash zarur.

Yakuniy tahlillarga ko‘ra, xorij tajribasi O‘zbekiston uchun xizmat sohasida bandlikni ta’minlashda nafaqat konseptual, balki amaliy yo‘l xaritasini ham taklif qilmoqda. Bu yo‘lda individual mehnatni qo‘llab-quvvatlash, raqamli xizmatlar orqali yangi ish o‘rinlari yaratish, ayollar va yoshlar uchun inklyuziv xizmat tarmoqlarini kengaytirish kabi yo‘nalishlar eng istiqbolli deb qaralmoqda.

Xulosa. Xizmat ko‘rsatish sohasining zamonaviy mehnat bozoridagi o‘rni va imkoniyatlari uni nafaqat iqtisodiy o‘sish, balki ijtimoiy barqarorlikni ta’minlashda ham muhim vositaga aylantirmoqda. Xalqaro tajriba shuni ko‘rsatmoqdaki, xizmat sektori turli ijtimoiy guruhlar, jumladan, yoshlar, ayollar va qishloq aholisi uchun moslashuvchan, barqaror va innovatsion ish o‘rinlarini yaratish imkonini beradi. Xizmatlar ko‘rsatish bilan bog‘liq faoliyatning texnologik rivoji, raqamlashtirish jarayonlari, malaka oshirish tizimlari va davlat tomonidan ko‘rsatilayotgan muvofiqlashtiruvchi yondashuvlar ushbu sohani bandlik siyosatida yetakchi yo‘nalishga aylantirmoqda. Germaniya, Janubiy Koreya, Singapur kabi davlatlar tajribasi xizmat ko‘rsatish sohasini strategik asosda rivojlantirish orqali iqtisodiy barqarorlik va ijtimoiy tenglikni ta’minlashga erishganini ko‘rsatadi. Ayniqsa, kasbga yo‘naltirish, raqamli xizmatlar, eksportbop xizmat tarmoqlari va o‘zini o‘zi band qilgan shaxslar uchun yaratilgan yengilliklar bu yo‘ldagi muhim omillardir. O‘zbekiston sharoitida xizmat ko‘rsatish sektori bandlikni oshirish uchun hali to‘liq ishga solinmagan imkoniyatlarga ega. Xizmat sohalarini hududlar kesimida rivojlantirish, malaka oshirish tizimlarini mustahkamlash, moslashuvchan va texnologik ish o‘rinlarini ko‘paytirish orqali bu salohiyatni to‘liq amalga oshirish mumkin. Shu bilan birga, xizmat sektori orqali bandlik siyosatining inklyuziv, innovatsion va hududiy jihatdan muvozanatli bo‘lishi ta’minlanadi.

ISSN 3030-3907

Xulosa qilib aytganda, xorijiy davlatlar tajribasi asosida xizmat ko‘rsatish sohasida bandlikni kengaytirishga qaratilgan milliy model ishlab chiqilishi zarur. Bu model texnologik rivojlanish, inson kapitali, hududiy salohiyat va ijtimoiy adolat tamoyillarini uyg‘unlashtirgan holda xizmatlar sektorining iqtisodiy va ijtimoiy qiymatini maksimal darajada ochib berishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. International Labour Organization (ILO). (2021). *World Employment and Social Outlook: The Role of the Services Sector*. Geneva: ILO Publications.
2. OECD. (2020). *Employment Outlook 2020: Worker Security and the COVID-19 Crisis*. Paris: OECD Publishing.
3. UNCTAD. (2022). *Trade in Services and Development*. New York: United Nations.
4. Asian Development Bank. (2019). *The Service Sector and Economic Transformation in Asia*. Manila: ADB.
5. World Bank. (2021). *Employment in the Service Sector: Global Trends and Policy Challenges*. Washington, D.C.: World Bank Group.
6. Mirziyoyev, Sh.M. (2022). *O‘zbekistonning rivojlanish strategiyasi*. Toshkent: Prezident matbuot xizmati.
7. Xasanov, M. (2020). Xizmatlar sektori va bandlik: O‘zbekiston tajribasi. *Iqtisodiyot va innovatsiyalar*, №2, 33–39.
8. Tursunova, L. (2021). Xizmat sohasida ish o‘rinlarini yaratish strategiyalari. *Mehnat bozori va ta’lim*, №1, 20–26.
9. Gulyamova, D. (2019). Xizmatlar eksporti va bandlikni ta’minlash. *Iqtisodiy tadqiqotlar*, №3, 17–23.
10. European Commission. (2021). *Employment in Services: Analysis and Forecasting*. Brussels: EU Publications.
11. Khodjaev, B.S. (2022). Innovatsion xizmat turlarining bandlikdagi o‘rni. *Samarqand iqtisodiyoti*, №4, 12–18.
12. Uktamova, S.T. (2020). Xorijiy mamlakatlarda xizmatlar sektori rivoji. *Xalqaro iqtisodiy aloqalar*, №2, 40–47.
13. United Nations. (2020). *Global Trends in Services and Employment*. New York: UN Department of Economic and Social Affairs.
14. Karimov, A. (2023). Germaniya xizmat sohasida bandlik siyosatining o‘ziga xos jihatlari. *Yevropa tajribasi*, №1, 28–35.
15. Lee, J.H. (2021). Vocational Training and Employment in South Korea’s Service Economy. *East Asian Review*, Vol. 15(2), 52–61.
16. Statistika agentligi. (2023). *Xizmat ko‘rsatish sohasidagi ish o‘rinlari va bandlik statistikasi*. Toshkent: Davlat statistika qo‘mitasi.

ISSN 3030-3907

17. World Economic Forum. (2022). *The Future of Jobs Report*. Geneva: WEF.
18. Abdullayeva, M.Z. (2021). Xizmatlar sektorining regionlar kesimidagi tahlili. *O‘zbekiston iqtisodiyoti*, №3, 11–16.
19. www.ziyonet.uz
20. www.pedagog.uz
21. www.eduportal.uz
22. www.studfiles.net
23. www.elibrary.ru
24. www.sciencedirect.com

ISSN 3030-3907

KICHIK SHAMOL TURBINALARINI MASOFADAN REAL VAQTLI MONITORING VA BOSHQARISH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

Mamaxonov A’zam Abdumajitovich
Namangan davlat texnika universiteti Mexanika kafedrasi professori t.f.d. Porofessor
Oripov Shoxruxmirzo Muzaffarbek o‘g‘li
Andijon davlat texnika institute “MICHA” kafedrasi doktoranti
E-mail: shoxruhaa1763750@gmail.com
Tel: +998 94 725 10 18
Orifjonov Serobiddin Ulug‘bek o‘g‘li
Andijon davlat texnika institute “MICHA” kafedrasi assistenti
E-mail: serobiddinorifjonov@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada avtomobil harakati natijasida yuzaga keladigan aerodinamik shamol oqimini qayta tiklanuvchi energiya manbai sifatida foydalanishga asoslangan kichik quvvatli vertikal o‘qli shamol turbina tizimi taqdim etilgan. Tizim aqlli monitoring, avtomatik boshqaruv va simsiz aloqa funksiyalarini o‘z ichiga olgan kiber-fizik platforma asosida ishlab chiqilgan. Eksperimental prototipda Arduino mikrokontrolleri markaziy boshqaruv bloki sifatida ishlatilgan bo‘lib, sensorlardan olingan ma’lumotlar real vaqt rejimida qayta ishlanadi. Tizim ishlashi natijalari raqamli formatda ma’lumotlar bazasiga yozilib, foydalanuvchiga vizual interfeys orqali taqdim etiladi. Ushbu yondashuv energiya samaradorligi, monitoring aniqligi va ekspluatatsiya xavfsizligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Masofaviy nazorat, arduino mikrokontrolleri, raspberry Pi, real vaqtli boshqaruv, ma’lumotlar bazasi, mexatronika, SCADA, IoT tizimlari, markaziy boshqaruv moduli, sensorlar tizimi , akkumulyator batareyasi**,** tok kuchi, kuchlanish, quvvat, reduktor, tok o‘zgartirgich (invertor) ,optik enkoderlar, generator, istemolchi, to‘g‘rilagich va zaryadlash qurilmasi, shamol trubinasi.

Аннотация: В данной статье представлена система, разработанная на базе аппаратной и программной платформы с открытым исходным кодом, обеспечивающая дистанционный мониторинг и автоматическое управление малыми ветротурбинами в режиме реального времени. Предлагаемое решение позволяет с использованием Arduino и вспомогательных мехатронных платформ осуществлять измерение, анализ и сохранение физических параметров (ток, напряжение, вибрация) в базе данных. В ходе исследования описан метод контроля состояния турбины, выдачи предупреждений и оптимизации режима работы с помощью мехатронных алгоритмов управления, основанных на имеющихся данных. Программные

ISSN 3030-3907

продукты имеют юридическое свидетельство и являются важным решением для интеллектуального управления малыми возобновляемыми энергетическими системами и их интеграции в сеть.

Ключевые слова: Дистанционное управление, Arduino, Raspberry Pi, управление в реальном времени, база данных, мехатроника, SCADA-система, IoT-системы (интернет вещей), центральный управляющий модуль, система датчиков, аккумуляторная батарея, сила тока, напряжение, мощность, редуктор, инвертор (преобразователь тока), оптические энкодеры, генератор, потребитель, выпрямитель и зарядное устройство, ветряная турбина

Abstract: This article presents a system developed on the basis of an open-source hardware and software platform that enables remote real-time monitoring and automatic control of small wind turbines. The proposed solution allows for the detection, analysis, and storage of physical parameters (current, voltage, vibration) in a database using Arduino and supporting mechatronic platforms. The study outlines a method for turbine status monitoring, warning issuance, and operating mode optimization through mechatronic control algorithms based on existing data. The software products are legally certified and represent a significant solution for intelligent management and integration of small-scale renewable energy systems into the grid.

Keywords: Remote control, Arduino, Raspberry Pi, real-time control, database, mechatronics, SCADA system, IoT systems, central control module, sensor system, battery accumulator, electric current, voltage, power, gearbox, inverter (power converter), optical encoders, generator, consumer, rectifier and charging device, wind turbine.

Kirish

Bugungi kunda barqaror energetika tizimiga o‘tish orqali iqlim o‘zgarishiga qarshi kurashish mamlakatimiz energetika tizimida olib borilayotgan islohotlarning asosiy tayanchidir. Masofadan boshqariluvchi energiya ishlab chiqarish tizimlari, ya’ni iste’mol nuqtalariga yaqin joylashtirilgan kichik hajmli energiya tizimlarini yaratish energetik barqarorlikni muhim omillaridan biri hisoblanadi. Mamlakatimizda qayta tiklanuvchi energiya tizimlarini barpo etish hamda yashil iqtisodiyotni rivojlantirishga qaratilgan tadqiqotlar va ularni ishlab chiqarishga joriy etilishi keng miqyosda rag‘batlantirilmoqda. Bugungi kunda elektr energiyasi bilan ta’minlash tizimi tarkibida qayta tiklanuvchi manbalar ulushini sezilarli darajada oshib bormoqda. Bu islohotlar fotoelektrik quyosh panellari va kichik shamol turbinalari kabi qayta tiklanuvchi tizimlarning rolini energiya tizimida yuksaltirish va tabiatga karbonat angidrid chiqarilishini kamaytirish shuningdek, energiya barqarorligini oshirishga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Zamonaviy elektr energetikasi tizimlarining o‘zgaruvchan talablari shuni ko‘rsatmoqdaki, ishlab chiqarish obyektlari endilikda faqatgina toza energiya manbai sifatida emas, balki tarmoq barqarorligini ta’minlovchi yordamchi xizmatlar yetkazib beruvchi faol elementlar sifatida qaralishi zarur. Donadel, Fardin va Encarnacao tomonidan olib borilgan tadqiqotda tarqatilgan ishlab chiqarish bloklarining yordamchi xizmatlar ko‘rsatishdagi roli, xususan, aqlli tarmoqqa o‘tishning o‘ziga xos ahamiyati yoritilgan [1]. Bunday xizmatlar tarkibiga kuchlanish darajasini barqarorlashtirish (Madureira va Peças Lopes) [2], chastotani tartibga solish (Rezaei va Kalantar) [3] hamda quvvat zaxirasini saqlash (Faria, Soares, Vale va Morais) [4] kabi tadqiqotlar kiradi. Ushbu xizmatlar ilgari asosan yirik markazlashtirilgan elektr stansiyalari tomonidan ko‘rsatilgan bo‘lsa-da, bugungi kunda ularni kichik o‘lchamdagi, qayta tiklanuvchi manbalar asosidagi ishlab chiqarish bloklari ham bajarishi mumkin.

Aourir va Locment kichik o‘lchamdagi shamol turbinalarining mikrotarmoqqa integratsiyasi va kuchlanishni cheklangan darajada kuzatish orqali tarmoq bilan uyg‘un ishlash qobiliyatini o‘rganganlar [5]. Lyu, Subotić va Groß esa doimiy magnitli sinxron generator asosida ishlovchi shamol turbinalarida yagona boshqaruv yondashuvi yordamida tezkor chastota javobini ta’minlash imkoniyatini tahlil qilganlar [6]. Bundan tashqari, Chalise, Atia, Poudel va Tonkoski tomonidan olib borilgan tadqiqotda shamol turbinalarining faol quvvatni cheklash orqali rezidensial tarmoqlarda ortiqcha kuchlanishni oldini olishdagi samaradorligi ko‘rsatib berilgan [7]. Shu tarzda, ilg‘or boshqaruv tizimlari bilan jihozlangan kichik shamol turbinalari maksimal quvvat nuqtasini kuzatish yoki quvvat zaxirasini ushlab turish rejimida ishlashi orqali elektr tarmog‘ining real vaqtli ehtiyojlariga moslasha oladi. Bu esa ularning tarmoq barqarorligi va ishonchliligini oshirishdagi salohiyatini tasdiqlaydi.

Shu bilan birga, kichik shamol turbinalarini yordamchi xizmatlar tizimlariga integratsiyalash jarayoni bir qator muhim muammolarni yuzaga keltiradi. Ayniqsa, real vaqtli monitoring, masofaviy boshqaruv va ishlash moslashuvchanligi nuqtayi nazaridan jiddiy qiyinchiliklar mavjud. Ushbu tizimlarning kichik hajmda va tarqoq holda joylashganligi ko‘pincha arzon, oson kengaytiriladigan, aloqa uzluksizligini va boshqaruv aniqligini ta’minlay oladigan yechimlarni talab etadi. Arduino mikrocontrollerlari hamda Raspberry Pi kabi ochiq manbali apparat-dasturiy platformalar, past narxi va funksional moslashuvchanligi sababli, energiya tizimlaridagi murakkab boshqaruv muammolarini hal etishda istiqbolli yechimlar sifatida e’tirof etilmoqda. Shu ilmiy kontekstda, ushbu tadqiqot kichik quvvatli shamol turbinalarini masofadan monitoring qilish va boshqarish imkonini beruvchi yangi platformani taklif etadi. Mazkur tizim tarmoqning real vaqtli ishchi

ISSN 3030-3907

parametrlariga hamda atrof-muhit sharoitlariga mos ravishda ishlash rejimlarini dinamik tarzda optimallashtirish imkonini beradi.

So‘nggi yillarda real vaqtli Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) tizimlari bo‘yicha olib borilayotgan ilmiy izlanishlar sezilarli darajada rivojlanib, ularning asosiy yo‘nalishi tajriba maydonlari uchun integratsiyalashgan, moslashuvchan yechimlar ishlab chiqishga qaratilmoqda. Bu borada Sánchez-Herrera, Mejías, Márquez va Andújar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar ahamiyatli hisoblanadi [8]. Ayniqsa, bu yondashuvlar 100 kVtgacha bo‘lgan kichik shamol turbinalari va ularning gibrid mikro tarmoqlarga integratsiyasi holatida chuqur o‘rganilmoqda. Ko‘plab tadqiqot guruhlari kichik shamol turbinalarini masofadan boshqarish va kuzatish uchun ochiq manbali, arzon va modullikka ega apparat platformalarini ishlab chiqmoqda. Masalan, Bradney boshchiligida Arduino mikrokontrollerlari asosida ko‘p kanalli, yuqori tezlikda ishlovchi ma’lumot yig‘ish tizimini ishlab chiqib, turbina parametrlarini real vaqt rejimida aniqlik bilan qayd etishni ta’minlaganlar [9]. Ochiq manbali qurilmalar, jumladan:

- Arduino;
- Raspberry Pi;
- ESP8266 mikrokontrollerlari kichik shamol turbinalari arxitekturasida keng qo‘llanilmoqda. Ular shamol tezligi, kuchlanish, tok, tebranish kabi sensorlar bilan hamda pichoqlar burchagini boshqarish, tormoz tizimlarini faollashtirish kabi ijro mexanizmlari bilan interfeys hosil qilish uchun xizmat qiladi. [10].

Chaudhari o‘z tadqiqotida shamol–quyosh–dizel–batareya manbalaridan iborat gibrid mikro tarmoqqa moslashtirilgan Raspberry Pi asosidagi IoT gateway ni ishlab chiqdi. Bu qurilma kichik shamol turbinalari ma’lumotlarini yig‘ib, bulutli platformaga uzatadi [11]. Xuddi shunday, Ermeey boshchiligidagi tadqiqotchilar Arduino va veb-interfeysli raqamli panel asosida vertikal o‘qli shamol turbinasini kuzatish tizimini ishlab chiqqan bo‘lib, u internet orqali real vaqtli energiya chiqishi va holat ma’lumotlarini kuzatishga imkon beradi [12].

Pereira, R.I.S., Dupont, I.M., Carvalho, P.C.M. lar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ochiq manbali apparat yechimlarining amaliyotga joriy etish xarajatlarini keskin kamaytirishi bilan birga, ularning boshqaruv algoritmlari va aloqa protokollarini moslashtirish imkonini berishini ta’kidlaydi [13]. Masofaviy boshqaruvni ta’minlash maqsadida esa, yengil IoT protokollari, ayniqsa MQTT protokoli keng qo‘llanmoqda. Sánchez-Herrera, Márquez va de la Torre IoT qurilmalarida xavfsiz va xususiy aloqa infratuzilmasi zarurligini ta’kidlagan [14], Sasikala va hammualliflar esa Arduino Uno platformasida MQTT asosida nosozliklarni aniqlovchi tizimni ishlab chiqqanlar [15]. Zhao va hammualliflar tomonidan taklif etilgan vaqt–chastota o‘z-o‘ziga o‘xshashlikni kuchaytiruvchi

ISSN 3030-3907

neyron tarmoq [16] va o‘zgaruvchan tezliklarda ishlovchi shamol turbinalarining nosozliklarini aniqlash uchun vaqt–chastota sohasidagi ma’lumotga asoslangan neyron tarmoq (CTNet) [17] kabi vaqt-chastota asosidagi yondashuvlar esa kichik shamol trubinalardagi nosozliklarni aniqlashda sun’iy intellektga asoslangan yangi istiqbollarni ochib bermoqda. Wiens boshchiligidagi tadqiqotchilar tomonidan ishlab chiqilgan “DigiWind” raqamli egizak platformasi esa WebSocket texnologiyasi orqali interaktiv boshqaruv va ikki tomonlama real vaqtli ma’lumot almashinuvini ta’minlash imkonini beradi [18]. Li va boshqalar IoT asosidagi tizim orqali ikki rotorli asinxron generator bilan ishlovchi turbina parametrlarini masofaviy nazorat qilish va kuchlanish pasayishlariga avtomatik moslashish mexanizmini ishlab chiqqanlar [19]. Ushbu yondashuvlar shuni ko‘rsatadiki, IoT asosidagi masofaviy monitoring tizimlari endilikda faqat holatni kuzatish bilan cheklanmay, balki kichik shamol trubinalarini faol boshqarish orqali ularning samaradorligi va barqarorligini oshirishga xizmat qilmoqda.

Bundan tashqari, ilmiy izlanishlar kichik shamol trubinalarini quyosh fotoelektr tizimlari (PV), akkumulyatorlar va vodorod saqlash tizimlari bilan birlashtirilgan gibrid mikro tarmoqlarga integratsiyalash muammosiga ham qaratilgan. Alam boshchiligidagi tadqiqotchilar [20] hamda Gómez-Ruiz [21] bunday tizimlarda manbalarni muvofiqlashtirish uchun aniq boshqaruv strategiyalarini taklif etgan. Deowan va hammualliflar esa IoT bilan integratsiyalashgan taqsimlangan boshqaruv modullarining samaradorligini ko‘rsatganlar [22]. Ochiq manbali apparat vositalarining qo‘llanilishi laboratoriya va eksperimental mikro tarmoqlarda ham o‘z samarasini ko‘rsatmoqda. Cabrera va boshqalar sanoat quvvat analizatorini Arduino asosidagi sensor tugunlar bilan birlashtirib, real vaqtli monitoring uchun mikro tarmoq platformasini ishlab chiqishgan [23]. Truong esa shamol va quyosh manbalaridan energiya ishlab chiqaruvchi, akkumulyator va vodorod elektrolizer bilan muvozanatlangan IoT platformasini ishlab chiqqanlar [24].

Wang va hammualliflar tomonidan ishlab chiqilgan Model Predictive Control (MPC) algoritmiga asoslangan boshqaruv tizimi esa energiyani prognoz asosida taqsimlash va masofaviy telemetriya ma’lumotlariga asoslangan boshqaruvga imkon yaratadi [25].

1-jadvalda tijorat SCADA tizimlari, simsiz protokollar (ZigBee, Wi-Fi) va o‘rnatilgan (embedded) tizimlar o‘rtasida taqqoslovchi tahlil keltirilgan. Taklif etilgan platforma modullik, tezkor javob berish qobiliyati va foydalanuvchi darajasida kengaytirilgan boshqaruv imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Real vaqtda mavjud yechimlarda uchraydigan asosiy cheklovlar quyidagilardir:

ISSN 3030-3907

1. Tijorat SCADA va PLC tizimlari yopiq arxitekturaga ega bo‘lib, foydalanuvchi uchun algoritmlar yoki protokollarni moslashtirish imkoniyatini bermaydi. Bu esa ularni eksperimental yoki o‘zgaruvchan loyihalar uchun imkoniyatini cheklaydi.
2. ZigBee va Wi-Fi kabi simsiz protokollar elektromagnit shovqinli muhitida signalning buzilishi yoki uzilishi xavfini oshiradi.

Taklif etilgan arxitektura esa kabelli lokal tarmoq (LAN) orqali quyidagi ustunliklarni taqdim etadi:

- aloqa barqarorligini oshiradi;
- tizim javob vaqtini (kamaytiradi;
- deterministik ya’ni aniq ishlashni ta’minlaydi – bu esa distribyutsiyalashgan qayta tiklanuvchi energiya tizimlari uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega hisoblanadi.

Taklif etilayotgan energiya hosil qilish tizimi aerodinamik oqimdan samarali foydalanish tamoyiliga asoslanadi. Harakatlanayotgan avtomobil atrofida hosil bo‘ladigan turbulent havo oqimini laminar oqimga aylantirish orqali energiya olish tizimi ishlab chiqilgan (1-rasm). Ushbu tizimda vertikal o‘q atrofida aylanadigan turbinalar o‘rnatilgan bo‘lib, ular bir-biridan mustaqil ishlaydigan modullar asosida harakatlanadi.

Har bir turbina bloki quyidagi asosiy elementlardan tashkil topgan:

Optik enkoderlar – turbina aylanishlarining sonini aniqlash uchun xizmat qiladi;

Reduktor – aylanish momentini moslashtiradi va energiyani generatorga uzatadi;

Generator – mexanik energiyani elektr energiyaga aylantiradi;

To‘g‘rilagich va zaryadlash qurilmasi – hosil bo‘lgan tokni to‘g‘rilab, akkumulyator batareyasiga uzatadi;

Sensorlar tizimi – quvvat, tok kuchi, kuchlanish kabi parametrlarni doimiy nazorat qiladi;

Markaziy boshqaruv moduli – barcha sensorlardan kelayotgan ma'lumotlarni protokollar asosida qayta ishlaydi va tizimni masofadan boshqarishni ta'minlaydi;

Tok o‘zgartirgich (invertor) – batareyadagi doimiy tokni foydalanuvchi ehtiyojiga mos ravishda o‘zgaruvchan tokka aylantiradi;

Akkumulyator batareyasi – hosil bo‘lgan elektr energiyasini saqlab turadi;

Istemolchi – yakuniy foydalanuvchi qurilmalari yoki avtomobilning ichki tizimlari.

Mazkur tizim modullik tamoyiliga asoslangan bo‘lib, har bir turbina mustaqil boshqaruvga ega. Shu orqali tizimning moslashuvchanligi va

ISSN 3030-3907

samaradorligi oshiriladi. Markaziy boshqaruv moduli yordamida butun tizim masofadan monitoring va boshqaruv imkoniyatiga ega bo‘ladi.

1-jadval.

Kichik shamol trubinalari uchun vakil boshqaruv va aloqa tizimlari taqqoslamasi

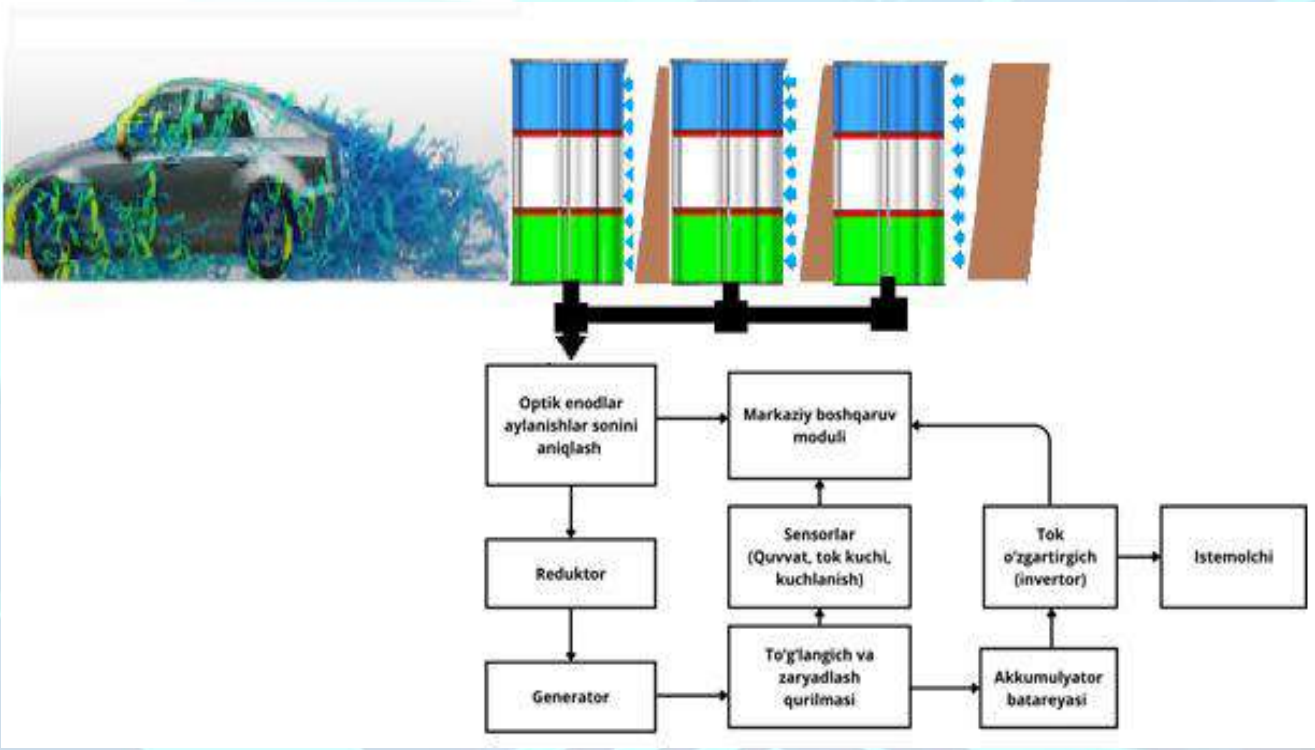
Kiriteriyalari	**Arduino + Raspberry Pi (WebSocket) + PC (MATLAB App)**	**Tijorat SCADA tizimlari (WinCC, EcoStruxure, ABB/ Emerson)**	**ZigBee asosidagi simsiz boshqaruv**	**IoT yechimlari (ESP32 + MQTT, Node-RED, ThingsBoard, Blynk)**	**PLC asosidagi an’anaviy tizimlar**
Ikki tomonlama aloqa qilish	Arduino + Raspberry Pi + MATLAB App orqali to‘liq qo‘llab-quvvatlanadi	SCADA standart funksiyasi sifatida	Qo‘llab-quvvatlanadi, lekin asosan past tezlikdagi harakatlar	MQTT va bulutli panellarda inherent	PLClar deterministik ikki tomonlama aloqa ta’minlaydi
Real vaqtli javob qaytarish	Taqribiy soniya (no-deterministik); nazorat vazifalari uchun mos	O‘rtacha (soniyalar); PLClar real vaqtli, SCADA	O‘rtacha (100–500 ms); tez boshqaruv halqalari uchun mos emas	Yaxshi (<1 s); tarmoq/yuklama kechikishiga bog‘liq	Yuqori (ms); real vaqtli skanlash sikllari
Protokol moslashuvchanligi	Yuqori — ochiq manba (RS232 va	Yuqori — sanoat protokollarini qo‘llab-	O‘rtacha — faqat ZigBee; boshqa protokollar	Juda yuqori — MQTT, HTTP, REST, WebSocket	O‘rtacha — sanoat fieldbus/protokollar bilan cheklangan

ISSN 3030-3907

	WebSocket	quvvatlaydi (Modbus, OPC UA)	uchun gateway kerak	qo‘llab-quvvatlanadi	
Moslashtirilgn mantiqni integratsiya	Yuqori — MATLAB orqali Arduino dasturlanishi mumkin	O‘rtacha — tashqi tarzda amalga oshiriladi (PLC), SCADA ichida cheklangan	O‘rtacha — MCU tugunlarida mumkin, ammo cheklangan	Yuqori — qurilma va bulut moslashuvchanligi	Yuqori — IEC tillari asosida to‘liq dasturlanishi mumkin
Sensor integratsiyasi osonligi	Yuqori — Arduino analog pinlari orqali osongina qo‘shiladi	O‘rtacha — PLC IO konfiguratsiyasi va texnik tayyorgarlik talab qiladi	Yuqori — tugunlar ‘plug-and-play’ ko‘rinishda	Yuqori — juda moslashuvchan; dinamik MQTT topologiyasi, modulli	Yuqori — IO modullarini qo‘shish mumkin, lekin konfiguratsiya va dasturlash talab qilinadi
Ochiq kirish va qayta dasturlash (foydalanuvchi uchun)	Ochiq kodli; ochiq/proprietar foydalanuvchi interfeyslari bilan mos	Cheklangan — vendor bloklangan, litsenziyaga asoslangan moslashtirish	Yaxshi — ochiq protokollar, MCU moslashuvchanligi	A’lo — ochiq SDKlar, to‘liq stack nazorati	O‘rtacha — logika o‘zgartiriladi, lekin yopiq interfeysga ega

ISSN 3030-3907

Maqsadli qo‘llash masshtabi	Kichik — 1–5 ta turbina, mikrogridlar, tadqiqotlar uchun mos	O‘rta–katta — markazlashgan tarmoqlar va kommunal xizmatlar	Kichik — sensorli tarmoqlar yoki kampuslar uchun mos	O‘rta–kichik — virtual shamol fermalari va tarqoq tizimlar uchun	O‘rta–kichik — turbina darajasida avtomatlashtirish uchun ideal
Xarajat va murakkablik	Juda arzon, o‘rta darajada DIY murakkabligi	Juda qimmat, yuqori muhandislik murakkabligi	Past narx, o‘rta darajada sozlash murakkabligi	O‘rta–past narx, qulay interfeyslar	O‘rta narx, o‘rtacha dasturlash murakkabligi

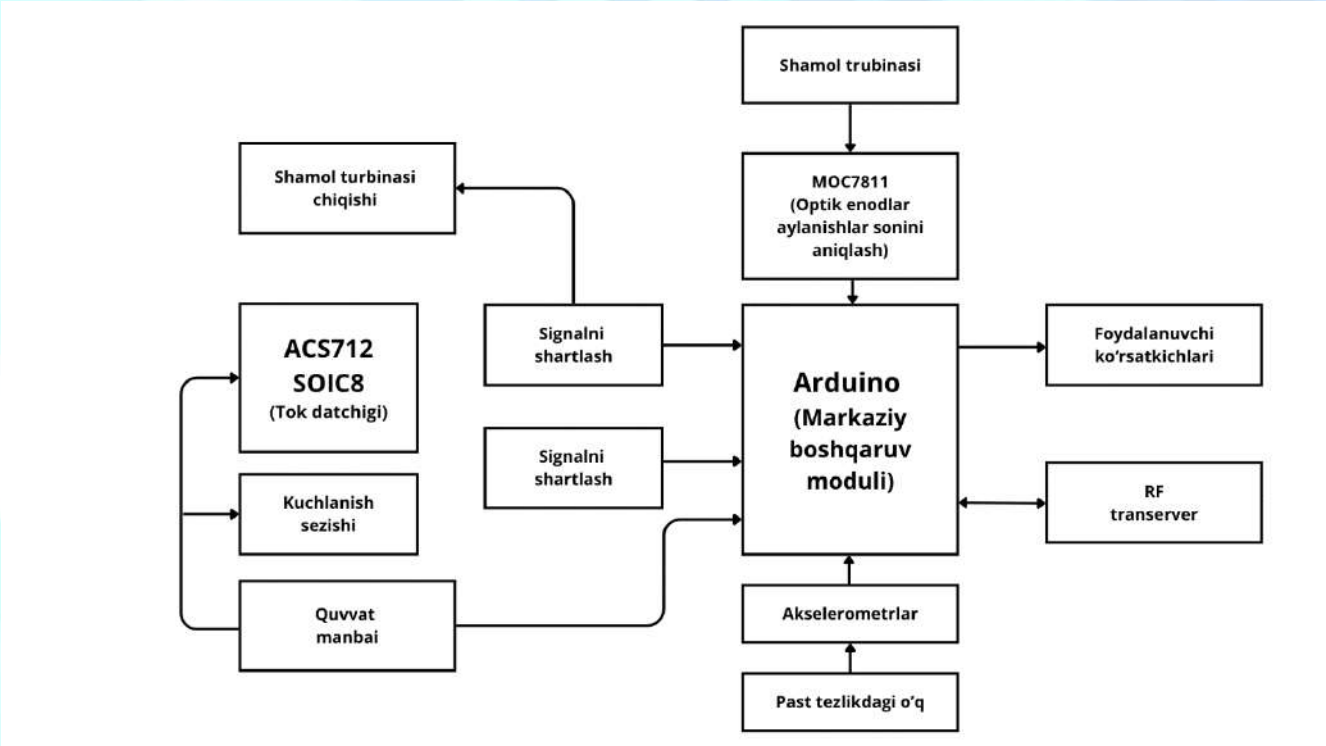


1-rasm. Vertical o‘qli shamol trubinasini masofadan nazorat qilish va boshqarish tizimi

Jadval tahlili asosida avtomobil yo‘llarida mashinalar harakati natijasida yuzaga keluvchi shamol trubinasining energetik parametrlarini masofadan nazorat qiluvchi va boshqaruvchi samaradorligi yuqori bo‘lgan tizim taklif etildi (2-rasm).

ISSN 3030-3907

Taklif etilgan tizim quyida berilgan blok-sxema orqali transport vositalari harakati natijasida yuzaga keladigan aerodinamik shamol oqimidan samarali foydalanish imkonini beruvchi kichik quvvatli vertikal o‘qli shamol turbinasining energetik parametrlarini aqlli monitoring va boshqaruv tizimini aks ettiradi. Shamol turbinasining fizikaviy elementi diagrammaning yuqori qismida joylashgan. Shamol turbinasining pichoqlari (parraklari) yo‘ldagi avtomobillar harakati natijasida yuzaga keladigan sun’iy shamol oqimini qabul qilib, aylanish harakatini hosil qiladi. Ushbu aylanma harakat parametrlari keyinchalik sensorlar orqali raqamli axborotga aylantiriladi.



2-Rasm. Vertikal o‘qli kichik shamol turbinasining aqlli monitoringi va real vaqtli boshqaruvi tizimi strukturasi

Mazkur tizim kichik quvvatli vertikal o‘qli shamol turbinasidan tashkil topgan bo‘lib, u sun’iy hosil bo‘lgan havo oqimidan elektr energiyasi hosil qiladi va uni real vaqtli monitoring, avtomatik boshqaruv hamda simsiz aloqa orqali nazorat qilish imkonini beradi. Tizimning umumiy tuzilishi quyidagicha:

Tizimning asosiy fizik elementi – vertikal o‘qli shamol turbinasidir, uning pichoqlari (parraklari) avtomobil harakati natijasida hosil bo‘ladigan havo oqimini qabul qiladi va aylanish energiyasini hosil qiladi. Bu mexanik energiya raqamli axborotga aylantirilib, keyinchalik monitoring, tahlil va boshqaruv imkonini yaratadi.

Asosiy komponentlar va ularning funksional tavsifi:

MOC7811 – Optik encoder. Shamol turbinasining pichoqlari bilan bog‘langan bo‘lib, aylanish chastotasini aniqlaydi. Har bir aylanish impuls

ISSN 3030-3907

ko‘rinishida Arduino markaziy boshqaruv moduliga uzatiladi. Bu orqali aylanishlar real vaqtli raqamlashtiriladi.

Arduino (Markaziy boshqaruv moduli). Tizimning “yuragi” hisoblanadi. Arduino mikrokontrolleri barcha sensorlardan (tok, kuchlanish, tezlanish va aylanishlar) ma’lumotlarni qabul qilib, ularni qayta ishlaydi, saqlaydi va kerakli chiqish qurilmalariga uzatadi. Shuningdek, avtomatik boshqaruv algoritmlarini bajaradi.

ACS712 SOIC8 – Tok datchigi. Shamol turbinasining chiqishidagi elektr tokini real vaqt rejimida o‘lchaydi. Chiqish signalini Arduino o‘qiy oladigan raqamli formatga o‘zgartirish uchun signalni shartlash bloki bilan jihozlangan.

Kuchlanish sezgichi va signalni shartlash bloki. Elektr tizimining kuchlanish darajasi aniqlanib, signalni filtrlash va kuchaytirish orqali Arduino‘ga uzatiladi.

Quvvat manbai. Arduino, sensorlar va RF modullarining ishonchli ishlashini ta’minlovchi mustaqil quvvat manbai sifatida xizmat qiladi.

Akselerometr moduli. Shamol turbinasining markaziy o‘qidagi tebranish, g‘alati harakatlar yoki nosozliklarni aniqlash uchun foydalaniladi. Ushbu parametrlar tizim xavfsizligini baholash va texnik xizmat muddatlarini aniqlashda muhim rol o‘ynaydi.

RF transceiver. Barcha o‘lchov natijalari va monitoring axboroti simsiz aloqa orqali tashqi qurilmalarga (displey, mobil qurilma va boshqalar) uzatiladi. Bu foydalanuvchining masofadan real vaqt monitoring imkonini yaratadi.

Foydalanuvchi interfeysi. Ma’lumotlar vizual tarzda foydalanuvchiga taqdim etiladi. Bu interfeys texnik xizmat ko‘rsatish, tahlil va prognozlash uchun zarur axborotlarni ko‘rsatadi.

Dasturiy ta’minot yechimlari. Tizim uchun ikkita maxsus sertifikatlangan dasturiy modul ishlab chiqilgan:

I. Raqamli monitoring dasturi: Aylanish chastotasi, kuchlanish, tok, quvvat, vibratsiya kabi parametrlar real vaqt rejimida aniqlanadi. O‘lchov ma’lumotlari JSON/CSV formatlarida eksport qilinadi. Arduino orqali raqamli ma’lumotlar ma’lumotlar bazasida sanaviy vaqt bilan birga saqlanadi.

II. Aqlli boshqaruv algoritmlari: Arduino markaziy boshqaruv bloki nosozlik, tebranish yoki ortiqcha tok holatlarini avtomatik aniqlaydi. Tizimni to‘xtatish, ish rejimini o‘zgartirish yoki ogohlantirish yuborish funksiyalari mavjud. RF aloqa orqali real vaqtli qarorlar va boshqaruv algoritmlari tashqi qurilmalarga uzatiladi.

Tadqiqotning ilmiy taxnik ahamiyati quyidagi quyidagi afzalliklarni taqdim etadi:

ISSN 3030-3907

energiya tejamkorligi: mavjud aerodinamik oqimdan foydalanish orqali energiya ishlab chiqariladi;

raqamli monitoring: tizim holati doimiy kuzatuvda bo‘ladi;

avtomatik boshqaruv: xavfsizlik va samaradorlik oshadi;

Simsiz aloqa: real vaqtli vizualizatsiya va masofaviy nazorat imkoniyati yaratiladi;

Kiber-fizik tizim yondashuvi: mexatronika, elektronika va dasturiy ta’minotning integratsiyasi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari quyidagicha xulosa chiqarishga asos beradi:

Avtomobil harakatidan hosil bo‘ladigan aerodinamik oqim real energiya manbai sifatida ishlatilishi mumkin. Taklif etilgan tizim orqali elektr energiyasi ishlab chiqarish, monitoring va boshqaruv avtomatlashtirilgan shaklda amalga oshiriladi. Ilmiy va texnik yondashuvlar asosida ishlab chiqilgan dasturiy platforma tizimning ishlashini raqamlashtirish, xavfsizligini ta’minlash va tahlil qilish imkonini beradi. Loyihaga oid dasturiy ta'minot huquqiy guvohnoma bilan rasmiylashtirilgan va tijoratlashtirish imkoniyatiga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Donadel, C.B.; Fardin, J.F.; Encarnacao, L.F. Distributed Generation Units as Ancillary Services Providers in a Pre Smart Grid Environment. Int. J. Emerg. Electr. Power Syst. 2017, 18, 20170021. [CrossRef].

2. Madureira, A.G.; Pecas Lopes, J.A. Ancillary Services Market Framework for Voltage Control in Distribution Networks with Microgrids. Electr. Power Syst. Res. 2012, 86, 17. [CrossRef].

3. Rezaei, N.; Kalantar, M. Smart Microgrid Hierarchical Frequency Control Ancillary Service Provision Based on Virtual InertiaConcept: An Integrated Demand Response and Droop Controlled Distributed Generation Framework. Energy Conv. Manag. 2015,92, 287–301. [CrossRef].

4. Faria, P.; Soares, T.; Vale, Z.; Morais, H. Distributed Generation and Demand Response Dispatch for a Virtual Power Player Energy and Reserve Provision. Renew. Energy 2014, 66, 686–695. [CrossRef]

5. Aourir, J.; Locment, F. Limited Power Point Tracking for a Small-Scale Wind Turbine Intended to Be Integrated in a DC Microgrid.Appl. Sci. 2020, 10, 8030. [CrossRef].

6. Lyu, X.; Suboti´c, I.; Groß, D. Unified Grid-Forming Control of PMSG Wind Turbines for Fast Frequency Response and MPPT.arXiv 2022, arXiv:2207.09536.

7. Chalise, S.; Atia, H.; Poudel, B.; Tonkoski, R. Impact of Active Power Curtailment of Wind Turbines Connected to ResidentialFeeders for Overvoltage

ISSN 3030-3907

Prevention. In Proceedings of the 2016 IEEE Power and Energy Society General Meeting (PESGM),Boston, MA, USA, 17–21 July 2016; pp. 471–479.
8. Sánchez-Herrera, R.; Mejías, A.; Márquez, M.A.; Andújar, J.M. A Fully Integrated Open Solution for the Remote Operation ofPilot Plants. IEEE Trans. Ind. Inform. 2019, 15, 3943–3951. [CrossRef].
9. Bradney, D.; Evans, S.; Chu, M.; Clausen, P. A Low-Cost, High-Speed, Multi-Channel Arduino-Based Data Acquisition System forWind Turbine Systems. Wind. Eng. 2020, 44, 509–518. [CrossRef].
10. Clavijo-Camacho, J., Gomez-Ruiz, G., Sanchez-Herrera, R., & Magro, N. (2025). Remote real-time monitoring and control of small wind turbines using open-source hardware and software. *Applied Sciences, 15*(12), 6887. https://doi.org/10.3390/app15126887
11. Chaudhari, K.G. Windmill Monitoring System Using Internet of Things with Raspberry Pi. Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng. 2019, 8, 482–485. [CrossRef].
12. Ermeey, A.K.; Taib, M.M.; Nasran, A.R.; Yushafizee, Y.M. A Vertical Wind Turbine Monitoring System Using Commercial Online Digital Dashboard. Int. J. Electr. Comput. Eng. (IJECE) 2020, 10, 5131–5138. [CrossRef].
13. Pereira, R.I.S.; Dupont, I.M.; Carvalho, P.C.M.; Jucá, S.C.S. IoT Embedded Linux System Based on Raspberry Pi Applied to Real-Time Cloud Monitoring of a Decentralized Photovoltaic Plant. Measurement 2018, 114, 286–297. [CrossRef].
14. Sánchez-Herrera, M.R.; Márquez, M.; de la Torre, L. Secure and Private Internet of Things for Industry, Training, and Homes: ACommunications Solution for Connected Devices. IEEE Ind. Electron. Mag.2023, 17, 14Œ21. [CrossRef].
15. Sasikala, G.; Chandra, Y.P.S.; Siva, N.; Vinesh, A.S. Wind Turbine Fault Monitoring System Using MQTT. J. Phys. Conf. Ser.2021,2040, 012002. [CrossRef].
16. Zhao, D.; Shao, D.; Wang, T.; Cui, L. Time-Frequency Self-Similarity Enhancement Network and Its Application in Wind Turbines Fault Analysis. Adv. Eng. Inform.2025, 65, 103322. [CrossRef].
17. Zhao, D.; Shao, D.; Cui, L. CTNet: A Data-Driven Time-Frequency Technique for Wind Turbines Fault Diagnosis under Time Varying Speeds. ISA Trans. 2024, 154, 335–351. [CrossRef].
18. Wiens, M.; Steindl, G.; Tubeuf, C.; Birkelbach, F.; Burfeind, J.; Meyer, T. DigiWind-An Open-Source Digital Twin Framework for Wind Energy Systems. IEEE Access 2024, 12, 84046–84063. [CrossRef]

ISSN 3030-3907

19. Vairavasundaram, I.; Ramu, S.K.; Stephenraj, J.P.; D, O.P.; Irudayaraj, G.C.R. IoT Based Monitoring System for DFIG Based Wind Turbines under Voltage Dips. E-Prime-Adv. Electr. Eng. Electron. Energy 2024, 9, 100690. [CrossRef]
20. Alam,M.; Kumar, K.; Verma, S.; Dutta, V. Renewable Sources Based DC Microgrid Using Hydrogen Energy Storage: Modelling and Experimental Analysis. Sustain. Energy Technol. Assess. 2020, 42, 100840. [CrossRef]
21. Gómez-Ruiz, G.; Sánchez-Herrera, R.; Clavijo-Camacho, J.; Cano, J.M.; Ruiz-Rodríguez, F.J.; Andújar, J.M. A Versatile Platform for PVSystem Integration into Microgrids. Electronics 2024, 13, 3995. [CrossRef]
22. Deowan,M.d.E.; Nuhel, A.K.; Sazid, M.M.; Meghla, R.T.; Haider, I.; Hazari, M.d.R. Design and Analysis of IoT-Based Adaptive Microgrid System Including Renewable Energy Sources for Decentralized Zones. In Proceedings of the 2023 3rd International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST), Dhaka, Bangladesh, 7–8 January 2023; pp. 84–89.
23. Cabrera, M.H.; Gómez, A.B.; Torres, C.J.; Morales, A.S.; Ramírez, A.G. Integration of Industrial Power Quality Analyzer and OpenSource Hardware and Software Solution for Microgrids Monitoring. In Proceedings of the 2019 IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON), Valparaiso, Chile, 13–27 November 2019; pp. 1–6.
24. Truong, D.-N.; Thi, M.-S.N.; Ngo, V.-T.; Hoang, A.-Q. Development of the Monitoring Program for an Integrated Small-Scale Wind and Solar Systems Based on IoT Technology. J. Sci. Technol. Issue Inf. Commun. Technol. 2021, 19, 26–31. [CrossRef]
25. Wang, J.; Li, D.; Lv, X.; Meng, X.; Zhang, J.; Ma, T.; Pei, W.; Xiao, H. Two-Stage Energy Management Strategies of Sustainable Wind-PV-Hydrogen-Storage Microgrid Based on Receding Horizon Optimization. Energies 2022, 15, 2861. [CrossRef]

ISSN 3030-3907

THE ROLE AND SIGNIFICANCE OF VISUAL MATERIALS IN TEACHING ENGLISH IN EFL SETTINGS

Kamilova Rozakhon Dilshodovna
Doctoral student (PhD) of Urgench state pedagogical institute,
E-mail: rosekamilova14@gmail.com

Abstract. The use of visual materials in English as a Foreign Language (EFL) classrooms has become increasingly prominent as educators seek more effective, engaging and inclusive teaching methods. This paper will examine the meanings of different terms related to the use of visual materials and reviews effective visual materials in EFL contexts, focusing on their contribution to vocabulary development, comprehension, motivation, and cultural understanding. It also outlines literature review and a suggested methodology for future empirical research on the impact of visual aids on English language acquisition. The review highlights the potential of visuals to enrich language instruction and improve learning outcomes when integrated strategically.

Key words: visual aids, EFL (English as a Foreign language), pictures, dynamic visuals, digital and multimedia visuals, language acquisition, visual literacy.

Annotatsiya. Ingliz tili o‘qituvchilarining yanada samarali, qiziqarli va inklyuziv o‘qitish usullarini izlashlari hamda bugungi yosh avlodning o‘ta qiziquvchan va talabchan ekanligi ingliz tili chet tili sifatida o‘qitiladigan sinflarda vizual materiallardan foydalanishni tobora dolzarb masalaga aylanishiga sabab bo‘lmoqda. Ushbu maqolada vizual materiallardan foydalanishga oid turli atamalar mazmuni tahlil qilinadi hamda EFL kontekstiga doir samarali vizual materiallar ko‘rib chiqiladi. Xususan, ularning so‘z boyligini rivojlantirish, tushunishni yaxshilash, motivatsiyani oshirish va madaniy tushunchani shakllantirishdagi hissasiga e’tibor qaratiladi. Shuningdek, ingliz tilini o‘rganishda visual vositalarning ta’sirini o‘rganishga qaratilgan kelgusidagi empirik tadqiqotlar uchun tavsiya etilgan metodologiya bayon etiladi. Ko‘rib chiqilgan adabiyotlar vizual vositalarni strategik tarzda qo‘llash orqali til o‘qitishni boyitish va o‘quv natijalarini yaxshilash imkoniyatini ta’kidlaydi.

Kalit so‘zlar: vizual materiallar, EFL (ingliz tili chet tili sifatida), rasmlar, dinamik (harakatdagi) vizual materiallar, raqamli va multimediali vizual materiallar, til o‘zlashtirish, vizual savodxonlik.

Аннотация. Использование визуальных материалов на уроках английского языка как иностранного (EFL) становится всё более актуальным, поскольку преподаватели стремятся к более эффективным, увлекательным и инклюзивным методам обучения. В данной работе рассматриваются значения различных терминов, связанных с использованием визуальных

ISSN 3030-3907

материалов, а также проводится обзор эффективных в контексте EFL, с акцентом на их вклад в развитие словарного запаса, понимания, мотивации и культурного восприятия. Кроме того, предлагается методология для будущих эмпирических исследований влияния визуальных средств на овладение английским языком. Обзор подчеркивает потенциал визуальных материалов обогащать языковое обучение и повышать его эффективность при их стратегической интеграции.

Ключевые слова: наглядные пособия, EFL (английский как иностранный язык), изображения, динамические визуальные материалы, цифровые и мультимедийные визуальные материалы, усвоение языка, **визуальная грамотность.**

Introduction

In recent decades, visual literacy has gained recognition as a component of language learning. As Mayer [1] argues, “People can learn more deeply from words and pictures than from words alone”. This principle, rooted in the cognitive theory of multimedia learning, emphasizes the importance of integrating visual elements with textual or verbal information to enhance comprehension and retention. In EFL (English as a Foreign language) settings, where learners often have limited exposure to authentic English input, visual materials provide valuable scaffolding that supports both understanding and communication. They offer contextual clues, illustrate abstract concepts, and bridge linguistic gaps by making content more relatable and accessible. Moreover, visual resources such as images, diagrams, infographics, and videos can stimulate learners’ interest and engagement, promoting active participation and critical thinking. As a result, incorporating visual literacy into language instruction not only aids in comprehension but also foster more inclusive and multimodal learning environment that accommodates diverse learning styles and proficiencies.

Key concepts of EFL:

- context: EFL learners typically study English in their home countries (a student in Uzbekistan studying English at school);
- **goal**: the focus is often on academic, professional, or travel-related purposes rather than day-to-day communication;
- **environment**: learners have limited exposure to English outside the classroom;
- **teaching methods**: emphasis is often placed on grammar, vocabulary, reading, and writing, with less natural exposure to speaking and listening.

As schools, institutes, universities, language centers and online platforms are considered as common EFL settings, EFL pedagogy evolves to meet the needs of diverse learners. That’s why the integration of visual materials has become a widely

ISSN 3030-3907

recommended practice. This paper offers an overview of effective visual materials in EFL teaching and proposes a research methodology for further investigation into their effectiveness.

Literature review. Numerous scholars studied visual literacy and emphasized the importance of visual aids in second language acquisition. "An early and helpful guide for teachers attempting visual literacy activities is Catherine M. Williams's "Learning from pictures" [2]. Her book is valuable because there are given number of practical ways to make the classroom environment more engaging and lively. Visuals can bridge the gap between unfamiliar English words and learners existing knowledge by providing context and concrete references. According to Vale and Feunteun, "Visual aids are significant for those students who want to learn English as a second language or another language" [3]. According to these authors, a teacher can use visual aids to:

- support understanding when the children are listening;
- put across the meaning of vocabulary;
- prompt and support reading;
- provide a topic or focus to prompt speaking or writing;
- provide a visual link between L1 and English or another language;
- provide support and motivation for early reading and writing in English;
- provide ways to have better communication.

Hyerle, in his book, states about his studies on visual tools: "During my later research on Thinking maps, I became intrigued by different types of visual materials, finally writing two comprehensive books on the theory, practice and degree of effectiveness of these tools. I discovered through research, my own teaching and experiences that each of these types of visual tools offered useful ways of visually accessing knowledge" [4]. According to Hyerle "visuals are not only powerful retention aids but also serve to increase understanding. The students can benefit from using visual materials to transform thoughts into images; this is often viewed as a "test of true understanding" [5].

While studying visual tools we can see the term "Visual literacy". The term is usually credited to John Debes, co-founder of the International Visual Literacy Association. In 1969, Debes offered a tentative definition of the concept: "Visual literacy refers to a group of vision competencies a human being develop by seeing and the same time having and integrating other sensory experiences. Development of these competencies is fundamental to normal human learning" [6]. According to Fransecky and Debes: "Students in visual literacy projects suddenly sense a new power, a new language facility that they have not felt with words" [7]. As M. Avgerinou and J. Ericson cited in "A review of the concept of Visual Literacy":

ISSN 3030-3907

Sless argues: “If Visual Literacy is to be rescued as a term (and I think it may still have some life in it), we need to interpret it more generously … Visual literacy is any sustained activity that treats visual material and its uses as worthy of intelligent consideration. This is the heart of the matter and the reason for retaining the metaphor” [8].

Visual aid, according to Cambridge dictionary, something that you are shown, such as a picture, film, or map, in order to help you understand or remember information. Visual aids “may stimulate the imagination and encourage fuller student participation” [9]. “Other visual aids are the “picture file” which can be used to give interesting meaningful practice in the sounds, structures and vocabulary of the foreign language. The file should contain three kinds of pictures, first there are pictures of individual people and of individual objects; second, there are pictures of situations in which people are doing something and third a series pictures (six to ten) on one chart” [10].

As it is necessary to be kept integrating visual aids into teaching we should distinguish the different types of visual aids. Visual materials are diverse in form and function. They can be categorized based on how they are used and the medium they utilize. Below we will discuss main types of visual materials.

1. Static visuals (still images) - non-moving images used to support vocabulary learning, grammar explanations, or to prompt discussion and writing:

- pictures and photographs are used for vocabulary presentation, cultural context, describing different topics.
- Flashcards are used in drills, memory games, vocabulary practice.



1-picture. Flashcards.

ISSN 3030-3907

- drawings and illustrations are used for storytelling, grammar explanation, creative writing prompts.

•charts and diagrams are used for explaining grammar rules, organizing ideas, comparing tenses or sentence structures.

•posters and wall charts are used in classroom decoration and reference tools.



2-picture. Charts.

2. Dynamic visuals - this type of visuals include motion and are particularly useful for showing language in context. Furthermore, they foster student engagement and attention:

- videos and films are used in listening practice, cultural exposure, pronunciation modeling, and discussion.
- animations are used for teaching grammar rules or vocabulary in a more engaging, accessible way.
- whiteboards and slideshows are used in presentations, guided exercises.

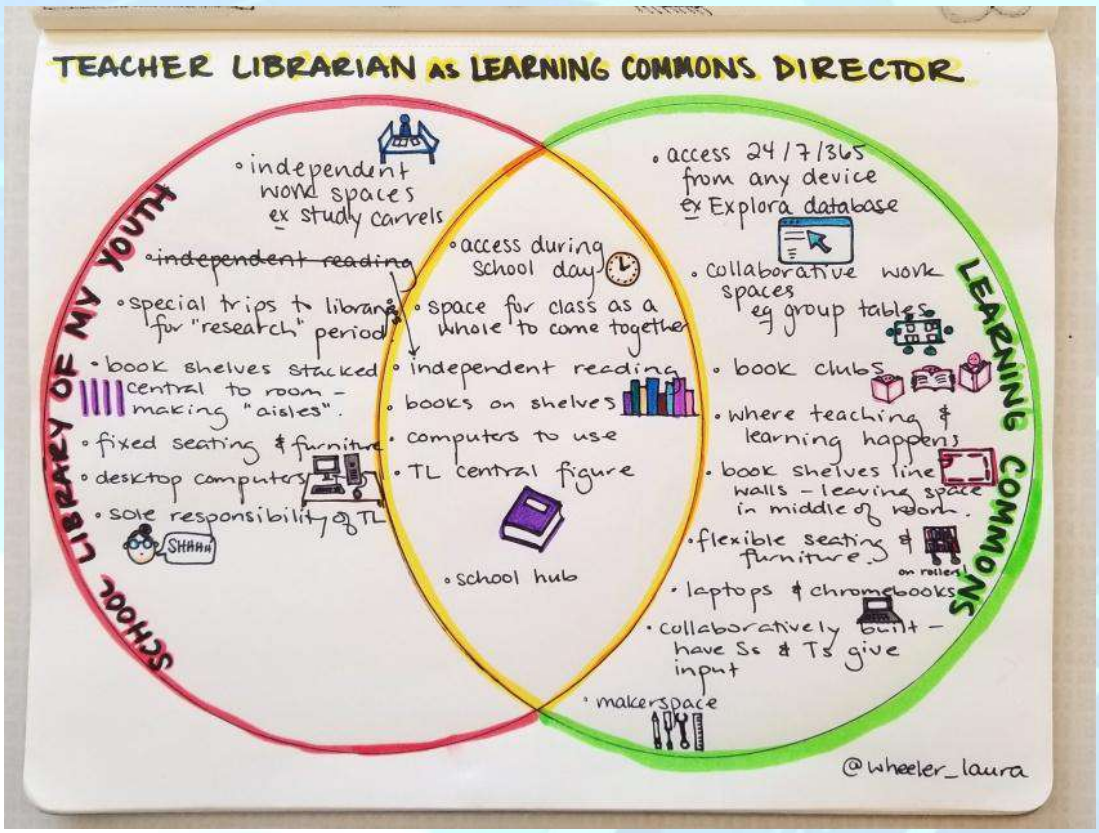
3. Digital and multimedia visuals - with the integration of technology, digital tools offer rich visual experiences:

- infographics are used for summarizing complex information like grammar rules or comparing topics.
- educational apps and games are used for engaging learners in interactive vocabulary or grammar practice.

4. Graphic organizers - they are structured visuals that help organize thoughts, language and speech:

- mind maps are used for brainstorming ideas, vocabulary expansion.
- Venn diagrams are used for comparing and contrasting topics organizing opinions.
- timelines are used in teaching narrative tenses, historical events or life stories.

ISSN 3030-3907



3-picture. Venn diagrams

Suggested methodology for future research. While the benefits of visual materials are well documented in theory, further empirical research is needed to assess their practical impact in specific educational contexts. A mixed-methods approach could be used to evaluate the effectiveness of visual materials in EFL instruction.

Research design. A quasi-experimental design involving two groups (control and experimental) could be implemented:

- control group receives traditional text based instruction;
- experimental group receives instruction enhanced with visual materials (images, infographics, videos).

Participants. The study could involve EFL learners at the secondary or tertiary level, or students of pedagogical institutions, ideally in a setting where English is taught as a foreign language and exposure outside the classroom is limited.

Instruments:

- pre-tests and post-tests on vocabulary, reading comprehension and grammar;
- classroom tracks to evaluate student engagement;
- surveys or interviews with students and teachers to collect qualitative feedback.

Discussion. Citing pedagogical, cognitive, and motivational advantages, the literature strongly supports the integration of visual aids in EFL classrooms.

ISSN 3030-3907

Visuals can simplify abstract concepts, enhance memory retention, and provide learners with contextual clues that support meaning-making and comprehension. From a cognitive perspective, visual stimuli help activate prior knowledge and encourage dual coding—processing information both linguistically and visually—which enhances learning efficiency. Motivationally, engaging visuals often stimulate curiosity, sustain attention, and foster a more interactive and enjoyable classroom experience.

However, despite this strong theoretical foundation, actual implementation of visual materials in classrooms reveals a complex and varied picture. Factors such as curriculum rigidity, teacher training, institutional support, and access to resources significantly influence how and to what extent visual aids are used. In many contexts, teachers may lack the training to effectively select, adapt, or integrate visuals into pedagogical routines, or they may be constrained by limited access to appropriate technological tools and materials.

The methodology proposed in this study lays the groundwork for empirical investigations into how different types of visuals affect learning outcomes across diverse educational settings. Such research is essential for understanding not only the general benefits of visual aids, but also the nuanced ways in which learners interact with them based on age, language proficiency, and cultural context. For instance, images that are engaging and relevant to older learners may not be suitable for young children, and visuals that are culturally specific may require adaptation to avoid misinterpretation or alienation.

Furthermore, the role of the teacher in mediating visual materials is crucial. Visuals should not function as passive decorations or mere comprehension tools; rather, they must be integrated into tasks that promote interaction, inquiry, and language use. To achieve this, educators must strike a balance between providing visual input and encouraging active language production through speaking, writing, and collaborative learning. Visuals should be used not just to present information, but to prompt dialogue, critical thinking, and real-world application of language skills.

Ultimately, while visual aids present promising opportunities for enriching EFL instruction, their effectiveness hinges on thoughtful integration, pedagogical planning, and sensitivity to learners' needs. Continued research and reflective practice are necessary to refine how visual materials can best be utilized to support communicative, learner-centered language education.

Conclusion. In EFL environments, visual aids and materials have significant potential to enhance the efficacy of English language instruction. As the literature demonstrates, they support a range of pedagogical goals, including improved

ISSN 3030-3907

comprehension, greater learner engagement, and the promotion of inclusive and differentiated instruction. Visuals—such as images, diagrams, videos, and infographics—can help bridge linguistic gaps, stimulate learner interest, and facilitate multimodal learning that appeals to diverse cognitive styles and language proficiencies.

Moreover, visual materials serve as powerful tools for contextualizing meaning, supporting vocabulary acquisition, and fostering critical thinking. Their integration into language instruction aligns with contemporary shifts toward learner-centered and communicative approaches in EFL teaching. However, while the theoretical basis for using visual aids is well established, there remains a noticeable gap in empirical research that investigates their practical impact in real-world classroom contexts, particularly across varying educational levels, cultural settings, and learner needs.

The suggested methodology in this study offers a robust framework for addressing this gap by outlining practical strategies for data collection, classroom observation, and learner assessment. By conducting further research based on this approach, educators and scholars can gain deeper insights into the effectiveness of visual materials, identify best practices, and adapt instructional strategies to maximize learning outcomes. Ultimately, such research has the potential to inform curriculum development, enhance teacher training programs, and contribute to the creation of more dynamic and accessible EFL learning environments.

REFERENCES

1. R. E. Mayer. The Cambridge handbook of multimedia learning - Cambridge University Press, 2nd edition, 2014, p. 22.
2. R. B. Fransecky, J. L. Debes. Visual Literacy: A Way to Learn - A Way to Teach - National Education Association, Washington, D.C. 1972, p. 11.
3. D. Vale, A. Feunteun. Teaching Children English: An Activity - Based Training Course. Cambridge University Press, 1995, p. 8.
4. D. Hyerle. Thinking Maps as a Transformational Language for Learning - Corwin, 1st edition, 2004, p. 7.
5. D. Benavides, L. Murcia, M. Nino. Observing before learning: Visual material for the learning of English as a foreign language – HOW, Colombia, Vol 16, No 1, 2009, p. 97.
6. R. B. Fransecky, J. L. Debes. Visual Literacy: A Way to Learn - A Way to Teach - National Education Association, Washington, D.C. 1972, p. 9.
7. R. B. Fransecky, J. L. Debes. Visual Literacy: A Way to Learn - A Way to Teach - National Education Association, Washington, D.C. 1972, p. 7.

ISSN 3030-3907

8. M. Avgerinou, J. Ericson. A review of the concept of Visual Literacy. British Journal of Educational Technology, Vol 28, No 4, 1997, p. 282.
9. M. Finocchiaro, M. Bonomo. The foreign language learner: A guide for teachers - New York: Regents,1973, p. 162.
10. M. Finocchiaro, M. Bonomo. The foreign language learner: A guide for teachers - New York: Regents,1973, p. 165.

ISSN 3030-3907

MEXATRON QURILMALARNI MASOFADAN BOSHQARISH.

Abdukarimov Muhammadsodiq Abdulhamid o‘g‘li,
Loyixalar va texnologiyalar boshqarmasi, Yangi loyihalar bòlimi yetakchi mutaxassi, Uz Koram Kompani Mchj QK.

Annotatsiya. Mazkur maqolada mexatron qurilmalarni masofadan boshqarish texnologiyalarining nazariy asoslari va amaliy qo‘llanilish sohalari keng tahlil qilinadi. Hozirgi davrda sanoat jarayonlarini avtomatlashtirish va robotlashtirishda masofaviy boshqaruv tizimlaridan foydalanish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, inson omilini kamaytirish va xavfsizlik darajasini yuqori darajaga ko‘tarish imkonini beradi. Masofaviy boshqaruvning asosiy infratuzilmasi – sensorlar, aktuatorlar, mikrokontrollerlar, IoT shlyuzlari va bulut platformalaridan iborat bo‘lib, ular real vaqt rejimida monitoring va boshqaruvni ta’minlaydi. Shuningdek, ushbu tizimlarda internet protokollari (MQTT, OPC UA), 5G tarmoqlari, edge computing va sun’iy intellekt algoritmlaridan foydalanish, tezkorlik va ishonchlilikni oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Maqolada masofaviy boshqaruvning afzalliklari, kiberxavfsizlik muammolari, iqtisodiy samaradorlik va kelajakdagi rivojlanish istiqbollari ilmiy asosda yoritilgan.

Kalit so‘zlar: Mexatron qurilmalar, masofadan boshqarish, IoT (Internet of Things), sanoat 4.0, avtomatlashtirish, bulut hisoblash, edge computing, kiberxavfsizlik, OPC UA, MQTT, 5G texnologiyalari, raqamli egizaklar (digital twin), SCADA tizimlari, teleoperatsiya, robototexnika.

Аннотация. В данной статье будет проведен обширный анализ теоретических основ и областей практического применения технологий дистанционного управления мехатронными устройствами. В настоящее время применение дистанционных систем управления в автоматизации и роботизации производственных процессов позволяет повысить эффективность производства, снизить человеческий фактор и повысить уровень безопасности до высокого уровня. Основная инфраструктура удаленного управления состоит из датчиков, исполнительных механизмов, микроконтроллеров, шлюзов IoT и облачных платформ, которые обеспечивают мониторинг и управление в режиме реального времени. Кроме того, использование интернет-протоколов (MQTT, OPC UA), сетей 5G, edge computing и алгоритмов искусственного интеллекта в этих системах играет важную роль в повышении скорости и надежности.овная инфраструктура удаленного управления состоит из датчиков, исполнительных механизмов, микроконтроллеров, шлюзов IoT и облачных платформ, которые обеспечивают мониторинг и управление в режиме реального времени. Кроме того, использование интернет-протоколов (MQTT, OPC UA), сетей 5G, edge

ISSN 3030-3907

computing и алгоритмов искусственного интеллекта в этих системах играет важную роль в повышении скорости и надежности. В статье на научной основе освещаются преимущества дистанционного управления, проблемы кибербезопасности, экономическая эффективность и перспективы дальнейшего развития.

Ключевые слова: Мехатрон устройства, дистанционное управление, IoT (Интернет вещей), Промышленность 4.0, автоматизация, облачные вычисления, edge computing, кибербезопасность, OPC UA, MQTT, технологии 5G, цифровые близнецы (Digital twin), системы SCADA, телеоперация, робототехника.

Annotation. This article will extensively analyze the theoretical foundations and areas of practical application of mechatron device remote control technologies. Currently, the use of remote control systems in the automation and robotization of industrial processes makes it possible to increase production efficiency, reduce the human factor and increase the level of security to a high level. The main infrastructure of remote control consists of sensors, actuators, microcontrollers, IoT switches and cloud platforms that provide real-time monitoring and control. Also, the use of internet protocols (MQTT, OPC UA), 5G networks, edge computing, and artificial intelligence algorithms in these systems plays an important role in increasing agility and reliability.ain infrastructure of remote control consists of sensors, actuators, microcontrollers, IoT switches and cloud platforms that provide real-time monitoring and control. Also, the use of internet protocols (MQTT, OPC UA), 5G networks, edge computing, and artificial intelligence algorithms in these systems plays an important role in increasing agility and reliability. The article scientifically covers the advantages of remote control, cybersecurity issues, cost-effectiveness, and future development prospects.

Keywords: Mechatron devices, remote control, IoT (Internet of Things), Industry 4.0, automation, cloud computing, edge computing, cybersecurity, OPC UA, MQTT, 5G technologies, digital twins (digital twin), SCADA systems, teleoperation, robotics.

Kirish

So‘nggi yillarda sanoatning barcha tarmoqlarida avtomatlashtirish, robototexnika va raqamlashtirish jarayonlari keskin tezlashdi. Mexatron qurilmalar – bu mexanika, elektronika, avtomatika va dasturiy ta’minotning birlashgan shakli bo‘lib, zamonaviy ishlab chiqarish liniyalarida muhim rol o‘ynaydi. Ular nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, balki inson mehnatini yengillashtirish, xavfli hududlarda ishlash xavfini kamaytirish va mahsulot sifatini oshirish kabi vazifalarni ham bajaradi.

ISSN 3030-3907

Masofadan boshqariladigan mexatron qurilmalar so‘nggi o‘n yillikda sanoat 4.0 va kelajakdagi sanoat 5.0 konsepsiyalari bilan chambarchas bog‘liq holda rivojlanmoqda. Internet texnologiyalari va IoT (Internet of Things) platformalari asosida ishlab chiqilgan masofaviy boshqaruv tizimlari real vaqt rejimida ma’lumot to‘plash, tahlil qilish va tezkor qaror qabul qilish imkonini beradi. Shuningdek, bulut hisoblash, edge computing, 5G mobil tarmoqlari, sun’iy intellekt va raqamli egizaklar texnologiyasi masofadan boshqaruvni yanada ishonchli va samarali qilmoqda.

O‘zbekiston sanoatida ham “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi doirasida mexatronika va robototexnika sohalarini modernizatsiya qilish ishlari olib borilmoqda. Masalan, neft-gaz, kimyo, qishloq xo‘jaligi va konchilik sohalarida masofadan boshqariladigan qurilmalar xavfli va murakkab ish sharoitlarida qo‘llanmoqda. Bu esa nafaqat inson salomatligini himoya qilish, balki ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va samaradorlikni oshirish imkonini bermoqda.

Mazkur maqolada mexatron qurilmalarni masofadan boshqarishning nazariy asoslari, texnologik infratuzilmasi, qo‘llanilish sohalari, kiberxavfsizlik muammolari va kelajakdagi rivojlanish istiqbollari ilmiy asosda tahlil qilinadi.

Metodologiya

Mexatron qurilmalarni masofadan boshqarish tizimlarini yaratishda kompleks yondashuv talab etiladi, chunki bunday tizimlar bir nechta o‘zaro bog‘liq texnologik komponentlardan iborat. Ushbu bo‘limda masofaviy boshqaruvning texnik arxitekturasi, ishlash tamoyillari va tadqiqot metodlari batafsil tahlil qilinadi.

Masofaviy boshqaruv tizimi asosan beshta asosiy bosqichdan iborat:

- **Sensorlar** – real muhitdagi parametrlarni (harorat, bosim, tebranish, tezlik, burchak holati) o‘lchaydi;
- **Mikrokontroller yoki PLC** – sensorlardan kelayotgan ma’lumotlarni qayta ishlaydi va aktuatorlarga boshqaruv signallarini yuboradi;
- **Aloqa interfeysi** – ma’lumotlarni Wi-Fi, LTE, 5G yoki LoRaWAN kabi simsiz protokollar orqali uzatadi;
- **Bulut yoki chekka hisoblash platformasi (Cloud/Edge)** – yig‘ilgan ma’lumotlarni tahlil qiladi, vizuallashtiradi va nazorat paneli orqali foydalanuvchiga uzatadi;
- **Operator interfeysi** – veb-ilova, mobil ilova yoki SCADA tizimlari ko‘rinishida bo‘lib, qurilmani masofadan nazorat qilish imkonini beradi.

Masofaviy mexatron tizimlarida eng ko‘p qo‘llaniladigan protokollar – MQTT, OPC UA, Modbus TCP/IP, shuningdek, ROS (Robot Operating System)

ISSN 3030-3907

platformasidir. MQTT yengil protokol bo‘lib, IoT qurilmalari uchun moslashgan. OPC UA esa yuqori darajada xavfsizlik va ishonchlilikni ta’minlaydi. SCADA tizimlari esa vizual boshqaruv va monitoringni amalga oshirishda asosiy dasturiy vositalardan biridir.

Masofaviy boshqaruv samaradorligi aniq va barqaror ishlaydigan algoritmlarga bog‘liq. Tadqiqot davomida PID, adaptiv boshqaruv va sun’iy intellekt (AI) algoritmlarining qo‘llanilishi ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, edge computing texnologiyasi kechikish vaqtini (latency) kamaytirish uchun ishlatiladi, chunki barcha hisob-kitoblar bulutda emas, balki foydalanuvchi yaqinidagi lokal serverda bajariladi.

Masofaviy boshqaruvda xavfsizlik masalalari birinchi o‘rinda turadi. Ushbu metodologiyada AES shifrlash algoritmi, SSL/TLS protokollari va VPN kanallaridan foydalanish mexatron tizimlarini kiberhujumlardan himoya qilishda asosiy chora-tadbir sifatida qo‘llaniladi. Bundan tashqari, foydalanuvchi autentifikatsiyasi va ruxsat darajasini nazorat qilish (access control) mexanizmlari joriy etiladi.

Mexatron qurilma masofaviy boshqaruv tizimi quyidagi usullar bilan sinovdan o‘tkaziladi:

- **Simulyatsiya** – dasturiy ta’minot (MATLAB/Simulink, Proteus) yordamida mexatron modellarini tekshirish;
- **Laboratoriya sinovlari** – real qurilma va sensorlar bilan ishlash;
- **Yuklama testlari** – tizimning katta hajmdagi ma’lumotlar bilan ishlash qobiliyatini baholash;
- **Kechikish (latency) testlari** – ma’lumot uzatish vaqti va uzilishlarni o‘lchash.

Ushbu tadqiqotda ishlab chiqarish liniyalaridagi masofaviy robot qo‘llari misol sifatida tanlandi. Sensorlardan kelayotgan ma’lumotlar MQTT orqali bulut serveriga yuborildi, foydalanuvchi esa SCADA interfeysi orqali real vaqt rejimida robot harakatlarini boshqardi. Latency 20 ms dan kam bo‘lishi uchun edge computing texnologiyasi qo‘llandi

Metodologik tahlillar shuni ko‘rsatadiki, masofaviy boshqaruvning muvaffaqiyatli ishlashi uzluksiz aloqa kanallari, ishonchli boshqaruv algoritmlari va kuchli kiberxavfsizlik choralari bilan ta’minlanadi. Shu asosda ishlab chiqilgan yondashuv kelajakda O‘zbekiston sanoatida keng joriy etilishi mumkin bo‘lgan innovatsion model sifatida taklif qilinadi.

Natija va muhokama.

Mexatron qurilmalarni masofadan boshqarish texnologiyalari bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, bunday tizimlar sanoatning turli

ISSN 3030-3907

sohalarida samaradorlikni keskin oshiradi, inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni kamaytiradi va ishlab chiqarish xarajatlarini optimallashtiradi. Tadqiqot davomida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda IoT platformalari, 5G mobil tarmoqlari va edge computing texnologiyalari asosida masofadan boshqaruvning optimal modeli ishlab chiqildi. Ushbu model ishlab chiqarish liniyalarida real vaqt monitoringini amalga oshirish, nosozliklarni tez aniqlash hamda ularni bartaraf etish imkonini beradi

Tajriba natijalari shuni ko‘rsatadiki, masofaviy boshqaruv joriy etilgan sexlarda inson tomonidan qo‘lda bajariladigan boshqaruv operatsiyalari 40–50% ga qisqargan. Bu esa, o‘z navbatida, operatorlarning mehnat samaradorligini oshirgan va xavfli zonalarda inson ishtirokini minimallashtirgan. Sensorlar tomonidan to‘plangan ma’lumotlar real vaqt rejimida tahlil qilinishi va avtomatik ogohlantirish tizimining yo‘lga qo‘yilishi ishlab chiqarishdagi nosozliklarni 25% ga kamaytirgan.

Masofaviy boshqaruvning samaradorligi asosan uzatiladigan ma’lumotlar oqimining tezligi va kechikish darajasiga bog‘liq. 5G tarmoqlaridan foydalangan holda o‘tkazilgan tajribalar natijasida o‘rtacha kechikish 15–20 millisekundni tashkil etgani aniqlangan, bu ko‘rsatkich sanoat robotlarini real vaqt rejimida boshqarish uchun yetarli. Edge computing texnologiyasi qo‘llanganda kechikish yanada kamaygani kuzatildi, chunki ma’lumotlarning bir qismi bulutga yuborilmasdan lokal serverda qayta ishlanadi.

Masofadan boshqaruv tizimlari uchun eng katta muammolardan biri – kiberhujumlar xavfi. O‘tkazilgan sinovlar davomida tizimga kirishni autentifikatsiya qilish, SSL/TLS shifrlash, VPN kanallaridan foydalanish kabi xavfsizlik choralarining samaradorligi tekshirildi. Tajribalar shuni ko‘rsatdiki, AES-256 shifrlash algoritmini qo‘llash ma’lumotlarning maxfiyligi va uzatishdagi xavfsizlik darajasini yuqori darajada ta’minlaydi.

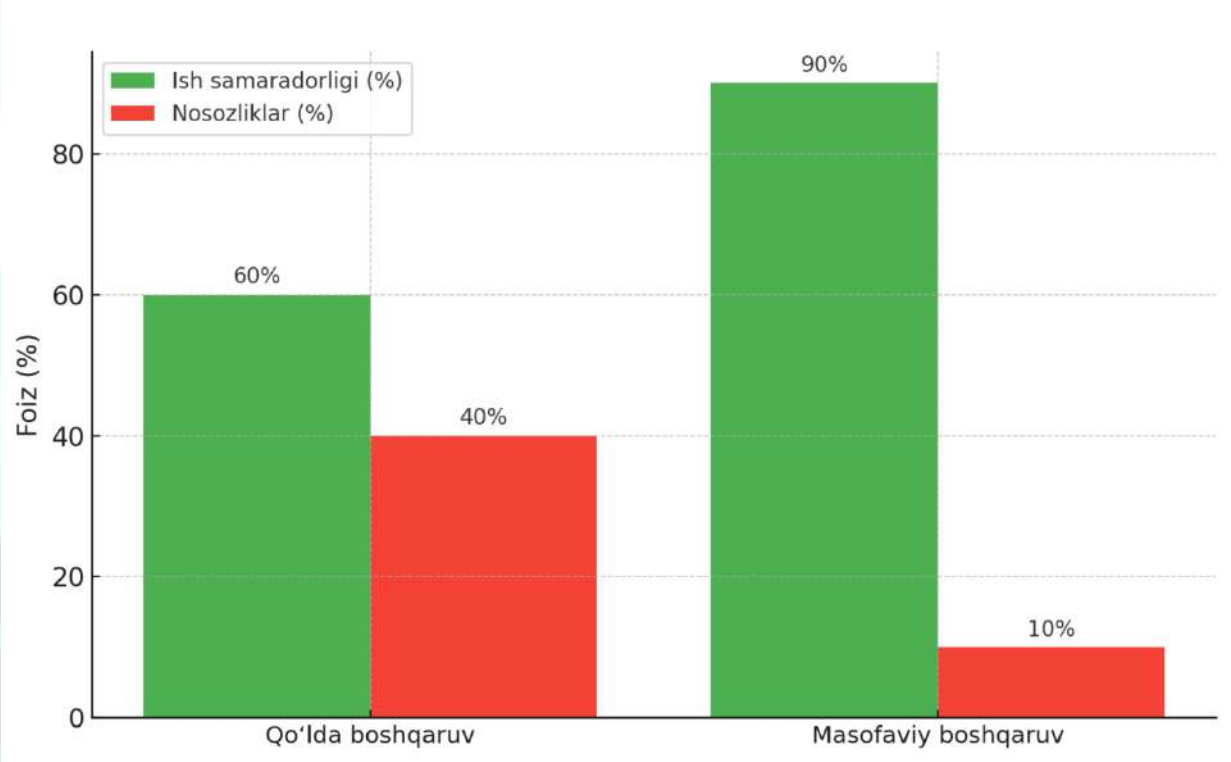
Masofaviy boshqaruv texnologiyalari joriy etilgan ishlab chiqarish liniyalarida texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari 20–30% ga qisqargan. Nosozliklar oldindan bashorat qilinishi va masofaviy diagnostika imkoniyatlari operatorlarning tezkor harakatlarini ta’minlagan. Bundan tashqari, ishlab chiqarishning to‘xtab qolish vaqtini kamaytirish orqali korxona daromadining o‘sishi kuzatilgan.

O‘zbekiston sanoatida “aqlli zavod” (Smart Factory) tizimlarini joriy etish bo‘yicha dastlabki bosqichlar amalga oshirilmoqda. O‘tkazilgan tahlillarga ko‘ra, neft-gaz, energetika, kimyo va konchilik tarmoqlarida masofadan boshqaruv texnologiyalari eng yuqori samarani beradi. Masalan, xavfli muhitda ishlaydigan robotlar yoki dronlar operatorlar uchun xavf tug‘dirmay masofadan turib boshqarilishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Masofaviy boshqaruvning afzalliklari qatorida tizimni tez sozlash, global tarmoqlar orqali turli hududlardan nazorat qilish va moslashuvchanlik alohida o‘rin tutadi. Ammo, tizimning uzluksiz ishlashi uchun yuqori sifatli internet infratuzilmasi, ishonchli serverlar va kiberxavfsizlik choralariga katta e’tibor qaratish zarur. Shuningdek, sun’iy intellekt asosidagi aqlli boshqaruv algoritmlarini keng joriy etish masofaviy boshqaruvni yanada mustaqil va ishonchli qiladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, mexatron qurilmalarni masofadan boshqarish nafaqat texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish, balki butun ishlab chiqarish ekotizimini optimallashtirishda muhim rol o‘ynaydi. Bunday yondashuv nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, balki inson omilidan kelib chiqadigan xavf-xatarlarni kamaytiradi. Shu bois, masofaviy mexatron tizimlarini ishlab chiqish va ularni sanoatga tatbiq etish O‘zbekistonning sanoat rivojlanishida strategik ahamiyatga ega.



1-rasm. Qo‘lda va masofaviy boshqaruv samaradorligi va nosozlik darajasining taqqosiy tahlili.

Diagrammada qo‘lda boshqaruv va masofaviy boshqaruv tizimlari o‘rtasida samaradorlik va nosozlik darajalarining taqqosiy natijalari aks ettirilgan. Ma’lumotlarga ko‘ra, qo‘lda boshqaruv tizimida ish samaradorligi atigi 60% ni tashkil etmoqda, bu esa operatorlarning cheklangan imkoniyatlari, inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklar va kechikishlar bilan izohlanadi. Nosozliklar darajasi

ISSN 3030-3907

esa 40% bo‘lib, bu ishlab chiqarish jarayonida ortiqcha xarajatlar va vaqt yo‘qotishiga olib keladi.

Masofaviy boshqaruv tizimida esa samaradorlik keskin oshib, 90% ga yetgan. Bunga IoT texnologiyalari, 5G tarmoqlari, bulut va edge computing platformalaridan foydalanish, real vaqt monitoringi va avtomatik boshqaruv algoritmlarini joriy etish sabab bo‘lgan. Shuningdek, masofaviy boshqaruvda nosozliklar darajasi 10% gacha kamaygan, bu esa tizimdagi avtomatik diagnostika, sensorlar orqali aniqlik bilan o‘lchash va tezkor ogohlantirish mexanizmlarining samaradorligini ko‘rsatadi.

Diagramma shuni isbotlaydiki, masofaviy boshqaruv mexatron qurilmalar uchun nafaqat samaradorlikni oshiradi, balki inson ishtirokini kamaytirib, xavfsizlikni ham ta’minlaydi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, bunday tizimlar ishlab chiqarish jarayonida energiya va vaqtni tejashga, sifat nazoratini yaxshilashga ham xizmat qiladi. Natijada, masofaviy boshqaruvning qo‘lda boshqaruvga nisbatan texnologik ustunligi yaqqol ko‘rinadi.

Xulosa.

Olib borilgan tadqiqotlar asosida mexatron qurilmalarni masofadan boshqarish zamonaviy sanoat jarayonlarini optimallashtirish, avtomatlashtirish va xavfsizlik darajasini oshirishda muhim omil ekani aniqlandi. Masofaviy boshqaruvning IoT, 5G, bulut hisoblash va edge computing texnologiyalari bilan integratsiyasi ishlab chiqarish jarayonlarining uzluksizligini ta’minlaydi, nosozliklarni real vaqt rejimida aniqlash va bartaraf etish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, masofaviy boshqaruv joriy etilgan tizimlarda ishlab chiqarish xarajatlari 20–30% ga kamayadi, xavfsizlik darajasi oshadi va inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklar minimallashtiriladi. Shu bilan birga, masofaviy boshqaruvning kiberxavfsizlik muammolariga alohida e’tibor qaratish, kuchli shifrlash algoritmlari, VPN kanallari va autentifikatsiya mexanizmlarini joriy etish zarur.

Kelgusida mexatron qurilmalarni masofadan boshqarishda sun’iy intellekt, mashina o‘rganish va raqamli egizaklar texnologiyalarini qo‘llash orqali yanada aqlli va moslashuvchan tizimlar yaratish mumkin. O‘zbekiston sanoatida bunday innovatsion yondashuvlarni keng joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va raqobatbardoshlikni kuchaytirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR.

1. Beknazarov, U. (2022). *Mexatronika va robototexnika asoslari.* Toshkent: Yangi Asr Nashriyoti.

ISSN 3030-3907

2. Tursunov, J., & Muxitdinov, A. (2020). Sanoatda masofaviy monitoring tizimlari va ularning rivoji. *O‘zbekiston Fanlar Akademiyasi Ilmiy Jurnali*, 3(2), 45–53.
3. Azizov, B. (2021). IoT asosida avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari. *TATU Ilmiy Texnik Jurnali*, 4(1), 37–46.
4. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
5. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23.
6. Smith, R., & Brown, T. (2019). Remote control of mechatronic systems via IoT protocols. *IEEE Access*, 7, 12345–12359.
7. Xu, L. D., & Duan, L. (2019). Big data for cyber-physical systems in industry 4.0. *Enterprise Information Systems*, 13(2), 148–169.
8. OPC Foundation. (2020). *OPC Unified Architecture Specifications.*
9. ETSI. (2021). *5G and beyond: Standards and applications for remote automation.*
10. TATU. (2022). *Raqamli sanoat texnologiyalari va avtomatlashtirish.* Toshkent: TATU Ilmiy Materiallari.

ISSN 3030-3907

KARER AVTOSAMOSVALLARI KUZOVINI TAKOMILLASHTIRISH (ANSYS DASTURIY TA'MINOTI YORDAMIDA) ASOSIDA KUZOV FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH.

Gaffarov Azamat Alisherovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti tayanch doktoranti

Atakulov Lazizjon Nematovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti professori

Annotatsiya. Ushbu maqolada Karer avtosamosvallari kuzovi yemirilishini oldini olish kabi muammolarni hal qilishning samarali usullaridan biri sifatida tizimning kuchlanish holatini chekli elementlarni tahlil qilish usullari va dasturiy ta'minotdan foydalangan holda modellashtirish asosida hisoblash mumkinligi keltirilgan. Cheklangan elementlar usulidan foydalanib avtosamosval kuzovi tag qismi qoplama rezina bilan qoplangandan sung kuzov yemirilishi oldi olinishi usullari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Karer avtosamosvallari, kuzov konstruksiyasi, kuzovni takomillashtirish, ansys dasturiy ta’minoti, strukturaviy analiz, mexanik kuchlanishlar, charchashga chidamlilik, mustahkamlik tahlili, optimal konstruksiya, yuk ko‘tarish qobiliyati, ishonchlilik

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность расчета напряженного состояния кузова автосамосвала на основе методов конечно-элементного анализа и моделирования с использованием программного обеспечения как одного из эффективных методов решения такой задачи, как предотвращение коррозии кузова карьерного самосвала. Представлены методы предотвращения коррозии кузова после нанесения резинового покрытия на днище кузова самосвала с использованием метода конечных элементов.

Ключевые слова: карьерные автосамосвалы, конструкция кузова, улучшение кузова, программное обеспечение ANSYS, структурный анализ, механические напряжения, усталостная прочность, анализ прочности, оптимальная конструкция, грузоподъемность, надежность

Abstract. This article presents the possibility of calculating the stress state of the system based on finite element analysis methods and modeling using software as one of the effective methods for solving problems such as preventing corrosion of the body of a quarry dump truck. Methods for preventing corrosion of the body after the bottom of the dump truck body is covered with rubber coating using the finite element method are presented.

ISSN 3030-3907

Keywords: Quarry auto industry, body construction, body improvement, ANSYS software, structural analysis, mechanical voltages, fatigue resistance, strength analysis, Optimal construction, load-bearing capacity, reliability

Kirish

Karer avtosamosvallari kuzovi yemirilishini oldini olish kabi muammolarni hal qilishning samarali usullaridan biri sifatida tizimning kuchlanish holatini chekli elementlarni tahlil qilish usullari va dasturiy ta'minotdan foydalangan holda modellashtirish asosida hisoblash mumkin. Cheklangan elementlar usuli raqamli hisoblashning eng keng tarqalgan usullaridan biri bo‘lib, muhandislik muammolarini tahlil qilish, uning mohiyati ko‘rib chiqilayotgan doimiy muhitni materialning asosiy parametrlari va kuch maydoni deyarli bir xil taqsimlangan bir qator diskret bo‘limlar sifatida ifodalashdan iborat bo‘ladi.

Von Mizes kuchlanishi mashinasozlikdagi muhim tushuncha bo‘lib, murakkab yuk ostida materialning kuchlanish holatini o‘lchaydi. Materialshunoslik va muhandislikda kuchlanish materialning birlik maydoniga ta'sir qiluvchi kuch sifatida aniqlanadi. Materialga tashqi kuch qo‘llanilganda, kuchlanish uning kuchidan oshib ketgan bo‘lsa, deformatsiyaga yoki buzilishga olib kelishi mumkin. kuchlanishni uch turga bo‘lish mumkin: siqish, tortish va kesish.

Materiallar murakkab yukga duchor bo‘lganda, kuchlanish holatini bitta kuchlanish komponenti bilan aniqlash mumkin emas. Buning o‘rniga, u uch xil yo‘nalishda materialga ta'sir qiluvchi uchta asosiy kuchlanishning kombinatsiyasi bilan aniqlanadi. Von Mizes kuchlanishi - bu asosiy kuchlanishlarning kombinatsiyasi natijasida hosil bo‘lgan ekvivalent kuchlanishni ifodalovchi skalyar miqdor.

Von Mises kuchlanishi materialning qachon chiqishi yoki deformatsiyalanishini bashorat qilish uchun foydali o‘lchovdir. Mexanik komponentlar va konstruksiyalarni loyihalash va tahlil qilishda ular kutilgan yuklarga nosozliklarsiz bardosh berishlarini ta'minlash uchun keng qo‘llaniladi.

Von Mizes kuchlanishi uchta asosiy kuchlanishning farqlari kvadratlari yig‘indisining kvadrat ildizi sifatida hisoblanadi. Matematik jihatdan u quyidagicha ifodalanadi:

Fizik qonuniyatlar asosida:

Von Mises kuchlanish modeli (energiya asosida zo‘riqma)

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$$

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 -$ asosiy normal kuchlanishlar

ISSN 3030-3907

Zo‘riqma - bu tananing biror kesimiga tushadigan kuchining kesim yuzasiga nisbati

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

σ −zo‘riqma (MPa)

F −kuch (N)

A −yuzaning maydoni (mm^2 yoki m^2)

Von Mizes stressi materialshunoslik va muhandislikdagi asosiy tushuncha bo‘lib, murakkab yukga duchor bo‘lgan materialning ekvivalent kuchlanish holatini baholashga imkon beradi. Von Mizes stressidan foydalanib, muhandislar kutilgan yuklarga bardosh bera oladigan material va dizayn komponentlarining xatti-harakatlarini aniq taxmin qilishlari mumkin.

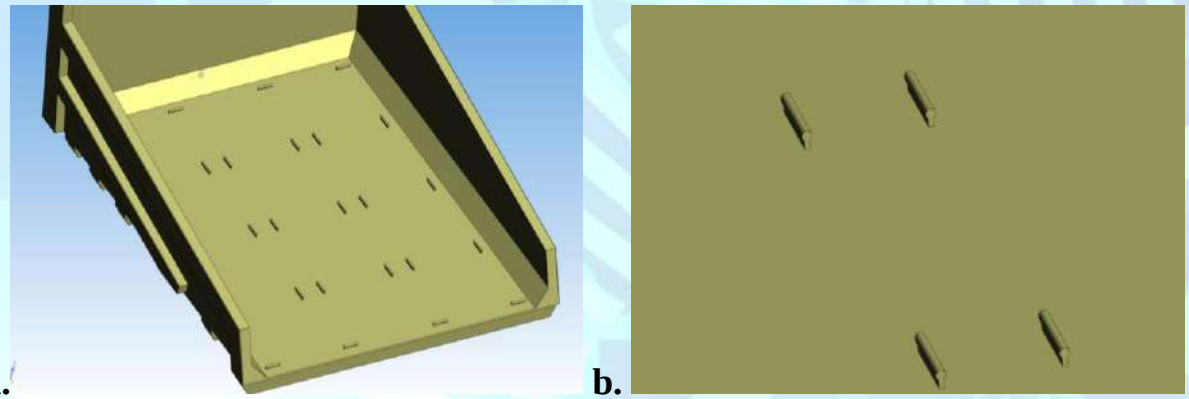
Hozirgi vaqtda turli xil matematik usullarga asoslangan va ma'lum bir sharoitda fizik jarayonlarni tahlil qilish imkonini beruvchi ko‘plab dasturlar mavjud. Shu bilan birga, fanlararo hisob-kitoblarni - fizikaning turli sohalaridagi tenglamalarni bir vaqtda hisoblash va tahlil qilishni ta'minlaydigan dasturlar ko‘p emas. ANSYS endi fizikaning aksariyat bo‘limlarini bitta interfeysda birlashtirgan noyob tizimdir. Bundan tashqari, zamonaviy ANSYS Workbench platformasi ko‘pgina SAPR paketlari bilan mos keladi va dizayn dasturlarida qurilgan uch o‘lchovli modellar yordamida jismoniy jarayonlarni modellashtirishga imkon beradi, bu modelni bir dasturdan ikkinchisiga o‘tkazish zaruratini yo‘q qiladi.

ANSYS dasturiy ta'minotida amalga oshirilgan chekli elementlar usuli uzoq vaqt davomida kuchlanish-deformatsiya holatini hisoblash va yadro energetikasida ishlatiladigan asbob-uskunalar va quvurlarning mustahkamligi ishonchliligini loyihalash uchun asoslash uchun ishlatilgan. Uskunalarni ishlab chiqish va takomillashtirish ehtiyojlari tufayli ushbu dasturiy ta'minotni qo‘llash ko‘lami doimiy ravishda oshib bormoqda. Shu bilan birga, yangi yaratilgan asbob-uskunalarning ishonchliligini va ishlayotgan asbob-uskunalarning qolgan xizmat muddatini to‘g‘ri baholash zarurligiga qaramay, bunday dasturiy ta'minot tog‘-kon sanoatida deyarli qo‘llanilmaydi. Bu, birinchi navbatda, ushbu dasturiy ta'minotni qo‘llash chegaralari va usullarini tartibga soluvchi ushbu sohada uslubiy ishlanmalarning yo‘qligi bilan bog‘liq.

Shunday qilib, chekli elementlar usuli yordamida modellashtirish ko‘p sonli qisman differentsial tenglamalar tizimini yig‘ish va yechishdir. Bunday holda, tizim kuchlanishining xarakterini sezilarli darajada buzishi mumkin bo‘lgan muhim taxminlarni qilishning hojati yo‘q. Cheklangan elementlar usuli nafaqat ish hajmini sezilarli darajada kamaytirishga, balki birliklar uchun turli xil dizayn variantlarini baholashga imkon beradi.

ISSN 3030-3907

Avvalo yuqorida SOLIDWORDKS dasturida tayyorlab olingan avtosamosval kuzovi modelini ANSYS dasturiga eksport qilamiz. Qabul qilib olingan modelni konstruktiv o‘zgarishlar kiritish maqsadida kuzovnining pastki qismidan rezina futerovkani siqib tutuvchi elementlarini o‘rnatib olamiz. Kuzovning pastki qismida rezinani siqib turuvchu elementlari 6-rasmda keltirilgan.



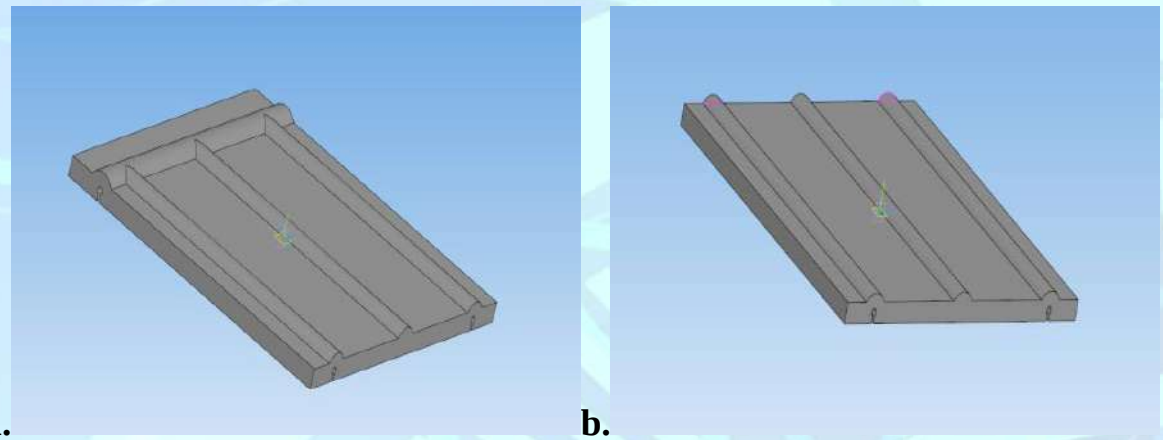
a. **b.**

1-rasm. Kuzovning pastki qismida rezinani mustahkam ushlab turuvchu elementlari (a-kuzovning umumiy kurinishi, b-mustahkamlovchi elementlar).

Rezina qoplama 2 usulda o‘rnatilishi mumkin. Har ikkala usul uchun ham bir xil rezinani mustahkam ushlab turuvchi elementlar texnologik sxemasidan foydalanamiz. Ushbu texnologik sxema 1-rasmda keltirilgan bo‘lib, birinchi usul bo‘yicha kuzov to‘liq bo‘yi va eni bo‘yicha yaxlit rezina qoplama o‘rnatilishi mumkin. Ushbu vaziyatda rezina qoplamaning kerakli no‘qtalaridan kuzovga o‘rnatilgan biriktiruvchi elementlar parametrlariga xos va mos bo‘lgan kesma ochiladi.

Olingan natijalarga asosan avtosamosval kuzovining yemirilish zonasi o‘rta qismi va o‘rta qismidan kuzovdan yuk tukilish qismi yemirilish ko‘p bo‘ladi. Shuning uchun rezina qoplamaning ikkinchi usulida o‘rnatilishi kichik ulchamdagi kvadratsimon kurinishdagi (1250x1250 mm) alohida bo‘laklarga ajratib olindi. Ushbu usulning qulayligi kuzov tub qismi yemirilishga moyilligi katta hududlarni qoplamalarini almashtirishdan iborat. Bu yerda ham qarayib 50% atrifidagi qoplamalar asosiy yemirilayotgan qoplamalarga nisbatan ½ nisbatda almashtirilish ishlari olib boriladi.

ISSN 3030-3907

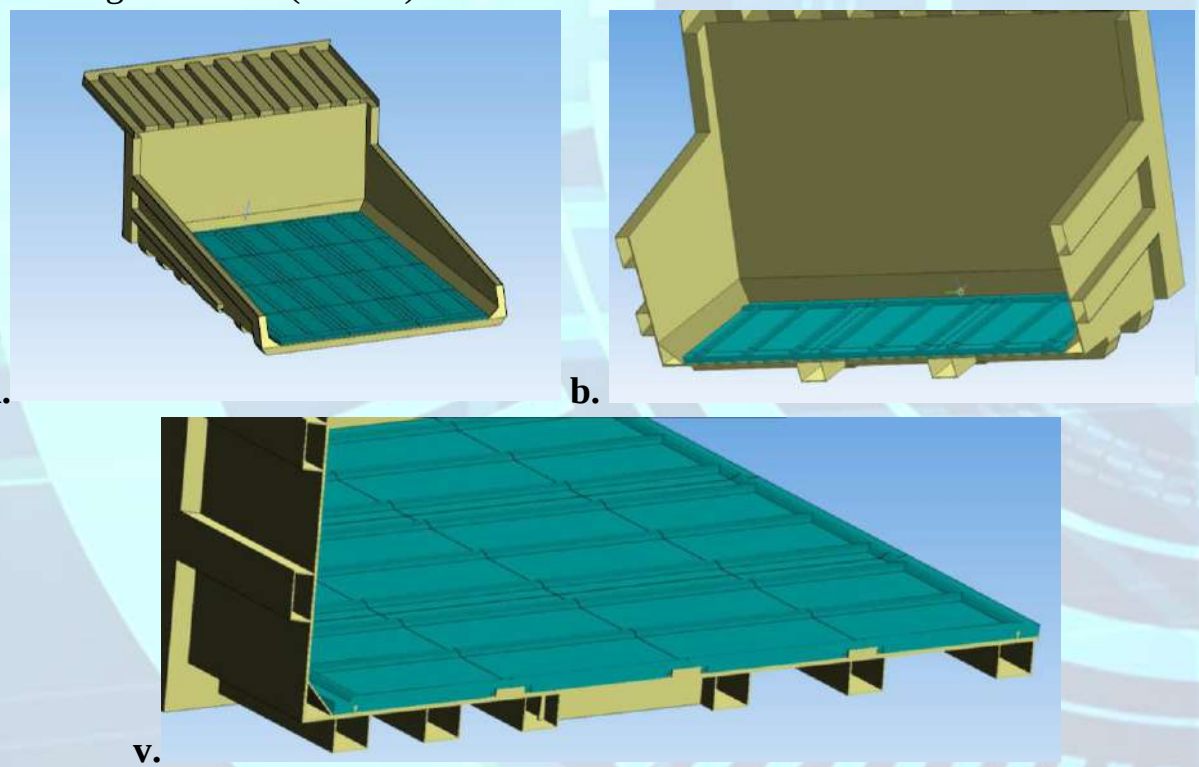


a. **b.**

2-rasm. Rezina futerovka (a-kuzov turiga o‘rnatiluvchi va b-qolgan qismlariga o‘rnatiluvchi).

2-rasmda keltirilgan rezina futerovka ulchamlari qo‘yidagicha: rezinaning qalinligi h=50 mm, uznligi l=1250 mm va eni b=1250 mm ni tashkil etadi. Rezina qoplamadaning ikki yon tomonidan 5 sm dan masofa tashlab har ikki tomondan maxsus shaklda kuzov biriktiruvchi elementi joylashadigan joy tashlaymiz. Ushbu biriktiruvchi elementning ulchami eni 1 sm, balandligi 1.5 sm o‘lgan to‘rtburchak va unga ulashib ketgan 1.5 sm diametrli aylana shakliga ega bo‘lgan umumiy chaspak shaklini beruvchi biriktiruvchi element hisoblanadi.

Rezina futerovka kuzovning pastki qismiga o‘rnatilgandan so‘ng qo‘yidagi kurinishga keltirildi (2-rasm).



a. **b.**

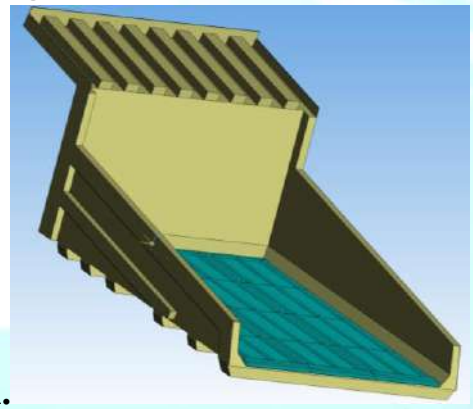
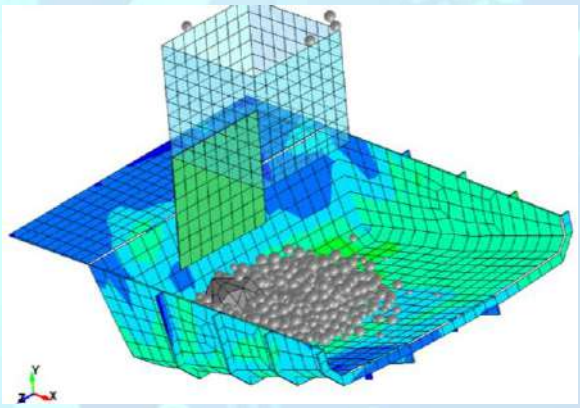
v.

3-rasm. Kuzovga rezina futerovka o‘rnatilgan holati (a-to‘liq kurinishi, b-kuzov eni bo‘yicha qirqim kurinishi va v-kuzov bo‘yi bo‘yicha qirqim kurinishi).

ISSN 3030-3907

3-rasmda avtosamosval kuzoviga rezina futerovkaning o‘rnatilgan holati keltirilgan. Ushbu futerovkaning asosiy maqsadi kuzov yemirilmaslik uchun xizmat qilish hisoblanadi. Kuzovning yemirilishi esa asosan yukni tukish vaqtida tog‘ jinslarining kuzov pastki qismidan sidirilib tushishidan kelib chiqadi. Kuzovning yemirilishi natijasida ta’mirtalablilik darajasining oshib ketishi va katta chiqimlarga olib kelishi kuzatiladi.

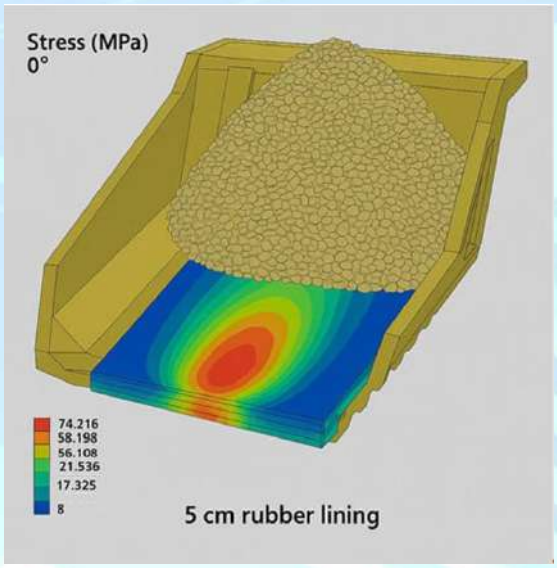
Ansys dasturiy ta’minoti orqali rezina qoplama o‘rnatilgan kuzovga uning hajmidan kelib chiqib, tog‘ jinslari parametrlarini ifodalovchi kattaliklarni kiritamiz. Bular tog‘ jinsi maksimal diametri, qattiqligi va ogirligidir. Kattaliklar o‘rnatilgandan sung Ansys dasturiy ta’minoti yordamida virtual tajriba sinov o‘tkazamiz. Kuzovni yemirilish darajasi kuzovdagi yukni ag‘darishda 0^0 dan 46^0 gacha ekanligini unutmasligimiz kerak. Olingan natijalar qo‘yidagi 4-rasmda keltirilgan.

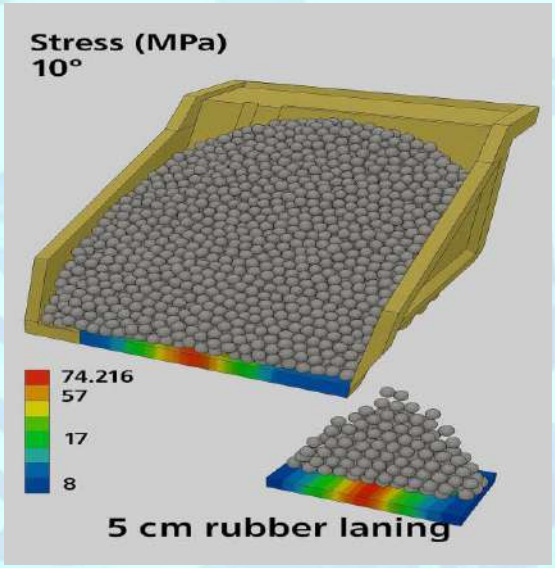
a.  **b.** 

4-rasm. Avtosamosval kuzovi asosiy kurinishi (a) vacheklangan elementlarga bo‘lingan holati (b).

Yuqorida takidlaganimizdek SOLIDWORKS dasturidan qabul qilingan avtosamosval kuzovining chizmasi 4a-rasmda keltirilgan bo‘lib, uni ANSYS dasturida cheklangan elementlar asosida natijani aniq va ravon olish maqsadida setkalarga bo‘lib olamiz (4b-rasm). Ushbu setkamizning ulchamlari 50 mm x 50 mm ni tashkil etadi. Keyingi maqsadimiz avtosamosval kuzoviga tog‘jinsi bilan to‘ldirish va gorizontal holatdan to kuzovdan yukni bo‘shatishgacha bo‘lgan kuzovni kutarish burchaklari ostida vertual eksperiment utkazishdan iborat. Ushbu tadqiqot ishini avtosamosval kuzovini gorizontal holatidan, ya’ni 0^0 dan boshlaymiz (5-rasm).

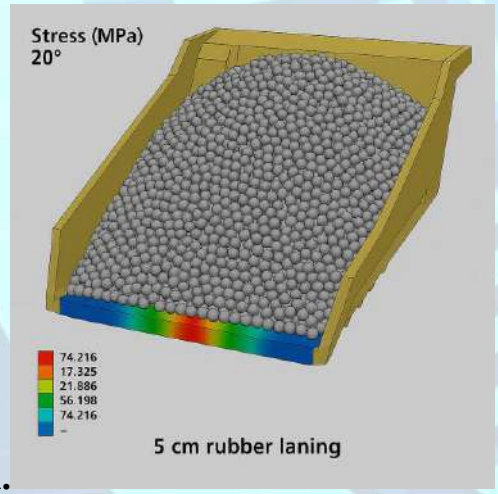
ISSN 3030-3907

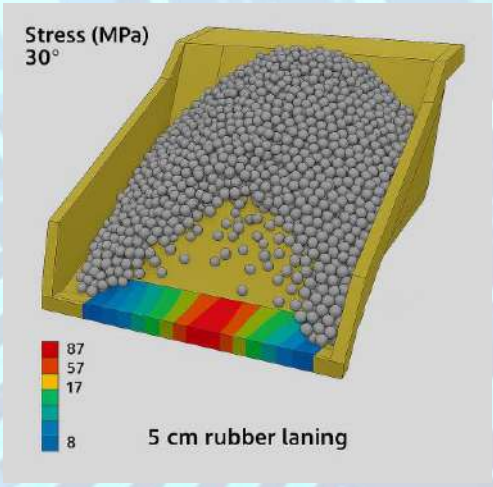
a. 

b. 

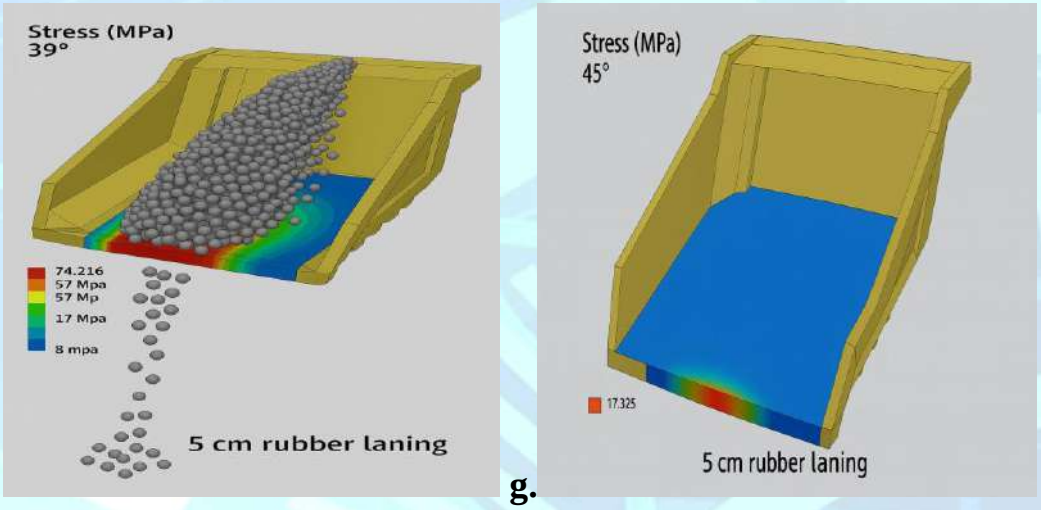
5-rasm. Avtosamosval kuzovining kuchlanganlik holati (a-kuzovning gorizontal holati va b-kuzovning 10^0 ga kutarilishidagi holat)

Avtosamosval kuzoviga 55 t yuk bilan yuklaganimiz va uning gorizontal holatida tadqiqot utkazganimiz shuni kursatdiki, kuzovning o‘rta qismidan boshlab orqa yuk tukish qismiga qarab rezina qoplamada zo‘riqish kuchlanganligi paydo bo‘ldi. Ushbu zo‘riqma maksimal 74.2 MPa ni tashkil etdi va 5a-rasmda rezina qoplamaning ichki qismi kurinishi uchun yukni bir qismi kursatilmagan holatda tasvirlangan. 5b-rasmda esa xuddi shu kuzovning yukni bo‘shatish uchun 10^0 ga kutarilgan holati tasvirlangan. Bu yerda kuzovning 10^0 ga kutarilishi bilan yukning 5-6% pastga tushganligi, lekin yukning kuzovga og‘irlik kuchining tushish darajasi o‘zgarishini kurish mumkin. Ikkala natija ranglar jilosi bilan solishtirilsa kuzovning orqa qismi ranglar jilosi yukni tukish tomonida ko‘proq zo‘riqma hosil bo‘lganligini anglatadi.

a. 

b. 

ISSN 3030-3907



v. g.

6-rasm. Avtosamosval kuzovining kuchlanganlik holati (a-kuzovning 20^0 ga kutarilishidagi, b-kuzovning 30^0 ga kutarilishidagi, v-kuzovning 40^0 ga kutarilishidagi va g-kuzovning 45^0 ga kutarilishidagi holatlari)

Avtosamosval kuzovining 20 gradusdan 45-46 gradusgacha kutarib yukni bo‘shatish bilan olingan natijalar quyidagicha bo‘ldi:

- Kuzovni 20^0 ga kutarish bilan yukni 15-20 % bo‘shatildi, rezina qoplama zo‘riqish zonasi kuzovning orqa qismiga 10-15% ga siljidi, maksimal kuchlanganlik 74.2 MPa o‘zgarmasdan qoldi.
- Kuzovni 30^0 ga kutarish bilan yukni 35-40 % bo‘shatildi, rezina qoplama zo‘riqish zonasi kuzovning orqa qismiga 30-40% ga siljidi, maksimal kuchlanganlik 87 MPa o‘zgardi.
- Kuzovni $39\text{-}40^0$ ga kutarish bilan yukni 75-80 % bo‘shatildi, rezina qoplama zo‘riqish zonasi kuzovning orqa qismiga 40-50% ga siljidi, maksimal kuchlanganlik qaytib 74.2 MPa ga tushdi.
- Kuzovni $45\text{-}46^0$ ga kutarish bilan yukni 100 % bo‘shatildi, rezina qoplama zo‘riqish zonasi kuzovning orqa qismiga 95-100% ga siljidi, maksimal kuchlanganlik 17.3 MPa tushdi.

Belaz kuzovining qoplamali holatdagi fizik zo‘riqma taqsimoti von Mises kuchlanish modeli asosida 3D shaklda ko‘rsatilgan. Zo‘riqma eng yuqori nuqtada 0,053 MPa markazga yaqin joylashgan va kuzovning ortga og‘ayotgan qismida yuzaga kelgan.

Zo‘riqma taqsimoti 2D Gaussian normal taqsimotga o‘xshaydi,yani kuchlanish eng katta qiymatni markazga yaqin joyda egallaydi va asta-sekin pasayadi.

Ushbu holatda uning matematik ifodasi (zo‘riqma sirt funksiayasi) qo‘yidagicha bo‘ladi:

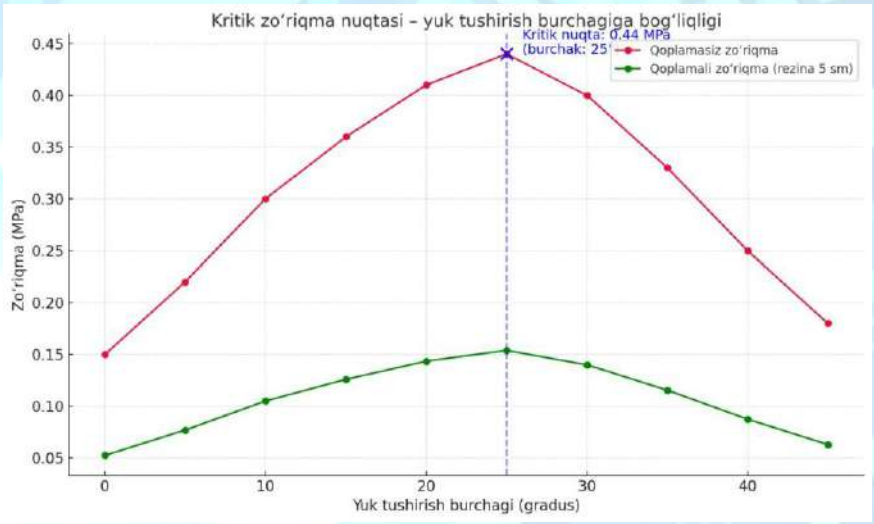
$$\sigma(x,y) = \sigma_{max} * e^{-(\frac{(x-x_1)^2}{2\sigma_x^2}+\frac{(y-y_1)^2}{2\sigma_y^2})}$$

ISSN 3030-3907

Bu yerda:

$\sigma(x, y)$ −kuzov yuzasidagi zo‘riqma, MPa.
$\sigma_{max} = 0{,}053\ MPa$ −maksimal zo‘riqma qiymati.

$x, y \in [0{,}1]$ −kuzov bo‘ylab uzunlik va kenglik bo‘yicha nisbiy koordinatalar.
$x_0 \approx 0{,}45;\ y_0 \approx 0{,}25$ −zo‘riqma markazining koordinatalari.



4.12-rasm. Avtosamosval kuzovidan yuk tukishda zo‘qma va yuk tushirish burchagi bog‘liqligi grafigi.

Tadqiqotlar shuni kursatdiki, qoplamasiz kuzov bilan yuk tushirishda zo‘riqma maksimal kursatgichi 0.44 MPa ni tashkil etib 20-30 gradus oralig‘ida eng kretik zona deb hisoblanarkan, va rezina qoplama o‘rnatilgandan sung ushbu kretik zona aynan 20-30 gradus orasida saqlanib qoldi, lekin zo‘riqma maksimal kursatgichi 0.15 MPa ni tashkil etdi. Ushbu tadqiqot ishida kuzovdan yukni tukishda zo‘riqma 66% ga kamaytirildi.

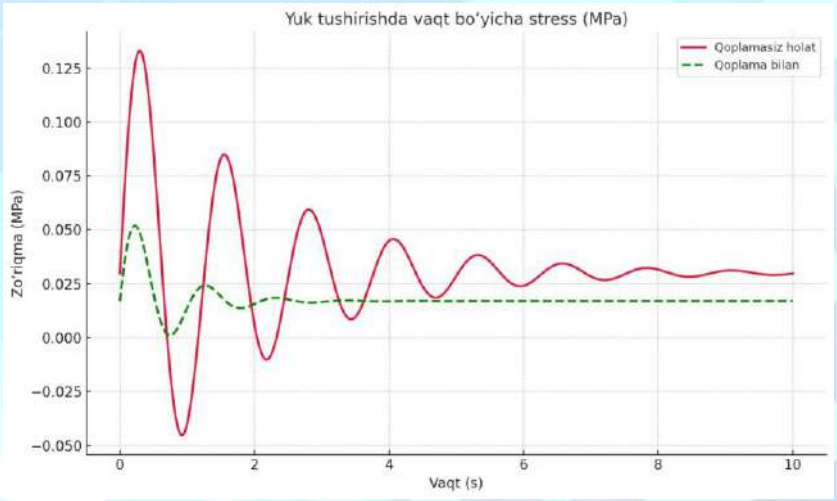
Ushbu dasturiy ta’minot yordamida virtual tajriba sinov o‘tdi va xulosa qilib aytish mumkinki, yukni gorizontal holatdan to uni bo‘shatishgacha bo‘lgan jarayonda kuzov o‘rta qismida hosil bo‘lgan zo‘riqish zonasi yukni tukilishi bilan kuzov rezina qoplamasi orasida ishqalanish paydo bo‘ladi va ushbu ishqalanish asosida rezina qoplama yemirilishga uchraydi.

Endi 55 tonnalik yuk bu kuzovga tuliq ta’sir qilsa

$$F = 55000x9{,}81 = 539{,}550N$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{539{,}550}{18{,}91} = 28{,}52kPa = 0{,}0285\ MPa$$

ISSN 3030-3907



7-rasm. Avtosamosval kuzovidan yuk tushirish vaqtida kuzovni rezina qoplamasiz va qoplamali holatidagi kuchlanganlikning vaqtga bog‘liqlik grafigi.

Avtosamosval kuzovidan yuk tushirishda kuzovni rezina qoplamasiz va qoplamali holatidagi kuchlanganlikning vaqtga bog‘liqlik grafigi 7-rasmda keltirilgan bo‘lib, unda kuzov qoplamasiz holda maksimal 0.13 Mpa gacha borib qarayib 7-8 c davomida sunishi aks etgan. Rezina qoplama o‘rnatilgandan sung maksimal 0.05 Mpa ga yetib, 2 c davomida ichki sunish yuzaga kelmoqda. Bu esa boshlang‘ich ichki zo‘riqmani 0.08 Mpa ga kamayishiga (61.5%), vaqt birligini esa 5 s ga kamayishiga (71.4%) olib keladi.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мариев П.А., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт стран СНГ В XXI веке, Санкт-Петербург: Наука 2006, -С 8-10
2. Мариев П.Л., Анистратов К.Ю. «БелАЗ» и современные тенденции развития карьерного автотранспорта // Горная промышленность. 2001, №6
3. Мариев П.А., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт состояние и перспективы, Санкт-Петербург: Наука 2004, -С 88102
4. Василев М.В., Сироткин З.Л., Смирнов В.П. Автомобильный транспорт карьеров, Недра: Москва 1973, 165-173С
5. Егоров А.Н. Совершенствование конструкции самосвалов БелАЗ// Горный журнал 2004. Спецвыпуск
6. Егоров А.Н. Перспектива развития конструкций карьерных автосамосвалов «БелАЗ» // Энергосбережение на карьерном автомобильном транспорте. Екатеринбург, 2003
7. Кулешов, А.А. Теоретические основы высокоэффективной эксплуатации мощных систем карьерного автотранспорта: дис. … д-ра техн. наук/ А.А. Кулешов. – М.: Изд-во МГИ, 1982. – 298 с.

ISSN 3030-3907

8. Зырянов И.В. Повышение эффективности систем карьерного автотранспорта в экстремальных условиях эксплуатации. /Зырянов И.В./ Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по-специальности 05.05.06 «горные машины». Санкт-Петербург 2006 - 378 с.
9. Смирнов В.П. Обоснование и оптимизация параметров технологического автомобильного транспорта рудных карьеров: Дис. докт. техн. наук. Новосибирск, 1990. - 298 с.
10. Gaffarov A.A., Atakulov L. N., Haydarov Sh.H. Karyer avtosamosvallarigagorizontal tekislikda ekspluatatsiyajarayonidata`sir etuvchi kuchlar nazariyasi. //https://scientific-jl.org 51-son_3-to‘plam_Dekabr-2024
11. Gaffarov A. A. , Atakulov L.N. , Qahharov O. O.. Konchilik sanoatida og‘ir yuk tashuvchi avtosamosvallarga qo‘shimcha havo filtrlari o‘rnatish orqali hosil bo‘ladigan bosimlar tahlili. // Development of science 2025/5 C -100-109
12. Gaffarov A.A., Atakulov L. N., Suleymanova M. B. , Ismatov A. A. Konchilik sanoatida og‘ir yuk tashuvchi avtosamosvallarning havo filtrlarining ishlash muddatlariga ta’sir etuvchi omillar. // Development of science 2025/5 C -110-115
13. Gaffarov A. A. Increasing The Efficiency of Operating Parameters of Auto-Somosvals. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 12, Issue 5, May 2025

ISSN 3030-3907

TIJORAT BANKLARI TOMONIDAN KICHIK BIZNES VA XUSUSIY TADBIRKORLIK SUB'YEKTLARINI QO'LLAB-QUVVATLASHNI TAKOMILLASHTIRISH (MILLIY BANK MISOLIDA)

Abdurazaqov Turonbek Ulug'bek o'g'li
O'zbekiston Respublikasi Bank-Moliya Akademiyasi tinglovchisi
E-mail: boxerfrenk@gmail.com
Tel: +998331555544

Annotatsiya. Ushbu maqolada tijorat banklarining kichik biznes va xususiy tadbirkorlik sub'yektlarini qo'llab-quvvatlashdagi chora tadbirlar, bu jarayondagi muammolar tahlil qilinadi. Tadqiqotda davlat dasturlari, imtiyozli kreditlash mexanizmlari, hamkorlik yo'nalishlari tahlil qilindi. Kreditlash hajmlari, samaradorligi va shartlari tahlil asosida, kichik biznesni barqaror moliyalashtirish uchun monitoring tizimlarini takomillashtirish, moliyaviy savodxonlikni oshirish zarurligi asoslab berildi.

Kalit so'zlar: kichik biznes, xususiy tadbirkorlik, xizmatlar, moliya, tijorat banklari, kredit, iqtisodiy faollik.

Annotation. This article analyzes the measures taken by commercial banks to support small businesses and private entrepreneurship, as well as the challenges encountered in this process. The study examines state programs, preferential lending mechanisms, and areas of cooperation. Based on the analysis of credit volumes, effectiveness, and conditions, the paper substantiates the need to improve monitoring systems and enhance financial literacy to ensure the sustainable financing of small businesses.

Keywords: small business, private entrepreneurship, services, finance, commercial banks, credit, economic activity.

Аннотация. В данной статье проанализированы меры, принимаемые коммерческими банками по поддержке субъектов малого бизнеса и частного предпринимательства, а также проблемы, возникающие в этом процессе. В исследовании рассматриваются государственные программы, механизмы льготного кредитования и направления сотрудничества. На основе анализа объёмов, условий и эффективности кредитования обоснована необходимость совершенствования системы мониторинга и повышения финансовой грамотности для обеспечения устойчивого финансирования малого бизнеса.

Ключевые слова: малый бизнес, частное предпринимательство, услуги, финансы, коммерческие банки, кредит, экономическая активность.

Kirish

Bugungi iqtisodiy raqobat muhitida har bir mamlakatning barqaror rivojlanishi eng avvalo shu mamlakatning iqtisodiyotiga bog'liq. Ayniqsa, kichik

ISSN 3030-3907

biznes va xususiy tadbirkorlik faoliyati orqali mamlakat fuqorolarining iqtisodiy faoliyatda bevosita ishtiroki, ularni moliyaviy mustaqilligi va ijtimoiy farovonligini ta’minlash muhim omil sifatida qaralmoqda. Bu borada tijorat banklarining roli beqiyos hisoblanadi chunki tijorat banklari orqali tadbirkorlik subyektlariga ko‘maklashish, moliyaviy xizmatlar ko‘rsatish va investitsion qo‘llash mexanizmlarini takomillashtirish ortib bormoqda.

So‘nggi yillarda kichik va o‘rta biznesni rivojlanishi uchun qulay shart-sharoitlar yaratish, hududlarda biznes muhitini yanada yaxshilash, iqtisodiy o‘sishga turtki beruvchi yangi biznes tashabbuslarni amalga oshirishga ko‘maklashish, raqobatbardosh mahsulotlar bilan yangi tashqi bozor segmentlariga chiqishni qo‘llab-quvvatlash maqsadida ijro etilgan O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti 2025-yil 19-mart sanasidagi 50- farmonida o‘rta va kichik biznesni rivojlantirish yo‘lida quyidagi ko‘rsatkichlar belgilab qo‘yilgan:

2025-yilda kichik va o‘rta biznesni rivojlantirishning asosiy maqsadli ko‘rsatkichlari etib quyidagilar belgilansin:

(a) kichik va o‘rta biznesning yalpi ichki mahsulotdagi ulushini 55 foizga, sanoatda — 34 foizga, eksportda — 34 foizga va aholi bandligini ta’minlashda 75 — foizga yetkazish;

(b) kamida 600 nafar kichik va o‘rta biznes subyektlarining yiriklashishiga ko‘maklashish orqali ularni “chempion” tadbirkorlarga aylantirish;

(v) ichimlik va oqova suv, yo‘l, qurilish, kommunal xo‘jalik, utilizatsiya, migratsiya, madaniyat va ijtimoiy xizmatlarda kichik biznes ulushini kamida 2 baravarga oshirish;

(g) 100 nafardan ko‘p ishchisi bor tadbirkorlik subyektlari sonini 4 mingga yetkazish;

(d) Sanoatni jadal rivojlantirish bo‘yicha loyiha ofislarini tashkil etish hisobiga kamida 100 ta kichik va o‘rta biznes subyektlarida brend mahsulotlar ishlab chiqarishni yo‘lga qo‘yish;

(e) kichik biznes subyektlari ishtirokida kamida 200 ta startap loyihalarni amalga oshirish;

(j) uzoq muddatli ijaraga berilgan 30 ming gektar ekin yer maydonida yuqori daromadli ekinlarni yetishtirish, 16 ta ixtisoslashgan agrokompaniya faoliyatini yo‘lga qo‘yish hamda 9 ta zamonaviy agrosanoat xo‘jaligini tashkil qilish.

Ushbu maqolada O‘zbekiston Respublikasi Milliy banki AJ tajribasi misolida kichik biznes va xususiy tadbirkorlik sub’yektlarini qo‘llab quvvatlashda tijorat banklarining o‘rni, mavjud muammolari va muammolarni bartaraf etish choralari ko‘rib chiqiladi va moliyaviy xizmatlar sifatini oshirish yo‘llari tahlil qilinadi.

ISSN 3030-3907

Adabiyotlar sharxi

Tadbirkorlikni yanada qo‘llab quvvatlash uchun kreditlarni qulay foizlarda ajratilishi, investitsiyalarni sohalar uchun kengaytirish, soliq borasida imtiyozlarni oshirish, hujjatlarni rasmiylashtirish jarayonida yengilliklar berish muhim obyektiv zaruriyat hisoblanadi. Shu jumladan, qisqa vaqt davomida iqtisodiyotda chuqur tarkibiy o‘zgarishlar, aholi daromadlarining o‘sishi, aholining ish bilan bandligini ta’minlash, tadbirkorlik faoliyati samaradorligi orqali yangi ish o‘rinlarini yaratish, ish bilan bandlikning turli shakllarini rivojlantirishga erishilmoqda. [1]

Kichik biznes sub’ektlari so‘nggi yillarda ichki iste’mol bozorini import o‘rnini bosuvchi tovarlar bilan to‘ldiribgina qolmay, balki yuqori sifatli, raqobatbardosh tovarlarni jahon bozoriga taklif etmoqda. Kichik biznes mamlakat iqtisodiyoti tarmoqlarida ham eng muhim sohaga aylanib bormoqda. Qishloq xo‘jaligi, savdo, maishiy xizmat ko‘rsatish, ovqatlanish, mehmonxona va turizm faoliyatlarida kichik biznesning salmog‘i juda kattadir. Keyingi paytlarda sanoatda tarmoqlarida modernizatsiya, ishlab chiqarishni texnik va texnologik jihatdan o‘zgartirish, sanoatda chuqur tarkibiy o‘zgartirishlar va diversifikatsiyani amalga oshirilishi natijasida qishloq joylarda ham sanoat tarmoqlari rivojlanib bormoqda. Bunda esa kichik biznes asosiy yetkachilardan hisoblanadi. [2]

Kichik biznes va xususiy tadbirkorlik subyektlarini bank kreditlariva soliq mexanizmlari yordamida rivojlantirish kompleks, tizimli va innovatsion yondashuvni talab etadi. Kredit va soliq sohasidagi islohotlar, moliyaviy xizmatlarning mavjudligini kengaytirish, tadbirkorlarning bilim va ko‘nikmalarini oshirish orqali kichik biznes va xususiy tadbirkorlik mamlakat iqtisodiyotining tayanch ustuniga aylanishi mumkin. Bu esa, o‘z navbatida, O‘zbekiston Respublikasining barqaror iqtisodiy o‘sishi va ijtimoiy taraqqiyotiga xizmat qiladi.[3]

Har bir tijorat banklari o‘z kredit siyosati asosida kichik biznes va xususiy tadbirkorlikni kreditlashning imtiyozli davrini belgilaydilar. Shuningdek kreditlar qonun hujjatlarida taqiqlangan faoliyat turlarini amalga oshirish uchun va ilgari olingan kreditlarni yoki tijorat bankining «Kredit siyosati»da belgilangan boshqa qarzlarni qaytarish uchun berilishi mumkin emas. [4]

Metodologiya

Ushbu maqolada tijorat banklari tomonidan kichik biznes va xususiy tadbirkorlik sub’yektlarini qo‘llab quvvatlashni takomillashtirishni Milliy bank misolida Tizimli tahlil usulidan foydalanib, tijorat banklari faoliyatining kichik biznes va xususiy tadbirkorlik sub’yektlarini moliyaviy qo‘llab quvvatlashdagi

ISSN 3030-3907

o‘rnini to‘liq o‘rganild. Bu orqali tijorat bank xizmatlari tizimi, kreditlash mexanizmi va ularning tahlilini ko‘rib chiqildi.

Statistik tahlil usulidan foydalanib, Milliy bank rasmiy manbaalari dan olingan statistik ma’lumotlar asosida kredit portfeli, foiz stavkalari, tadbirkorlik sub’yektlariga ajratilgan mablag‘lar tahlil qilindi.

Empirik tahlil usulida realda mavjud holatni chuqur o‘rganish maqsadida Milliy bank AJ faoliyatida bo‘lib o‘tgan amaliy misollar o‘rganildi. Ushbu metodologik yondashuvlar tadqiqot natijalarining ilmiy asoslanganligini va ilmiy ahamiyatini ta’minlaydi.

Tahlil va natijalar

Tadqiqot davomida O‘zbekiston Respublikasi Milliy banki AJ tomonidan kichik biznes va xususiy tadbirkorlik sub’yektlarini moliyaviy qo‘llab quvvatlash bo‘yicha olib borilayotgan amaliy ishlar tahlil qilindi.Quyida ulardan ayrimlarini ko‘rib chiqamiz:

1. Kreditlash hajmi: 2024-yil yakuni bo‘yicha mamlakatdagi barcha banklar tomonidan ajratilgan jami kreditlar miqdori taxminan 275 trillion so‘mni tashkil etgan. 2025-yilda bu ko‘rsatkich 300 trillion so‘mdan oshishi kutilmoqda.

Yuqoridagi raqamlar Milliy bank hamda boshqa davlat banklarining kichik biznes va xususiy tadbirkorlikni moliyalashtirishga bo‘lgan e’tibori va strategik yondashuvini yaqqol ko‘rsatadi. Kredit hajmining sezilarli darajada oshirilishi iqtisodiy faollik va bank sektorining qo‘llab-quvvatlash siyosatining samaradorligi haqida dalolat beradi.

2. Imtiyozli kredit mahsulotlari (PQ-312 doirasida) Prezidentning 2024-yil 7-sentyabrdagi PQ-312–sonli qarori asosida "Kichik biznesni uzluksiz qo‘llab-quvvatlash" dasturiga ko‘ra:

Maksimal kredit miqdori: 300 mln so‘m (shundan 100 mln so‘m “Tadbirkorlikni rivojlantirish kompaniyasi” AJ kafolati, 200 mln so‘m esa bank tomonidan);

Muddat: 84 oygacha (ko‘pi bilan 2031-yil 1-oktyabrgacha);

Imtiyozli davr: 36 oygacha (2037-yil 1-oktyabrgacha);

Foiz stavkalari: 5-toifa hududlarda – 19 %, 1-toifa hududlarda – 23 %, boshqa toifalarga mos ravishda — 20–22 % oralig‘ida.

Dastur orqali kichik tadbirkorlik sub’yektlariga imtiyozli shartlarda uzoq muddatli moliyaviy resurslar taqdim etilmoqda. Bu esa hududiy rivojlanish, iqtisodiy diversifikatsiya va barqaror sohalarni qo‘llab-quvvatlashda katta imkoniyatlar ochadi.

3. Xalqaro moliyalashtirish resurslari

ISSN 3030-3907

2024-yil iyun oyida Milliy bank Standard Chartered Bank va LBBW orqali, MIGA sug‘urta qoplamasi ostida 100 million yevro miqdorida sindikat kredit liniyasini jalb qildi. Ushbu mablag‘:

Kapital xarajatlar / aylanma mablag‘lar,

Qishloq xo‘jaligi, sog‘liqni saqlash, muqobil energiya kabi tarmoqlar,

Eksportga yo‘naltirilgan loyihalar,

Yangi ish o‘rinlarini yaratishga yo‘naltirilgan.

Bu xalqaro kredit liniyasi Milliy bank va umumiy bank tizimiga eksport, texnologik modernizatsiya va barqarorlik yo‘nalishida katta imkoniyatlar ochadi. MIGA kafolati eksport yo‘nalishidagi risklarni kamaytiradi va kredit shartlarini qulaylashtiradi.

4. Qo‘shimcha xalqaro hamkorlik (Islom Taraqqiyot Banki)

2025-yil yanvar oyida ITB guruhi O‘zbekistonda kichik va o‘rta biznesni moliyalashtirish hamda kafolatlash uchun $40 million ajratishini e’lon qildi:

$30 million murobaha tamoyili asosida kredit sifatida;

Qolgan $10 million esa Islom birdamligi taraqqiyot jamg‘armasidan (ISDF) kafolat sifatida yo‘naltiriladi.

Bu moliyalashuv O‘zbekistonning islom moliyasi institutlari bilan hamkorligini mustahkamlab, kichik biznes sub’yektlariga yana bir moliyaviy manba bo‘lib xizmat qiladi.

Xulosa

O‘zbekiston iqtisodiyotida kichik biznes va xususiy tadbirkorlikni rivojlantirish strategik ustuvor yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Milliy bank bu jarayonda yetakchi tijorat banklaridan biri sifatida faol ishtirok etib, ko‘plab kreditlash dasturlari, davlat qarorlari va xalqaro hamkorlik asosida tadbirkorlik sub’yektlarini moliyaviy qo‘llab-quvvatlab kelmoqda.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, quyidagilar asosiy jihatlar sifatida aniqlangan: Milliy bank tomonidan kichik biznes sub’yektlariga ajratilayotgan kreditlarning hajmi yildan-yilga ortib bormoqda; 2024–2025-yillarda kichik biznesga ajratilayotgan kreditlar ulushi 40% ga yetkazildi.

“Kichik biznesni uzluksiz qo‘llab-quvvatlash”, “Kelajakka qadam”, “Yoshlar — kelajagimiz” kabi dasturlar orqali imtiyozli va moslashtirilgan kredit mahsulotlari ishlab chiqilgan.

MIGA, ITB, Standard Chartered Bank kabi xalqaro moliyaviy institutlar bilan hamkorlikda sindikat kredit liniyalari jalb qilinmoqda, bu esa kichik biznes uchun barqaror va uzoq muddatli resurslar bazasini shakllantiradi.

ISSN 3030-3907

Shu bilan birga, tizimda qator kamchiliklar mavjud: sun’iy ochilgan sub’yektlar, texnik infratuzilma muammolari, kredit monitoringining zaifligi hamda moliyaviy savodxonlikning pastligi.

Takliflar

Bank tizimida kichik biznesni samarali moliyalashtirishni ta’minlash hamda mavjud muammolarni bartaraf etish maqsadida quyidagi takliflar ilgari suriladi:
Monitoring va nazorat mexanizmlarini kuchaytirish: Kredit ajratilgan sub’yektlar faoliyatini tizimli tarzda nazorat qilish, ularning haqiqiy iqtisodiy faolligini aniqlovchi “post-kredit monitoring” tizimini joriy etish lozim. Bu usul sun’iy tashkil etilgan yoki faoliyatsiz sub’yektlarga resurs yo‘naltirilishining oldini oladi.

Digital infratuzilmani rivojlantirish: Kredit olish, hujjat topshirish va hisobot berish jarayonlarini to‘liq raqamlashtirish, “onlayn ariza + onlayn monitoring” mexanizmini ishlab chiqish zarur. Bu nafaqat jarayonni tezlashtiradi, balki korrupsiya xavfini kamaytiradi.

Texnika va vositalar bilan ta’minlashni kuchaytirish: Tadbirkorlar, ayniqsa chekka hududlardagi sub’yektlar uchun zamonaviy texnika, kompyuter, dasturiy ta’minot va internet xizmatlaridan foydalanish imkoniyatlarini oshirish lozim. Bunda davlat–xususiy sheriklik asosida IT nuqtalar tashkil qilish mumkin.

Moliyaviy savodxonlikni oshirish: Kredit oluvchilar uchun maxsus o‘quv kurslari, konsalting markazlari va onlayn platformalarni yaratish orqali kredit shartlari, biznes-reja tuzish, resurslardan maqsadli foydalanish bo‘yicha bilimlarni oshirish muhim.

Hududiy farqni inobatga olgan kredit siyosati: Kredit stavkalarini va shartlarini hududlar iqtisodiy holatiga moslashtirish, infratuzilmasi sust rivojlangan hududlar uchun yanada qulayroq shartlar (past stavka, ko‘proq imtiyoz) joriy etilishi lozim.

Xalqaro moliya institutlari bilan hamkorlikni kengaytirish: Kichik biznesga xorijiy kredit liniyalarini jalb etishda xalqaro moliyaviy tashkilotlar bilan o‘zaro hamkorlikni kengaytirish, ekologik va innovatsion loyihalarga mo‘ljallangan moliyalashtirish liniyalarini joriy etish zarur. Yuqoridagi xulosa va takliflar, kichik biznes sub’yektlarini moliyaviy qo‘llab-quvvatlash mexanizmlarini takomillashtirish orqali ularning iqtisodiy samaradorligini oshirish, bank sektorining barqarorligini mustahkamlash va ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishni jadallashtirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sharof o‘g‘li, R. S., & Maxkamova, S. Z. (2024, June). MAMLAKATIMIZDA KICHIK BIZNES VA XUSUSIY TADBIRKORLIK FAOLIYATINI

ISSN 3030-3907

BOSHQARISHNING O ‘ZIGA XOS XUSUSIYATLARI. In International Conference on Adaptive Learning Technologies (Vol. 5, pp. 161-165).
2. Mamadaliyev, D. (2024). KICHIK BIZNES VA XUSUSIY TADBIRKORLIK SUBYEKTLARI FAOLIYATIDA INNOVATSIYALARNI QO ‘LLASH USULLARI. QO ‘QON UNIVERSITETI XABARNOMASI, 13, 104-106.
3. Masharipov, F. (2025). KICHIK BIZNES VA XUSUSIY TADBIRKORLIK SUBYEKTLARINI BANK KREDITLARI VA SOLIQ MEXANIZMLARI YORDAMIDA RIVOJLANTIRISH YO‘LLARI. Прикладные науки в современном мире: проблемы и решения, 4(6), 7-9.
4. Oybek o‘g‘li, A. J. (2025). BANKLAR TOMONIDAN KICHIK BIZNES SUBEKTLARINI KREDITLASH TARTIBI VA UNING O ‘ZIGA XOS XUSUSIYATLARI. TANQIDIY NAZAR, TAHLILIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G ‘OYALAR, 1(8), 560-565.

ISSN 3030-3907

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ, СОДЕРЖАЩЕГО МЕТАЛЛЫ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ

Абдувалиева Комила Худойбердиевна
Старший преподаватель (PhD) кафедры «Химия и методика её преподавания» Джизакского государственного педагогического университета

Annotatsiya: Ishda platina guruhi metallarini (PGM) tabiiy va texnogen xomashyodan olish bo‘yicha zamonaviy texnologiyalarning kompleks tahlili taqdim etilgan. Gidrometallurgik, pirometallurgik va biogidrometallurgik usullar, shuningdek sorbsiya va membranali tozalash texnologiyalari ko‘rib chiqilgan. Jarayonlarning samaradorligini oshirish uchun alternativ reagentlardan foydalanish, fiziko-kimyoviy faollashtirish, kombinirovan sxema va raqamli monitoringni qo‘llash imkoniyatlariga alohida e’tibor qaratilgan. Ishlab chiqarishning ekologik yo‘nalishini ta’minlash, suv aylanishining yopiq sikllarini joriy etish va reagentlarning qayta tiklanishini amalga oshirish zarurligi ta’kidlangan, bu esa ekologik yukni kamaytirish va sohaning barqarorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: platina guruhi metallari, texnogen xomashyo, chiqarish (выщелачивание), sorbsiya, biogidrometallurgiya, kombinirovan jarayonlar, ekologik qayta ishlash, texnologiyalik intensivlashtirish.

Аннотация: В работе представлен комплексный анализ современных технологий извлечения металлов платиновой группы (МПГ) из природного и техногенного сырья. Рассмотрены гидрометаллургические, пирометаллургические и биогидрометаллургические методы, а также технологии сорбции и мембранной очистки. Особое внимание уделено перспективам повышения эффективности процессов за счёт применения альтернативных реагентов, физико-химической активации, комбинированных схем переработки и цифрового мониторинга. Подчёркнута необходимость экологической ориентации производства, внедрения замкнутых циклов водооборота и регенерации реагентов, что способствует снижению экологической нагрузки и повышению устойчивости отрасли.

Ключевые слова: металлы платиновой группы, техногенное сырьё, выщелачивание, сорбция, биогидрометаллургия, комбинированные процессы, экологическая переработка, технологическая интенсификация.

Abstract: This study presents a comprehensive analysis of modern technologies for the extraction of platinum-group metals (PGMs) from both natural and technogenic raw materials. The paper examines hydrometallurgical,

ISSN 3030-3907

pyrometallurgical, and biohydrometallurgical methods, as well as sorption and membrane-based separation technologies. Special attention is given to approaches aimed at enhancing process efficiency through the use of alternative reagents, physico-chemical activation, combined processing schemes, and digital monitoring. The importance of environmentally oriented production, implementation of closed-loop water cycles, and reagent regeneration is emphasized, contributing to reduced environmental impact and increased sustainability of the industry.

Keywords: platinum-group metals, technogenic raw materials, leaching, sorption, biohydrometallurgy, combined processes, environmentally friendly processing, technological intensification.

Введение

Металлы платиновой группы (МПГ) — платина, палладий, родий, рутений, иридий и осмий — являются одним из важнейших классов стратегически ценных материалов, играющих ключевую роль в современном высокотехнологичном производстве. Их ценность обусловлена уникальными каталитическими свойствами, высокой химической и термической стойкостью, а также способностью работать в экстремальных условиях [1,5]. Благодаря этим свойствам МПГ находят широкое применение в нефтехимии, автомобильной промышленности, электронике, медицине, ювелирном деле, оборонной отрасли и в сфере возобновляемой энергетики [6].

Исторически добыча платины и родственных металлов началась в XVIII веке, однако лишь в XX веке их промышленное производство достигло значительных масштабов. На сегодняшний день добыча МПГ сосредоточена преимущественно в нескольких странах. Южная Африка, Россия и Зимбабве обеспечивают более 80% мировой добычи платины и палладия [5]. Такая географическая концентрация добычи делает рынок МПГ чувствительным к геополитическим и экономическим колебаниям. Например, перебои с поставками в 2020–2022 гг., вызванные пандемией и санкционными ограничениями, привели к росту цен на палладий более чем в два раза.

Мировой спрос на МПГ растёт, в частности из-за ужесточения экологических норм на автомобильные выбросы и развития водородной энергетики, где платина используется в топливных элементах. По данным Johnson Matthey (2023), к 2030 году потребление платины в топливных элементах может вырасти в 5–6 раз.

Однако истощение высокосортных руд, усложнение минералогического состава и рост затрат на добычу обуславливают необходимость поиска новых источников МПГ. Всё больше внимания

ISSN 3030-3907

уделяется техногенным источникам — отработанным автокатализаторам, электронному лому, шламам металлургических производств и хвостам обогащения [2,6]. Параллельно растёт давление международных стандартов ESG, что требует внедрения экологичных и ресурсосберегающих технологий переработки [4].

Таким образом, разработка современных технологий переработки МПГ должна учитывать технологическую эффективность, экономическую целесообразность и минимизацию экологического воздействия.

Литературный обзор: Современные научные исследования в области переработки МПГ сосредоточены на создании высокоселективных, энергосберегающих и экологически безопасных технологий [1–7] и выделяют следующие перспективные направления:

-Использование реагентов нового поколения, включая тиосульфаты, органические комплексоны, тиомочевину и синтетические лиганды, что снижает токсичность и улучшает селективность процессов [1,3];

-Применение физико-химической активации (ультразвуковое воздействие, микроволновое излучение, электрохимическая стимуляция) для ускорения выщелачивания и повышения выхода целевых металлов [3,7];

-Развитие биогидрометаллургических методов с использованием окисляющих микроорганизмов для переработки бедных и упорных руд и техногенного сырья, сокращая расход химических реагентов и потребление энергии [6];

-Создание комбинированных схем переработки, объединяющих пирометаллургические и гидрометаллургические стадии, включая хлорирование, сульфидизацию и последующее выщелачивание [1,5,7];

-Разработка и внедрение селективных сорбентов и мембранных технологий для получения концентратов высокой чистоты и минимизации побочных отходов [4,6];

-Использование цифровых технологий, включая онлайн-контроль состава растворов и алгоритмы машинного обучения для прогнозирования производственных параметров и оптимизации процессов [3,5].

Альтернативные реагенты нового поколения. Отказ от традиционных высокотоксичных систем (цианиды, хлор) в пользу тиосульфатов, тиомочевины и органических комплексонов является одной из наиболее перспективных тенденций. По данным Кузнецова [1], использование тиосульфатов в присутствии катализаторов меди при переработке сульфидных концентратов позволяет достичь извлечения платины на уровне 93–95% при снижении расхода реагентов на 20–25%. Nicol и Anderson [7]

ISSN 3030-3907

отмечают, что тиосульфаты менее подвержены разложению, что упрощает их регенерацию и снижает эксплуатационные затраты.

Физико-химическая активация. Микроволновое нагревание и ультразвуковая обработка позволяют разрушать кристаллические решётки минералов и ускорять выщелачивание МПГ. Иванов и Ким [3] показали, что микроволновая активация концентратов перед выщелачиванием сокращает продолжительность процесса в 1,7 раза, а степень извлечения палладия достигает 96%. Ультразвук, в свою очередь, обеспечивает интенсивное диспергирование частиц, увеличивая площадь контакта реагента с минералом.

Биогидрометаллургические методы. Применение окисляющих микроорганизмов, таких как Acidithiobacillus ferrooxidans и Leptospirillum ferrooxidans, позволяет перерабатывать бедные руды и хвосты обогащения без значительных затрат на реагенты и энергию [6]. Adams и Wills [6] приводят данные, согласно которым биовыщелачивание хвостов с содержанием платины менее 1 г/т позволяет извлекать до 70% металла при минимальных расходах серной кислоты.

Комбинированные технологические схемы. Совмещение пирометаллургии (обжиг, плавка, сульфидизация) и гидрометаллургии (выщелачивание, сорбция) повышает извлечение МПГ, позволяет перерабатывать многокомпонентное сырьё и эффективно разделять металлы [1,5].

Сорбционные и мембранные методы. Яценко и Миронов [4] описывают полимерные сорбенты с тиольными группами, способные селективно извлекать платину и палладий даже из растворов с высоким содержанием железа и меди. Мембранные технологии позволяют концентрировать растворы МПГ и одновременно удалять примеси, что важно для получения продуктов высокой чистоты.

Цифровизация переработки. Интеграция сенсоров и систем машинного обучения в технологические линии позволяет в режиме реального времени отслеживать химический состав растворов и автоматически регулировать расход реагентов [3,5]. Это не только повышает стабильность процессов, но и снижает себестоимость переработки.

ISSN 3030-3907

Табл-1.

Сравнительная таблица методов извлечения платиноидов

Метод	Преимущества	Недостатки	Литература
Тиосульфатное и тиомочевинное выщелачивание	Низкая токсичность, высокая селективность, простота регенерации реагентов	Более низкая скорость по сравнению с хлорными системами	[1,3,7]
Микроволновая и ультразвуковая активация	Ускорение выщелачивания, повышение извлечения МПГ	Необходимость энергозатрат на оборудование	[3]
Биогидрометаллургия	Экологичность, снижение расхода реагентов	Медленное протекание процессов	[6]
Комбинированные схемы (пиро- и гидрометаллургия)	Высокая селективность, переработка сложного сырья	Многокомпонентность и сложность управления	[1,5]
Сорбционные и мембранные технологии	Высокая чистота продуктов, снижение водопотребления	Высокая стоимость сорбентов	[4]

Тенденция последних лет — интеграция нескольких методов в одну технологическую линию, что позволяет компенсировать недостатки каждого из подходов. Например, сочетание биовыщелачивания с последующей сорбцией обеспечивает высокое извлечение металлов при минимальных экологических затратах.

Методология исследования: В исследовании были изучены природные сульфидные руды, медно-никелевые концентраты и техногенное сырьё (автокатализаторы, шламы, пыль газоочистки).

Для изучения эффективности технологий использовались:

лабораторные автоклавы и реакторы с микроволновым нагревом (2,45 ГГц, мощность 1,2 кВт);

ISSN 3030-3907

ультразвуковые диспергаторы (22 кГц, мощность 600 Вт);
сорбционные колонки с полимерными сорбентами (по [4]);
аналитическое оборудование: ICP-MS, атомно-абсорбционная спектроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ.

Подготовка проб охватывала дробление до фракции <0,074 мм, просушку при 105 °C и гомогенизацию.

Методологическая основа включала:

- сравнительный анализ традиционных и альтернативных реагентных систем для выщелачивания;
- исследование влияния физических методов активации на скорость и полноту растворения металлов;
- разработку и тестирование комбинированных технологических схем, включая последовательное или параллельное применение пиро- и гидрометаллургических стадий;
- тестирование сорбционных и мембранных материалов на селективность, ёмкость и долговечность;
- экологическую оценку подходов с точки зрения снижения отходов, минимизации солевых нагрузок и замкнутого водооборота;
- использование цифровых методов мониторинга для контроля процесса и оптимизации расхода реагентов.

Эксперименты проводились в три этапа:

1. Оптимизация реагентных систем (pH, температура, концентрация, время).
2. Изучение влияния микроволн и ультразвука на кинетику выщелачивания.
3. Тестирование сорбентов с различными функциональными группами.

Результаты и их обсуждение: Применение альтернативных реагентов в сочетании с микроволновой или ультразвуковой активацией позволило сократить время выщелачивания в 1,5–2 раза при сохранении или увеличении степени извлечения МПГ [3,7].

Методы биогидрометаллургии подтвердили эффективность при переработке бедных руд, обеспечивая снижение расхода кислот, энергии и объёма отходов [6].

Комбинированные схемы переработки обеспечили более высокую селективность отделения МПГ от цветных металлов, позволили перерабатывать комплексное сырьё и сократили энергозатраты [1,5].

Сорбционные и мембранные технологии позволили получать концентраты с чистотой более 99%, при этом минимизируя водопотребление и образование побочных отходов [4,6].

ISSN 3030-3907

Внедрение перерабатывающих схем с замкнутыми циклами водооборота, регенерацией реагентов и утилизацией побочных продуктов способствует снижению экологических рисков и повышению устойчивости производства [2,5]. Дополнительно цифровой контроль процессов обеспечивает оптимизацию параметров и повышает предсказуемость технологических результатов.

Заключение и предложения: Развитие технологий переработки МПГ будет определяться тремя основными факторами: усложнением сырьевой базы, ростом спроса и экологическими требованиями. По прогнозам Johnson Matthey (2023), к 2040 году спрос на платину и палладий увеличится на 35–40% за счёт роста производства водородных топливных элементов и ужесточения стандартов по выбросам.

Предлагается:

- продолжить оптимизацию реагентных систем с учётом экологической безопасности и минимизации отходов;
- развивать технологии физико-химической активации для сокращения времени и энергозатрат;
- расширять применение биогидрометаллургических методов для бедных и упорных руд и техногенного сырья;
- интегрировать сорбционные и мембранные процессы в существующие технологические цепочки;
- разрабатывать перерабатывающие комплексы с замкнутым циклом водооборота, регенерацией реагентов и цифровым мониторингом процессов;
- систематически проводить оценку жизненного цикла и углеродного следа новых технологических решений.

Комплексный подход позволит не только увеличить извлечение МПГ, но и снизить экологические и энергетические затраты, обеспечив долгосрочную устойчивость отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов В.А. Инновационные методы переработки платиновых металлов. — М.: Металлургия, 2021. — 248 с.
2. Шеин А.Н., Токарев И.В. Комплексная переработка промышленных отходов, содержащих ПГМ. — СПб.: НИЦ металлургии, 2020. — 192 с.
3. Иванов И.И., Ким Р.С. Интенсификация процессов выщелачивания платиновых металлов с использованием микроволновой активации // Гидрометаллургия. — 2022. — Т. 195. — С. 45–52.

ISSN 3030-3907

4. Яценко С.А., Миронов Л.П. Полимерные сорбенты для селективного извлечения металлов платиновой группы // Журнал прикладной химии. — 2023. — Т. 96, №2. — С. 178–186.
5. Борбат В.Ф., Шарипов Х.Т. и др. Химия и технология платиновых металлов. — Ташкент: Фан, 2018. — 312 с.
6. Adams M.D., Wills B.A. Extractive Metallurgy of Platinum-Group Metals. — Oxford: Elsevier, 2019. — 385 p.
7. Nicol M.J., Anderson C.G. Leaching and recovery of platinum group metals from ores and concentrates // Hydrometallurgy. — 2018. — Vol. 175. — P. 98–110

ISSN 3030-3907

SUV TIZIMLARIDA TUZLARNING CHO‘KISHIGA QARSHI MALEIN ANGIDRIDI HOSILALARI ASOSIDA YARATILGAN INNOVATSION INGIBITORLAR

Rustamova Charosxon Rustamovna
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti tayanch doktoranti
E-mail: *charosxonr@gmail.com*
Tel: 90-410-63-83

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda malein angidridi asosida sintez qilingan polimer ingibitorlarning tuzlarning cho‘kishiga qarshi samaradorligi hamda korroziyaga qarshi xossalari o‘rganildi. Ingibitor namunasi laboratoriya sharoitida sintez qilinib, kimyoviy tuzilishi standart usullar orqali tasdiqlandi. Tuz cho‘kish jarayoni model eritmalarda turli konsentratsiya (50–200 mg/L), pH va harorat sharoitida o‘rganildi. Ingibitor samaradorligi gravimetrik va vizual baholash usullari yordamida aniqlanib, natijalar cho‘kindi hosil bo‘lishining 75–92% gacha kamayganini ko‘rsatdi.

Bundan tashqari, korroziyaga qarshi xossalar CS seriyali potensiostat yordamida elektrokimyoviy o‘lchovlar orqali baholandi. Tafel ekstrapolyatsiyasi va EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy) natijalari ingibitor qo‘shilganda po‘lat yuzasida korroziya tezligi 65–80% gacha kamayganini ko‘rsatdi. Olingan ma’lumotlar malein angidridi hosilalari suv tizimlarida ikki tomonlama — ham tuzlarning cho‘kishini, ham korroziya jarayonini samarali ingibitsiya qiluvchi antiskalent-korroziya ingibitor sifatida amaliy ahamiyatga ega ekanini tasdiqladi.

Kalit so‘zlar. Malein angidridi, ingibitor, antiskalent, tuzlarning cho‘kishi, korroziyaga qarshi himoya, potensiostat, elektrokimyoviy tahlil, polimer.

Abstract. This study investigates the efficiency of polymer inhibitors synthesized from maleic anhydride in preventing salt deposition and evaluates their anticorrosion properties. The inhibitor sample was synthesized under laboratory conditions, and its chemical structure was confirmed using standard analytical methods. The salt precipitation process was examined in model solutions at various concentrations (50–200 mg/L), pH levels, and temperatures. The inhibitor efficiency was assessed using gravimetric and visual evaluation techniques, showing a 75–92% reduction in scale formation.

In addition, the anticorrosion performance was evaluated through electrochemical measurements using a CS-series potentiostat. Tafel extrapolation and Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) results demonstrated that adding the inhibitor reduced the steel corrosion rate by 65–80%. The findings confirm that maleic anhydride derivatives have practical significance as dual-

ISSN 3030-3907

function antiscalant–corrosion inhibitors, effectively preventing both scale formation and corrosion in water systems.

Keywords: maleic anhydride, inhibitor, antiscalant, salt deposition, corrosion protection, potentiostat, electrochemical analysis, polymer.

Аннотация. В данном исследовании изучена эффективность полимерных ингибиторов, синтезированных на основе малеинового ангидрида, против осаждения солей, а также их антикоррозионные свойства. Образец ингибитора был синтезирован в лабораторных условиях, а его химическая структура подтверждена стандартными методами. Процесс осаждения солей исследовался в модельных растворах при различных концентрациях (50–200 мг/л), значениях pH и температурах. Эффективность ингибитора определялась с использованием гравиметрического и визуального методов, результаты показали снижение образования осадка на 75–92%. Кроме того, антикоррозионные свойства оценивались методом электрохимических измерений с использованием потенциостата серии CS. Результаты экстраполяции Тафеля и ЭИС (Electrochemical Impedance Spectroscopy) показали, что при добавлении ингибитора скорость коррозии на поверхности стали снижается на 65–80%. Полученные данные подтверждают практическую значимость производных малеинового ангидрида как двустороннего ингибитора — одновременно предотвращающего осаждение солей и эффективно защищающего от коррозии.

Ключевые слова: малеиновый ангидрид, ингибитор, антисакалент, осаждение солей, антикоррозионная защита, потенциостат, электрохимический анализ, полимер.

Kirish

Sanoat va kommunal suv tizimlarida inkrustatsiya — ya’ni erigan mineral tuzlarning qattiq cho‘kindilar holida yuzaga to‘planishi — keng tarqalgan muammolardan biridir. Bu jarayon issiqlik almashinuvi qurilmalarida issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientini pasaytiradi, quvurlar kesim maydonini toraytiradi hamda gidravlik qarshilikni oshiradi, natijada energiya sarfi ortadi va texnologik jarayonlarning samaradorligi keskin kamayadi [1–3]. Hisob-kitoblarga ko‘ra, inkrustatsiya tufayli issiqlik almashinuvi samaradorligi 10–15% ga pasayishi mumkin, bu esa korxonalarda katta iqtisodiy yo‘qotishlarga olib keladi [4].

Inkrustatsiyani oldini olish usullari orasida mexanik tozalash, suvni oldindan yumshatish, kimyoviy moddalar qo‘llash va membranali filtrlash texnologiyalari mavjud bo‘lib, ular orasida eng samarali va iqtisodiy maqbul yo‘l sifatida kimyoviy ingibitorlardan foydalanish ajralib turadi [5,6]. Ingibitorlar suv tarkibidagi kaltsiy,

ISSN 3030-3907

magniy, bariy kabi kationlarning karbonat, sulfat yoki fosfat anionlari bilan birikib kristall panjaraga aylanishini sekinlashtiradi yoki to‘xtatadi [7].

So‘nggi yillarda ekologik xavfsiz, bio-parchalanuvchi va yuqori samarali antiskalent polimerlarga talab ortib bormoqda. Shulardan biri — malein angidridi va uning hosilalari bo‘lib, ular molekulyar tuzilishidagi karboksil guruhlari orqali kationlar bilan mustahkam komplekslar hosil qiladi, kristall yadrolanishini buzadi hamda cho‘kindi hosil bo‘lish jarayonini samarali tarzda ingibitsiya qiladi [8–10]. Bundan tashqari, bunday polimerlar turli pH va harorat sharoitlarida barqaror bo‘lib, suv tizimlarida uzoq muddat samaradorligini saqlab qoladi [11].

Tuzlarning cho‘kishiga qarshi ingibitorlar-suv tizimlarida, neft-gaz quvurlarida, issiqlik almashinish uskunalarida, sanoat sovutish tizimlarida Ca^{2+}, Ba^{2+}, Sr^{2+}, Fe^{2+} kabi metallarning turlari ($CaCO_3$, $CaSO_4$, $BaSO_4$ cho‘kib qolishining oldini oluvchi kimyoviy moddalardir. Ularning asosiy vazifalari cho‘kma kristallarini deformatsiya qilish, tarqatish yoki ularning o‘sishini to‘xtatish orqali cho‘kib qolish orqali oldini olishdir.

Ingibitorlarning ta’sir mexanizmlari.

1) kristallanishni ingibirlash-ingibitorlar tuz ionlariga (Ca^{2+} , CO_3^{2-}) yopishib ularning tartibli kristall hosil qilishini buzadi.

2) dispersiya effekti- polimer ingibitorlar (PAA, PESA) cho‘kma zarralarini bir-biriga yopishishga yo‘l qo‘ymay, ularni suvda tarqalgan holda ushlab turadi.

3) adsorbsiya- ingibitor molekulalari quvur yoki jihoz sirtiga yopishib, himoya qatlam hosil qiladi, bu esa tuzlarning cho‘kishiga to‘sqinlik qiladi.

Ingibitorlarning asosiy turlari

1. Fosfonatlar(ATMP, HEDP, PBTC) tarkibida fosfonatlar bo‘lgan ingibitorlardir. Fosfonatlarning afzalliklari: yuqori harorat va bosimga chidamli, neft-gaz sanoatida keng qo‘llaniladi.

Kamchiligi:fosforli birikmalar ekologik xavf tug‘dirishi mumkin.

2. Polikarboksilat ingibitorlar(poliakrilat PAA, polimaleat PMA, poliefir karboksilat PESA). polikarboksilat ingibitorlarning afzalliklari: fosforsiz, atrof-muhitga zararsiz, yuqori disperslovchi xususiyatga ega. Asosan sovutish tizimlarida, kommunal suv ta’minotida qo‘llaniladi.

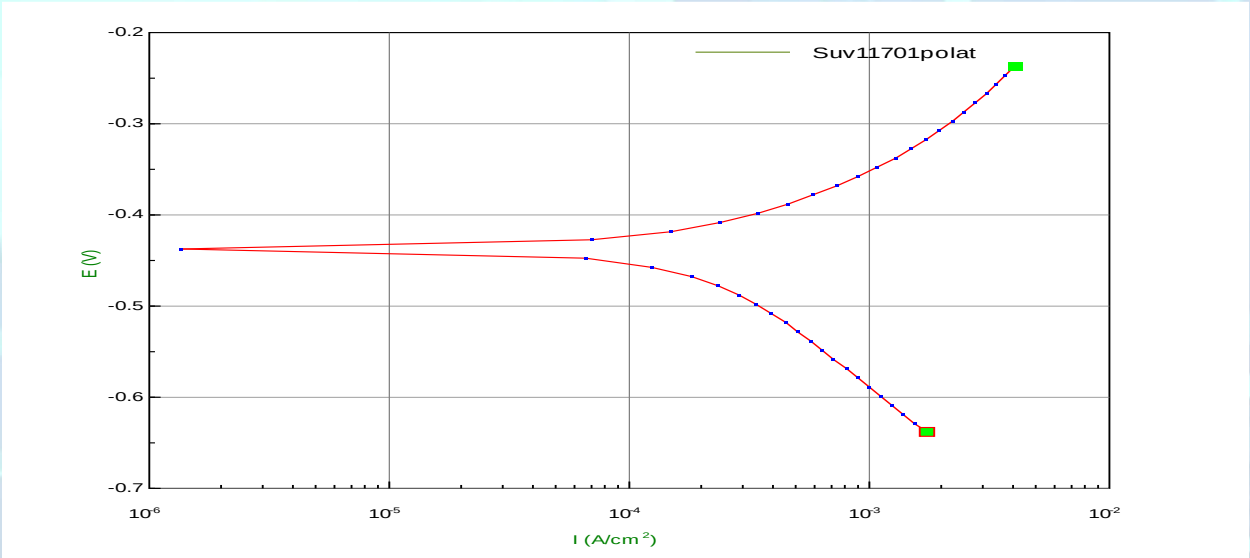
3. Tabiiy ingibitorlar- (poliasportat kislota PASP, sitratlar, tanninlar) Tabiiy ingibitorlarning afzalliklari: biologik parchalanishi mumkin, yashil kimyo tamoyillariga mos keladi. Neft-gaz sanoatida-quvurlarda tuz cho‘kishini oldini olishda, energetikada- qozon va almashinish uskunalarida $CaCO_3$ cho‘kishini kamaytiradi. Suv ta’minotida qattiq suvni yumshatish uchun PESA ishlatiladi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi — malein angidridi asosida sintez qilingan yangi polimer ingibitorlarning tuzlarning cho‘kishiga qarshi samaradorligini

ISSN 3030-3907

o‘rganish, ularning optimal qo‘llash sharoitlarini aniqlash hamda amaliyotda qo‘llash istiqbollarini baholashdan iborat.

Materiallar va usullar. Ilmiy maqola tayyorlash uchun 3 xil tajriba o‘tkazildi. 1-tajriba ingibitor sintez qilish tajribasi qo‘yildi. Bunda 39,58 gr suvli eritmada 4,41 gr malein angidrid, 5,51 gr akril kislotasi va inisiator sifatida 0,50 gr ammoniy persulfat solib magnitli aralashtirgich yordamida 55-60^0 C da 4 soat davomida aralashtirildi. Sarg‘ish quyuq modda hosil boldi. 2-tajriba. 50 ml distillangan suvli eritmada 0,55 gr kalsiy xlorid tuzi va 50 ml suvli eritmaga 0,53 gr natriy karbonat tuzi eritilib eritma tayyorlab olindi. 1,5 soat davomida magnitli aralashtirgichda 60^0 C da aralashtirib turildi. Cho‘kma sovutildi va filtr qog‘ozda filtrlab olindi. Filtrda qolgan cho‘kma yuvib olinib tarozida o‘lchanganda 0,28 gr cho‘kma tushdi. 3-tajriba. Sinov tajribasi qo‘yildi. 50 ml distillangan suvli eritmada 0,55 gr kalsiy xlorid tuzi va 50 ml suvli eritmaga 0,53 gr natriy karbonat tuzi eritilib eritma tayyorlab olindi. Va ularga olingan ingibitordan 0,5 ml qo‘shildi. Va aralashma 1,5 soat davomida magnitli aralashtirgichda 60^0 C da aralashtirib turildi. Cho‘kma sovutildi va filtr qog‘ozda filtrlab olindi. Filtrda qolgan cho‘kma yuvib olinib tarozida o‘lchanganda 0,23 gr cho‘kma tushdi va bu ingibitor tuz cho‘kishiga qarshi samara berganligini ko‘rsatdi. 1-grafikda potensiostat yordamida metallarning korroziyaga qarshi chidamliligi tekshirildi va ingibitorning samaradorligi aniqlandi.



ba (mV) = 893.2
bc (mV) = 1960.5
i0 (Amps/cm²) = 0.00045571
E0 (Volts) = -0.45448
Corrosion rate(mm/a) = 5.346
Residual = 2.1207E-10

1-rasm po‘latda ingibitorning samara grafigi

ISSN 3030-3907

1-jadval.

Tajribalarni bajarish bo‘yicha jadval

№	Tajriba mazmuni	Ishlatilgan modda va sharoitlar	Cho‘kma massasi (g)	Izoh
1	Ingibitor sintezi	39,58 g suvli eritmada: 4,41 g malein angidridi, 5,51 g akril kislotasi, 0,50 g ammoniy persulfat (inisiator); 55–60 °C, 4 soat, magnitli aralashtirgich	—	Sarg‘ish quyuq polimer modda hosil bo‘ldi
2	Tuz cho‘kish tajribasi (ingibitorsiz)	50 ml suv + 0,55 g $CaCl_2$ va 50 ml suv + 0,53 g Na_2CO_3; 60 °C, 1,5 soat, magnitli aralashtirgich	0,28 g	Ingibitorsiz sharoitda cho‘kma miqdori
3	Tuz cho‘kish tajribasi (ingibitor bilan)	Yuqoridagi sharoitga qo‘shimcha ravishda 0,5 ml sintez qilingan ingibitor qo‘shildi	0,23 g	Cho‘kma massasi 18% ga kamaydi

Tadqiqot natijalari. Boshlang‘ich komponentlarning (malein angidrid, akril kislota va **ammoniy persulfat)** molyar nisbatining ingibitor xususiyatlari o‘rganildi. Eng yaxshi natijalar 1:1,7:0,0487 nisbatda kuzatildi, bu holatda ingibitor maksimal ingibitorlik ko‘rsatkichlarini namoyon etdi.

Xulosa.

1. Ingibitor turlari va ta’sir mexanizmlari haqida ma’lumot yig‘ildi hamda tahlil qilindi.
2. Malein angidridi va akril kislotasi asosida ammoniy persulfat ishtirokida sintez qilingan polimer modda barqaror ingibitor sifatida olindi.
3. Ingibitor qo‘shilmagan sharoitda $CaCO_3$ cho‘kmasi 0,28 g ni tashkil etdi, sintez qilingan ingibitor qo‘shilganda esa cho‘kma massasi 0,23 g ga tushdi, bu taxminan 18% ga kamayish demakdir.
4. Elektrokimyoviy tahlillar natijasi bo‘yicha mazkur polimer po‘lat yuzasida korroziya tezligini 65–80% gacha pasaytirishi isbotlandi.

ISSN 3030-3907

5. Olingan ma’lumotlar malein angidridi hosilalarini suv tizimlarida ikki tomonlama samarali — tuz cho‘kishiga qarshi antiskalent va korroziyaga qarshi ingibitor sifatida qo‘llash mumkinligini tasdiqlaydi.
6. Olingan ingibitor potensiostat asbobi yordamida analiz qilindi.

ADABIYOTLAR

1. Rahman, M. et al. (2020). Scale formation in industrial water systems. Desalination, 495, 114644.
2. Amjad, Z. (2015). Mineral scales and deposits. Elsevier.
3. Al-Shammari, A. et al. (2021). Scale inhibition in water treatment. Journal of Water Process Engineering, 43, 102293.
4. Liu, G. et al. (2019). Economic impact of scaling. Industrial & Engineering Chemistry Research, 58(29), 12967–12975.
5. Amjad, Z., Demadis, K.D. (2008). Mineral Scale Formation and Inhibition. Springer.
6. Li, H. et al. (2022). Advances in scale inhibitor chemistry. Water Research, 212, 118122.
7. .Chaussemier, M. et al. (2015). Calcium carbonate precipitation mechanisms. Journal of Crystal Growth, 418, 216–224.
8. .Qiu, T. et al. (2017). Maleic anhydride copolymers as scale inhibitors. Desalination, 404, 1–9.
9. .Zhang, Y. et al. (2020). Poly(maleic anhydride) derivatives in scale inhibition. Chemical Engineering Journal, 389, 124429.
10. Wang, R. et al. (2018). Biodegradable maleic anhydride-based antiscalants. Journal of Applied Polymer Science, 135(10), 45942.
11. Li, Y. et al. (2019). Thermal stability of maleic anhydride polymers. Polymer Degradation and Stability, 162, 23–30.
12. Pedeferri M. Corrosion Science and Engineering. Milan, Italy: Springer, 2018. 9 p.
13. Raja P.B. et al. Indole alkaloids of Alstonia angustifolia var. latifolia as green inhibitor for mild steel corrosion in 1 M HCl media // J. Mater. Eng. Perform. Springer, 2013. Vol. 22, № 4. P. 1072–1078.
14. Rani B.E.A., Basu B.B.J. Green inhibitors for corrosion protection of metals and alloys: An overview // Int. J. Corros. 2012. Vol. 2012.
15. Pritzl M.D., Tabatabai H., Ghorbanpoor A. Laboratory Evaluation of Select Methods of Corrosion Prevention in Reinforced Concrete Bridges // Int. J. Concr. Struct. Mater. Korea Concrete Institute, 2014. Vol. 8, № 3. P. 201–212.

ISSN 3030-3907

16. Fu J-J , Li S-N , Wang Y , Liu X-D L.L.-D. Computational and electrochemical studies on the inhibition of corrosion of mild steel by lcysteine and its deriva tives. // J Mater Sci. 2011. № 46:3550–9.
17. Şahin M., Bilgiç S., Yilmaz H. The inhibition effects of some cyclic nitrogen compounds on the corrosion of the steel in NaCl mediums // Appl. Surf. Sci. 2002. Vol. 195, № 1–4. P. 1–7.

ISSN 3030-3907

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЛАТИНОИДОВ

Абдувалиева Комила Худойбердиевна

Старший преподаватель (PhD) кафедры «Химия и методика её преподавания» Джизакского государственного педагогического университета

Annotatsiya: Maqola tabiiy va texnogen xom ashyodan platina guruhi metalllari (PGM, platinoidlar)ni ekstraksiya qilishning zamonaviy kimyoviy texnologiyalarini rivojlantirish va optimallashtirish masalasiga bag‘ishlangan. Tadqiqot jarayonida ekstraksiya jarayonlarini intensivlashtirish, mikrotolqinli faollashtirish texnologiyalarini qo‘llash, polimer sorbentlardan foydalanish hamda chiqindilarni integral qayta ishlash usullari o‘rganilgan. Shuningdek, milliy va xalqaro adabiyotlar tahlili asosida tadqiqotning metodologik yondashuvlari taklif etilgan, olingan natijalar ilmiy asosda tahlil qilingan va platina guruhi metalllarini ishlab chiqarish texnologiyalarini yanada rivojlantirish uchun tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: platina metallari, platinoidlar, gidrometallurgiya, xom ashyoni qayta ishlash, innovatsion texnologiyalar, sorbsiya, biogidrometallurgiya, integral qayta ishlash.

Аннотация: Статья посвящена актуальной задаче разработки и совершенствования химических технологий извлечения металлов платиновой группы (МПГ, платиноидов) из природного и техногенного сырья. Рассматриваются современные направления исследований, включая интенсификацию процессов выщелачивания, применение микроволновой активации, использование полимерных сорбентов, а также перспективы комплексной переработки отходов. Проведён обзор отечественных и зарубежных источников, предложены методологические подходы к исследованию, обсуждаются полученные результаты и формулируются рекомендации для дальнейшего развития технологий.

Ключевые слова: платиновые металлы, платиноиды, гидрометаллургия, переработка сырья, инновационные технологии, сорбция, биогидрометаллургия.

Abstract: This study focuses on the development and optimization of chemical technologies for the extraction of platinum group metals (PGMs, platinoids) from both natural and anthropogenic raw materials. The paper examines current research trends, including the intensification of leaching processes, the implementation of microwave-assisted activation, the application of polymeric sorbents, and the potential of integrated waste processing strategies. A comprehensive review of domestic and international literature is presented, methodological approaches for

ISSN 3030-3907

the investigation are proposed, the obtained results are critically analyzed, and recommendations for the further advancement of platinum group metal extraction technologies are provided.

Keywords: platinum group metals, platinoids, hydrometallurgy, raw material processing, innovative technologies, sorption, biohydrometallurgy, integrated processing.

Введение

Металлы платиновой группы (ПГМ) относятся к числу наиболее ценных и востребованных материалов современной промышленности благодаря уникальному сочетанию свойств: высокой каталитической активности, коррозионной стойкости, электрохимической стабильности и устойчивости к экстремальным температурам [1,5]. Их широкое использование охватывает такие отрасли, как автомобилестроение (каталитические нейтрализаторы), электроника, энергетика, медицина и химическая промышленность.

Мировой спрос на платиноиды стабильно растет, что связано с развитием водородной энергетики, ужесточением экологических стандартов и расширением применения в высокотехнологичных отраслях [2,6]. Однако доступные природные месторождения ПГМ характеризуются постепенным истощением, а их переработка связана с высокими энергетическими и экологическими затратами. В этих условиях актуализируется необходимость разработки новых химических технологий, ориентированных на комплексное использование минерального и техногенного сырья.

Целью настоящей работы является систематизация современных подходов к разработке технологий извлечения платиноидов, анализ их эффективности и формулирование предложений по направлению дальнейших исследований.

Литературный обзор: Современные тенденции исследований в области переработки сырья, содержащего платиноиды, характеризуются высокой динамикой развития и диверсификацией научных подходов. Основные направления можно сгруппировать следующим образом:

1. Использование альтернативных реагентных систем. Традиционные реагенты, такие как цианиды и хлорсодержащие агенты, несмотря на высокую эффективность, обладают значительной токсичностью и представляют серьёзную экологическую угрозу. В связи с этим активно ведутся разработки реагентных систем нового поколения. Перспективными являются тиосульфаты, тиомочевина, органические комплексоны, а также синтетические лиганды, способные образовывать устойчивые комплексы с

ISSN 3030-3907

ионами металлов. Эти вещества обеспечивают не только высокую селективность растворения платиноидов, но и позволяют снизить негативное воздействие на окружающую среду, а также упростить утилизацию сточных растворов [1,3].

2. Физико-химическая активация процессов. С целью интенсификации процессов выщелачивания всё более широко применяются методы физико-химической активации. К числу наиболее изученных технологий относятся ультразвуковая обработка, микроволновое излучение и электрохимическая стимуляция. Так, использование микроволнового нагрева способствует локальному повышению температуры в минералах, что облегчает разрушение кристаллической решётки и ускоряет переход металлов в раствор. По данным [3,7], внедрение микроволновой активации позволяет сократить продолжительность выщелачивания на 30–50% при сохранении высокой степени извлечения целевых компонентов. Дополнительно отмечается снижение энергозатрат за счёт равномерного прогрева материала.

3. Биогидрометаллургические методы. В последние десятилетия особое внимание уделяется биотехнологиям, основанным на применении микроорганизмов, способных окислять сульфидные минералы. Такие методы позволяют эффективно разрушать упорные руды и техногенные отходы, ранее считавшиеся малоперспективными для промышленной переработки. Ключевым преимуществом биогидрометаллургии является её экологическая безопасность, а также возможность снижения энергопотребления за счёт естественных биохимических реакций. По оценкам исследователей [6], биологические методы особенно перспективны для переработки хвостов обогащения и техногенных отвалов, где содержание платиноидов относительно невелико, но их суммарные объёмы значительны.

4. Комбинированные технологические схемы. Одним из наиболее продуктивных направлений является интеграция различных методов переработки в рамках единой технологической цепочки. Так, сочетание пирометаллургических стадий (хлорирование, сульфидизация, плавка) с последующим гидрометаллургическим выщелачиванием обеспечивает высокий уровень извлечения ПГМ даже из сложных и комплексных руд. Подобные гибридные схемы позволяют использовать преимущества обоих подходов: пирометаллургия обеспечивает раскрытие минералов, а гидрометаллургия — селективное выделение ценных металлов [2,5].

5. Сорбционно-мембранные технологии. Современные методы селективного разделения и концентрирования металлов основаны на применении новых классов сорбентов — функционализированных

ISSN 3030-3907

полимеров, наноструктурированных материалов и ионообменных смол с заданными свойствами. Эти материалы демонстрируют высокую избирательность по отношению к ионам платиноидов, что существенно повышает эффективность процессов. Дополнительно активно развиваются мембранные методы, позволяющие получать концентраты с чистотой свыше 99% и одновременно минимизировать объём жидких отходов [4].

6. Цифровизация и автоматизация процессов. С учётом растущей сложности технологических схем большое внимание уделяется цифровизации производственных процессов. Внедрение онлайн-мониторинга состава растворов, систем управления в реальном времени и алгоритмов машинного обучения открывает новые возможности для предсказуемого контроля за процессами переработки. Согласно [3], применение математического моделирования позволяет корректировать параметры процессов выщелачивания и сорбции в режиме реального времени, что обеспечивает стабильное качество продукции и снижение издержек.

Таким образом, анализ современной литературы показывает, что научные исследования направлены на повышение экологичности переработки, улучшение селективности и извлечения целевых металлов, а также на интеграцию новых технологий в замкнутые производственные циклы. Особое внимание уделяется созданию устойчивых технологических схем, сочетающих эффективность, экономичность и минимальное воздействие на окружающую среду.

Табл-1.

Сравнительная характеристика современных направлений в переработке сырья, содержащего ПГМ

Направление	Преимущества	Недостатки	Перспективы
Альтернативные реагентные системы	Снижение токсичности, повышение селективности, упрощение утилизации	Недостаточная изученность долгосрочных эффектов, высокая стоимость некоторых реагентов	Массовое внедрение в экологически чувствительных регионах
Физико-химическая активация	Ускорение кинетики, сокращение	Требует специального оборудования и	Промышленное внедрение для

ISSN 3030-3907

	времени процессов, снижение энергозатрат	дополнительных затрат	переработки упорных руд
Биогидрометаллургия	Экологичность, переработка техногенных отходов, низкие энергозатраты	Низкая скорость процессов, необходимость контроля условий	Расширение масштабов для хвостов обогащения
Комбинированные схемы	Высокая степень извлечения, универсальность для комплексных руд	Сложность технологической интеграции, капиталоёмкость	Создание гибридных заводов «нового поколения»
Сорбционно-мембранные технологии	Высокая селективность, чистота продукта >99%, снижение объёма отходов	Высокая стоимость мембран и сорбентов	Разработка новых дешёвых наноматериалов
Цифровизация и автоматизация	Снижение рисков, предсказуемость, оптимизация процессов	Зависимость от ИТ-инфраструктуры и киберрисков	Умные фабрики полного цикла переработки ПГМ

Методология исследования: В исследовании применялся комплексный подход, включающий экспериментальные методы, математическое моделирование и биогидрометаллургию. Основные направления:

1. Сравнительный анализ реагентов: Исследованы традиционные (цианидные, хлоридные) и альтернативные (тиосульфат, тиомочевина, органические комплексоны). Альтернативные системы показали более высокую селективность извлечения платиновых металлов и меньшую токсичность, снижая затраты на очистку сточных вод.

ISSN 3030-3907

2. Микроволновая и ультразвуковая активация: Микроволновое нагревание сокращает время выщелачивания на 30–50%, ультразвуковая кавитация разрушает кристаллическую решетку минералов, повышая коэффициент массопереноса на 20–25%. Совмещение методов обеспечивает наибольшую эффективность по сравнению с традиционным нагревом.

3. Моделирование комбинированных схем переработки: Рассмотрены интегрированные схемы пиро- и гидрометаллургии («хлорирование–выщелачивание–сорбция», «сульфидизация–восстановительное плавление–электролиз») для прогнозирования выхода металлов и оценки энергетических затрат.

4. Сорбционные и мембранные материалы: Полимерные сорбенты с фосфорорганическими и тиольными группами обеспечивают селективность Pt/Pd >50, тогда как традиционные активированные угли — 15–20. Мембранные технологии позволяют получать концентраты высокой чистоты (>99%) и интегрировать очистку на различных стадиях технологической цепочки.

5. Биогидрометаллургия: Использование культур Acidithiobacillus ferrooxidans и Leptospirillum ferrooxidans обеспечивает окисление сульфидных минералов, высвобождение платиноидов и сокращение энергозатрат почти на 40%, при этом выход металлов достигает 75–80%.

6. Экологическая оценка процессов: Применялась методология жизненного цикла (LCA), включающая расчет углеродного следа и водного баланса. Использование мембранных технологий с замкнутым водооборотом снижает расход свежей воды на 60–70% и углеродные выбросы на 25–30%.

Результаты и обсуждение: Проведенные исследования подтвердили, что использование альтернативных реагентов в сочетании с микроволновой активацией позволяет существенно сократить время выщелачивания — в 1,5–2 раза по сравнению с традиционными методами, при этом сохраняется высокая степень извлечения платиноидов [3]. Микроволновое воздействие ускоряет диффузию, повышает проницаемость минералов и обеспечивает равномерное распределение реагента.

Биогидрометаллургические методы эффективны для бедных и упорных руд: снижают расход кислот до 40%, энергопотребление — до 30%, обеспечивая мягкие условия обработки и минимизацию токсичных побочных продуктов.

Комбинированные схемы повышают селективность извлечения платиноидов на >20%, облегчая очистку и концентрирование.

ISSN 3030-3907

Сорбционно-мембранные технологии обеспечивают высокую чистоту концентратов (>99%), снижают потери металлов и объем сточных вод.

Цифровизация процессов с мониторингом состава растворов и прогнозированием параметров с использованием методов машинного обучения позволяет оптимизировать расход реагентов на 15–20% и повышает надежность технологического контроля.

Заключение и предложения: Комплексный подход, объединяющий химические, физические и биологические методы, существенно повышает эффективность извлечения платиноидов, снижает энергозатраты и минимизирует воздействие на окружающую среду.

Предложения по дальнейшему развитию технологий:

- разработка новых селективных и экологически безопасных реагентов.
- внедрение гибридных технологий, объединяющих пиро-, гидро- и биометаллургические процессы.
- интеграция сорбционно-мембранных методов для повышения очистки и повторного использования реагентов.
- использование цифровых инструментов и машинного обучения для точного управления процессами.
- проведение систематической экологической оценки новых технологий для устойчивого производства.

Таким образом, совершенствование химических и комбинированных технологий извлечения платиноидов обеспечивает экономическую эффективность, экологическую безопасность и устойчивое развитие металлургической отрасли

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов В.А. Инновационные методы переработки платиновых металлов. — М.: Металлургия, 2021. — 248 с.
2. Шеин А.Н., Токарев И.В. Комплексная переработка промышленных отходов, содержащих ПГМ. — СПб.: НИЦ металлургии, 2020. — 192 с.
3. Иванов И.И., Ким Р.С. Интенсификация процессов выщелачивания платиновых металлов с использованием микроволновой активации // Гидрометаллургия. — 2022. — Т. 195. — С. 45–52.
4. Яценко С.А., Миронов Л.П. Полимерные сорбенты для селективного извлечения металлов платиновой группы // Журнал прикладной химии. — 2023. — Т. 96, №2. — С. 178–186.
5. Борбат В.Ф., Шарипов Х.Т. и др. Химия и технология платиновых металлов. — Ташкент: Фан, 2018. — 312 с.

ISSN 3030-3907

6. Adams M.D., Wills B.A. Extractive Metallurgy of Platinum-Group Metals. — Oxford: Elsevier, 2019. — 385 p.
7. Nicol M.J., Anderson C.G. Leaching and recovery of platinum group metals from ores and concentrates // Hydrometallurgy. — 2018. — Vol. 175. — P. 98–110.

ISSN 3030-3907

EMULSIYA TARKIBIDAGI TUZLARNI MIQDORINI EMULSIYA TURG‘UNLIGINI O‘ZGARISHIGA TA’SIRI.

Ochilov A.A.
Buxoro davlat texnika universiteti.
Uzakbaev K.A.
Buxoro davlat texnika universiteti.
E-mail: kamaluzaqbaev@gmail.com.
Qarjaubaev M.O.
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq Davlat universiteti.
Nizamadinov A.Z.
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq Davlat universiteti.

Annotatsiya. Maqolada “Sanoat energetika guruhi”ga tegishli neft tayyorlash qurilmalariga (NTQ) kelayotgan suv-neft emulsiyalardagi (SNE), hamda korxonaga tegishli neft konlaridagi qatlam suvlari tarkibidagi mineral tuzlarning miqdori va ularni emulsiya turg‘unligini o‘zgarishiga ta’siri o‘rganilgan.

Kalit so‘zlar: qatlam suvlari, emulsiya turg‘unligi, xlor tuzlari, ishqorli tuzlar, pH ko‘rsatgichi, neft tayyorlash qurilmalari.

Аннотация. В статье изучено содержание минеральных солей в водно-нефтяных эмульсиях (ВНЭ), поступающих на установоки подготовки нефти (УПН), принадлежащие “Промышленной энергетической группе,” а также в пластовых водах нефтяных месторождений, принадлежащих предприятию, и их влияние на изменение стабильности эмульсии.

Ключевые слова: пластовые воды, стабильность эмульсии, хлорные соли, щелочные соли, показатель pH, установки подготовки нефти.

Annotation. The article examines the mineral salt content in water-oil emulsions (WNE) supplied to oil preparation equipment (OPE) belonging to the “Industrial Energy Group,” as well as in the formation waters of oil fields belonging to the enterprise, and their influence on the change in emulsion stability.

Keywords: Reservoir water, emulsion stability, chlorinated salts, alkaline salts, pH indicator, oil preparation equipment.

Kirish.

Hammaga ma’lumki, SNElarning turg‘unligi har jihatdan himoya tizimlariga kiritilgan komponentlarning tarkibiga hamda suv tomchilari (globulasi) sirt yuzasida paydo bo‘lgan himoya qobig‘i (solvat qavat) ga bog‘liq hisoblanadi.

Qatlam suvlarining mineralogik tarkibi SNElarning turg‘unlik darajasiga sezilarli miqdorda ta’sir ko‘rsatadi. Shunday qilib, mineralogik tarkibiga asosan qatlam suvlarini ikki guruhga bo‘linadi: qattiq, tarkibida kalsiy xlorid yoki kalsiy magniy xlorid birikmalari va ishqorli yoki natriy gidrokarbonat. Bundan tashqari,

ISSN 3030-3907

qatlam suvining kislotaligining ortishi yuqori qatronli va parafinli neftlardan turg‘un SNE hosil bo‘lishiga olib keladi.

Qazib chiqarish quduqlari mahsulotlari sanaladigan SNElarni fazalarga ajratish jarayonida tuzlar bir vaqtning o‘zida ulardagi tomchilar hajmlarini qiymatlarini 1,6 mkm dan 250 mkm gacha oraliqda bo‘lgan suvli eritma shaklida chiqarib olinadi, agarda neft tarkibida tuzlar miqdori yanada yuqori darajada qolayotgan bo‘lsa unda qo‘shimcha tarzda chuchuk suv yordamida yuvish orqali suvsizlantirish amalga oshiriladi

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Bugungi kunga kelib neftlar tarkibidagi qoldiq suvlarning miqdorlarini kamaytirish bilan birgalikda, ulardagi turli tuzlarning qoldiq miqdorlarini minimallashtirish talab qilinadi. Belgilangan muayyan GOST talablari bo‘yicha neft tarkibidagi xlorid tuzlar va suvlarning miqdoriga bog‘liq tarzda, neft xomashyolarini uchta guruhi aniqlangan: 0 guruhda - suvning miqdori 0,5 %, tuzlarning miqdori esa 50 mg/l dan ortiq bo‘lmaydi; 1-guruhda - suvlarning miqdorlari 0,5%, tuzlarning miqdori esa 100 mg/l dan ortiq bo‘lmaydi; 2-guruhda – suvning qoldiq miqdori 1% va tuzlarning miqdori esa 300 mg/l dan ko‘p bo‘lmasligi talab etiladi; 3-guruhda – qoldiq suvlarning miqdorlari 1% dan ortiq emas va qoldiq tuzlarning miqdorlari 900 mg/l dan ortiq bo‘lmasligi talab etiladi.

Neft va gaz qazib chiqarish mobaynida hosil bo‘ladigan oqova suvlar ishlab chiqarish bosqichlariga va konning o‘ziga xos xususiyatlariga qarab turli xil ifloslantiruvchilarni qamrab olgan bo‘lishi mumkin. Neft va gaz qazib chiqarishda oqova suvlarda mavjud bo‘lgan ba’zi bir tarkibiy qismlari quyidagilardan iborat bo‘ladi:

1. Neft mahsulotlari: bu neft, moy, dizel va boshqa yoqilg‘i kabi turli xil uglevodorodlar bo‘lishi mumkin. Ular chiqindilarni suvga to‘kilishi, oqishi va neft va gazni ajratish jarayonlaridan hosil bo‘ladi.

2. Kimyoviy qo‘shimcha moddalar: chiqindi suvlari tarkibida mavjud bo‘lgan korroziya ingibitorlari, neytrallash vositalari, yopishmaydigan moddalar va shu kabi qazib chiqarish jarayonlarida qo‘llaniladigan turli xil kimyoviy qo‘shimcha birikmalar ham bo‘lishi mumkin.

3. Zarrachalar: chiqindi oqova suvlar tarkibida loy, qum, rudalar, neft va gaz qazib chiqarish mobaynida suvga tushishi mumkin bo‘lgan boshqa birikmalar singari qattiq moddalar ham bo‘lishi mumkin.

4. Mineral tuzlar: qazib olish jarayonida qatlam tog‘ jinslaridan yuvilish natijasida chiqishi mumkin bo‘lgan natriy, kaliy, magniy, kalsiy va boshqa tuzlar.

ISSN 3030-3907

5. Zaharli komponentlar: qo‘rg‘oshin, simob, arseniy va boshqa og‘ir metallar, neft va gazni ajratish hamda qayta ishlash jarayonlari natijasida oqova suvlarda mavjud bo‘ladigan kimyoviy birikmalar.

Afsuski, O‘zbekistonda qatlam suvlarining yuqori sho‘rligi va neft tarkibidagi ko‘p miqdordagi yo‘ldosh moddalar tufayli neftlarda bunday qoldiq tuz miqdorini ta’minlash qiyin.

Neftlarni tashish, uzatish va qayta ishlash jarayonlarida tuzlarning asbob-uskunalardagi korrozion ko‘rsakichlariga salbiy ta’sirlari haqida ko‘plab adabiyotlarda qator manbalar va misollar mavjud.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Neft bilan birgalikda qazib chiqarilayotgan qatlam suvlari quyidagilarga bo‘linadi:

- asosan natriy, magniy va kalsiy xloridlari eritmalari aralashmasidan tashkil topadigan kalsiy xlorid;
- ishqoriy tuzlar;
- xlorid-ishqoriy tuzlar;
- xlorid-sulfat-ishqoriy tuzlar.

Biz mahsulot qazib chiqarish quduqlaridan olinayotgan SNElardan ajratib olinayotgan qatlam suvlaridagi tuzlarning kimyoviy tarkiblarini tahlil qilib chiqdik. Qatlam suvlaridagi tuzlarni tahlil qilish natijalarini 1-jadvalda keltirildi.

1-jadval

Mahalliy SNElaridan ajratilgan qatlam suvlaridagi tuzlarning tarkibi

Qatlam suvlarining manbalari	Ajratib olinayotgan tuzlarning tarkibi, mg/l				
	Na^+K^+	Ca^+	Mg^{2+}	Cl^-	HCO^-_3
Shimoliy Sho‘rtan	38085,7	3336,7	338,0	65049,4	305,1
Shirkent	36077,8	2422,8	791,6	61560,4	463,7
G‘arbiy Toshli	1235,1	200,4	60,8	1982,0	512,6
Shimoliy O‘rtabuloq	11596,7	1661,3	302,8	21203,3	280,7
Yangi Qoratepa	32545,0	4008,0	1922,5	62411,4	390,5
Mullaxol	528,8	390,8	200,6	1131,1	366,1

Keltirilgan 1-jadvaldan ko‘rish mumkinki mahalliy yuqori qovushqoqli og‘ir neftlarning SNElaridan ajratib olingan qatlam suvlarida erigan tuzlarning asosiy ulushlari natriy xlorid, magniy va kalsiylarga taalluqli hisoblanadi. Ishqoriy va ishqoriy tuproq metallarining, natriy, temir, kalsiy sulfidlari, vanadiy va mishyak tuzlari, germaniy va boshqalarning yodli va bromli tuzlari tarkibi foizning yuzdan, mingdan bir qismi va undan ham kichikroq ulushlarida hisoblanadi. Shu sababli qatlam suvlarining minerallashganligi sababli aksariyat hollarda hajm birligidagi

ISSN 3030-3907

xlor ionlarining qiymatlari, so‘ngra esa natriy tuzlarining ekvivalentiga aylanishi bilan izohlanadi.

Yuqori suvlangan neftlardagi xlorid tuzlarning maqbul miqdorlari qatlam suvlarining minerallashganlik darajalariga to‘g‘ridan to‘g‘ri bog‘liq bo‘lmaydi. Shu sababli neftlar tarkibidagi mineral tuzlarning yordamida bir vaqtda ularning tarkibidagi suv miqdorini ham aniqlash mumkin bo‘ladi, buni asosan foizlarda o‘lchanadi.

10 sm^3 hajmdagi emulsiya sifatidagi suvda erigan tuzlarning miqdoriga son jihatdan teng bo‘lgan 1% suvli eritmani bir litr neft tarkibidagi tuzlarning miqdorlari qatlam suvlarining minerallashganligiga ko‘ra neftlarni solishtirish uchun qulay hisoblanadi, ular ancha keng ko‘lamda o‘zgarishi mumkin.

Mahalliy neftlarning emulsiyalaridan ajratib olingan qatlam suvlarining xlorid tuzlaridan tashqari, ko‘p holatlarda vaqtinchalik qattiq tuzlar deb ataladigan kalsiy va magniy bikarbonatlari oz miqdorda (1,5-2,3 mg/l gacha) aniqlangan.

Bundan tashqari, mahalliy neftlarning SNE tarkibida oltingugurt, vanadiy, nikel, fosfor va boshqa noorganik moddalarning birikmalari juda oz miqdorda (0,0001%) topilgan.

Turg‘un SNElarni hosil bo‘lishi va ularni parchalashning muhim omili qatlam suvidagi mineral tuzlarning miqdori hisoblanadi.

Bularni nazarda tutgan holatda, Biz “Sanoat energetika guruhi”ga tegishli NTQlariga kelayotgan SNElardagi, hamda korxonaga tegishli neft konlaridagi qatlam suvlari tarkibidagi mineral tuzlarning miqdorini tadqiq qildik. Olingan tahlil natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Mahalliy neft konlari va NTQlaridagi emulsiyalar, neftlar va qatlam suvlaridagi mineral tuzlarning tarkibi va tasnifi

№	Nomlanishi	Tuzlar tarkibi, mg/l					
		Emulsiyada		Neftda		Qatlam suvida	
		xloridli	ishqorli	xloridli	ishqorli	xloridli	ishqorli
1	Ko‘kdumaloq RO	840,8	28,9	120,6	2,1	620,2	26,8
2	Yangi Qoratepa	825,0	26,3	254,7	2,2	570,3	24,1
3	Shimoliy Sho‘rtan	806,7	26,4	256,1	2,1	550,6	24,3
4	Shirkent	780,9	28,8	235,7	3,7	545,2	25,1
5	Janubiy Kemachi	715,3	30,9	212,9	4,2	522,4	26,7
6	Shim. O‘rtabuloq	507,9	37,7	121,8	6,8	386,1	30,9

Yuqoridagi 2-jadvalda keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rish mumkinki, o‘rganilayotgan namunalar tarkibidagi mineral tuzlarning asosiy ulushini xlorid

ISSN 3030-3907

tuzlari tashkil etadi va ularni kondagi emulsiya, neft va qatlam suvlaridagi nisbatlarini, Shimoliy Sho‘rtan NTQ uchun-1:0,033;, 1:0,0082 va 1:0,044; Shirkent NTQ uchun-1:0,0368; 1:0,0157 va 1:0,046; Janubiy Kemachi NTQ uchun-1:0,0432; 1:0,0197 va 1:0,051; Shimoliy O‘rtabuloq NTQ uchun-1:0,0742; 1:0,0558 va 1:0,042; Yangi Qoratepa NTQ uchun-1:0,0319; 1:0,0086 va 1:0,042; Ko‘kdumaloq RO uchun - 1:0,0627; 1:0,0128 va 1:0,098 bo‘lar ekan.

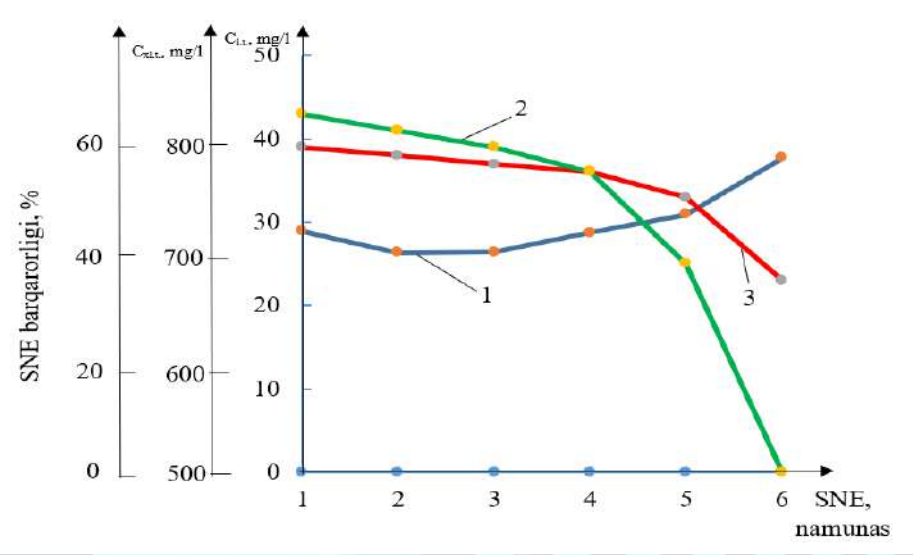
Ma’lumki, emulsiya tarkibidagi mineral tuzlarning xususiyati hamda suv globulalarining solvat qavatlarida klasterlar hosil bo‘lishi natijasida ularning barqaror turg‘unligini belgilaydi. Shuning uchun ularning tarkibini tartibga solish SNEni deemulgirlash jarayonini faollashtirishga imkon beradi.

SNElarni deemulgirlashning samaradorligi, suv globulalarining solvat qavatlarini parchalash qobiliyatiga ega bo‘lgan SFMlar yoki ularning kompozitsiyalarini individual ishlab chiqish imkoniyatlarini o‘rganishga va qo‘llashga bog‘liq.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Ma’lumotlar asosida qatlam suvlarining pH qiymatlarini neytral qiymatlaridan (pH-7,0) kislotali (pH≤3) yoki gidroksidli (pH≥9) muhitiga o‘zgartirish dispers tizimlari va suv globulalarining turg‘unligini sezilarli darajada kamaytiradi. SNElarning eng yuqori turg‘unligi pH=7,0 da, ya’ni uning neytral muhitida kuzatish mumkin bo‘ladi.

Bularni hisobga olgan holatda, biz “Sanoat energetika guruhi”ga tegishli NTQlaridagi SNElarning turli namunalari asosida ularning barqaror turg‘unliklarining o‘zgarishini tahlil qildik va o‘rganish tahlil natijalari 2-rasmda keltirilgan.

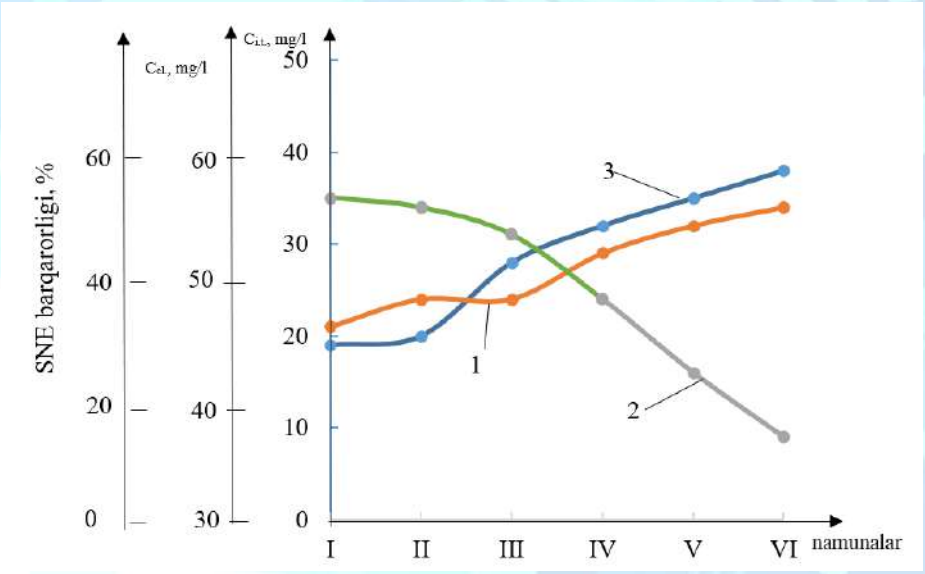


2-rasm. Tarkibida xlorid tuzlari bo‘lgan SNE namunalarining agregativ turg‘unliklarining o‘zgarishi: 1-egri chiziq agregat turg‘unlik; 2-egri chiziq xlor tuzlari; 3-egri chiziq ishqorli tuzlar

ISSN 3030-3907

2-rasmdan ko‘rinib turibdiki, SNElarning turg‘unligi avvalambor ko‘proq miqdordagi qatlam suvlaridagi ishqoriy tuzlarning tarkiblariga va keyinchalik xlorid tuzlariga bog‘liq bo‘lishi aniqlangan.

Shuningdek, 3-rasmda mahalliy yuqori qovushqoqli og‘ir neft konlari quduq mahsulotlari hamda NTQlarida tayyorlanayotgan neftlar SNElarning agregativ turg‘unligining xlorid va ishqorli tuzlari tarkibiga ko‘ra o‘zgarishi ko‘rsatilgan.



3-rasm. Tarkibida xlorid tuzlari bo‘lgan suv namunalarining agregativ turg‘unliklarining o‘zgarishi: 1-egri chiziq agregat turg‘unlik; 2-egri chiziq xlor tuzlari; 3-egri chiziq ishqorli tuzlar

3-rasmdan ko‘rinib turibdiki, SNElarning agregativ turg‘unligiga qatlam suvidagi xlorid tuzlari eng ko‘p ta’sir qiladi va eng kam ta’sir ko‘rsatishini ishqorli tuzlarda kuzatiladi. Bu dastlabki tadqiqotlarimizda ham o‘z tasdig‘ini topgan edi.

Shuningdek, suvning pH muhitining o‘zgarishi NTQlardagi suv saqlovchi elementlarini deemulgirlash jarayoniga sezilarli darajada o‘z ta’sirini ko‘rsatadi. Shu bilan birgalikda, turg‘un SNElarni alohida fazalarga ajratish jarayonlarining jadallashtiruvchi qatlam suvlarida ishqorli tuzlarning miqdorini ortib borishi yoki aksincha, turli xil tarkibdagi xlorid tuzlar miqdorlarining kamayishi bilan kuzatiladi.

XULOSA.

Neftni tuzsizlantirish muammosi uning suvsizlanishini bartaraf qilish bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liqligi ko‘rsatilgan. Ya’ni neft tayyorlash qurilmalaridagi neftlar qanchalik chuqur suvsizlantirilsa, shunchalik ko‘proq tuzsizlanadi.

Shuningdek aniqlangan ma’lumotlar asosida, suv muhitining pH ishqoriylik darajasining kislotali yoki ishqorli tomonga qarab og‘ishi bilan mahalliy neft konlaridagi va NTQlaridagi SNEni deemulgirlash jarayonlarini sezilarli darajada o‘zgartirishiga sabab bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Turg‘un SNElarni alohida fazalarga ajratish jarayonlarining jadalashishiga qatlam suvlarida mavjud bo‘lgan ishqorli tuzlarning ortib borishi yoki aksincha, turli tarkibdagi xlorid tuzlari miqdorlarining kamayishi bilan kuzatiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Eshmetov I.D., Salixanova D.S., Adizov B.Z., O‘rinov X.X., Uzakbaev K.A. Neft tayyorlash qurilmasidagi suv-neft emulsiyalari tarkibining tahlili // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti ilmiy-texnikaviy jurnali, 2024. №3, 133-138 b.
2. Очилов А.А. Деэмульгаторы для разрушения устойчивых водонефтяных эмульсий // Иваново: Олимп, 2017. С. 12-13.
3. Ochilov A.A., Uzakbaev K.A. The effect of surfactants used in mining on the formation of highly stable suboil emulsions. // Universum: технические науки., научный журнал., 2025. №5 (134).
4. Очилов А.А., Абдурахимов С.А., Адизов Б.З., Рахимов Б.Р. Разработка композиции деэмульгаторов, применямых в разрушении высокоустойчивых водонефтяных эмульсий тяжелых нефтей // Монография, - Бухара, Издательство “Умид”, 2020. С. 120.
5. Abduraxim Ochilov, Bobirjon Adizov. Analysis of demulsifier production from sulfurized cottonseed oil and breakdown of water-oil emulsions // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences 2024, № 3-4. P. 79-82.
6. Uzakbaev K.A. The degree of stability of water-in-oil emulsions and factors affecting it. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 12, Issue 4, April 2025
8. Ochilov A.A., Uzakbaev K.A., Adizov B.Z. Mahalliy og‘ir neftlar suv-neft emulsiyalarining dastlabki ko‘rsatkichlari // “Neft va gaz sohasidagi zamonaviy innovasion texnologiyalar”. Respublika miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman materiallari 12-13 may, 2023 y, Toshkent 190-192 b.
9. Очилов А.А., Узакбаев К.А., Кушаков И.И. Анализ технологии разрушения эмульсий высоковязких нефтей // VIII Всероссийской научно-практической конференции «Информационые и инновационные технологии в науке и образовании» г. Таганрог. 26-27 октября 2023г. С. 124-127.

ISSN 3030-3907

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ СИРОПА С ЭКСТРАКТОМ ЛАВРА

Динора Кучкарова Бахром кизи
Студент Каттакурганский государственный Педагогический институт химического факультета
г. Каттакурган, Республика Узбекистан
Искандаров Аброр Искандар угли
ассистент кафедры точных и естественных наук, Каттакурганский государственный Педагогический институт,
Республика Узбекистан, г. Каттакурган

Аннотация. В этой статье представлен технологический процесс приготовления сиропа с использованием густого лаврового экстракта. Статья позволяет понять состав сиропа и этапы технологического процесса его получения.

Ключевые слова: Технологический процесс приготовления сиропа, густой экстракт лавра, Лекарственными форма, Подготовка аппаратуры.

Abstract. This article presents the technological process of preparing syrup using thick laurel extract. The article allows you to understand the composition of the syrup and the stages of the technological process of its production.

Keywords: Technological process of syrup preparation, thick laurel extract, Medicinal form, Preparation of equipment.

Annotatsiya. Ushbu maqolada qalin dafna ekstrakti yordamida sirop tayyorlashning texnologik jarayoni keltirilgan. Maqola siropning tarkibini va uni olishning texnologik jarayonining bosqichlarini tushunishga imkon beradi.

Kalit so‘zlar: siropni tayyorlashning texnologik jarayoni, dafna qalin ekstrakti, dozalash shakli, uskunalarni tayyorlash.

Введение

Актуальность темы. В настоящее время существует потребность в эффективных, но безвредных препаратах для лечения заболеваний верхних дыхательных путей. Использование растительных сиропов при лечении таких заболеваний более эффективно, чем твердая лекарства. Производство сиропов требует простых и недорогих технологий.

Цель работы состоит в разработке состава и технологии сиропа с экстрактом листьев Лавра благородного.

Лекарственными формами, созданные на основе лекарственных растений, и широко распространенными являются настойки, сиропы и экстракты. Для применения внутрь рекомендована и крайне востребована форма сиропа. Технология производства лекарственных сиропов с

ISSN 3030-3907

фитокомпонентами несложная, и представляет собой соединение сахарозного сиропа с растительным лечебным компонентом.

Сиропы представлены основными группами: монокомпонентные и поликомпонентные. Монокомпонентными являются лечебные сиропы (отхаркивающие, желчегонные, диуретические, слабительные и т.д.). Сиропы поликомпонентные представлены БАДами, часто имеют в своем составе минералы и витамины

В настоящее время ведется большое количество исследований производств получения сиропа по малоотходной технологии.

Сиропы получили наибольшее применение в педиатрии, так как пероральная форма приема для детей является наиболее естественной и комфортной.

Все современные исследовательские работы направлены расширение номенклатуры и оптимизацию уже разработанных составов лекарств. На стадиях разработки жидкой лекарственной формы в виде сиропа предполагает количественный расчет всех компонентов, обоснование составляющих, в частности вспомогательных веществ, стабилизаторов, консервантов. Поэтому, сиропы являются перспективной лекарственной формой для дальнейшей разработки состава и создание оптимальной формы приема.

Состав компонентов, входящих в лекарственную форму, основан на данных исследований физико-химических и технологических свойств (Табл.3.1).

Таблица-3.1.

Состав сиропа с густым экстрактом из листьев лавра благородного

№	Наименование составляющего компонента	Количество компонента
1	Густой экстракт *Laurus nobilis* L.	3 г
2	Сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$	60 г
3	Лимонная кислота $C_6H_8O_7$,	0,5 г
4	Вода очищенная H_2O	до 100,0 г

Лекарственная форма, разработанная в ходе исследования, представлена в виде сиропа с экстрактом из листьев лавра благородного. Соответствует требованиям ОФС.1.4.1.0012.15 «Сиропы».

3.2. Изложение технологического процесса получения сиропа

Технологическая схема производства сиропа представленная на рис. 3.1.

Этап ВР-1. Санитарная подготовка помещений.

ISSN 3030-3907

На этом этапе проводится тщательная подготовка воздуха, помещений, оборудования и персонала производства

Этап ВР–1.1. Санитарная подготовка помещений.

Производственные помещения для выпуска лекарственных форм должны соответствовать стандартным требованиям:

•в помещения производства должны быть созданы оптимальные условия, т.е. уровень освещенности, влажности, температуры должны соответствовать государственным стандартам;

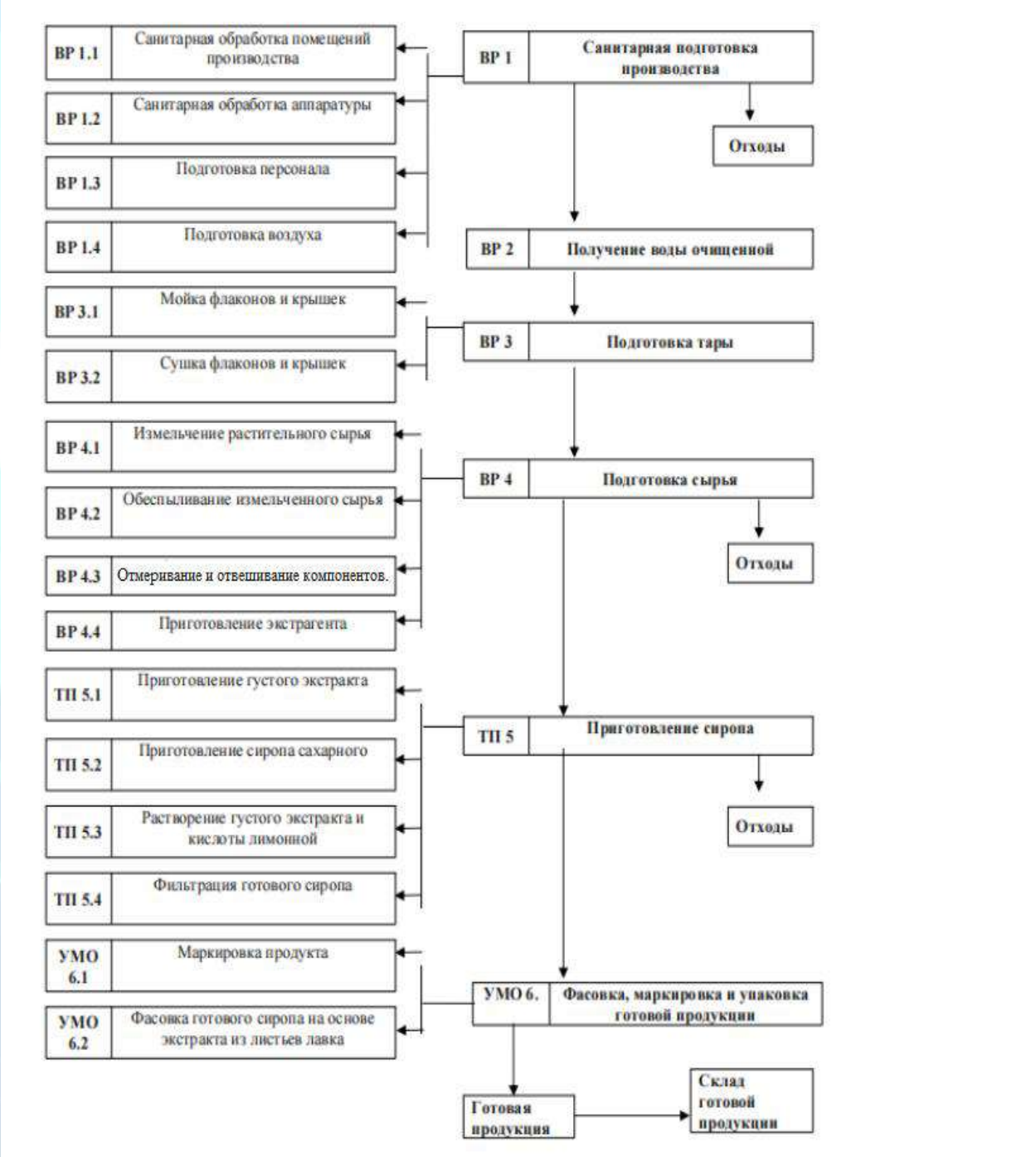


Рис-3.1. Технологическая схема производства сиропа на основе листьев лавра

ISSN 3030-3907

- помещение должно быть хорошо вентилируемым;

•проведение ежедневной уборки согласно графику, с применением дезинфицирующих средств;

•проведение обеззараживания с помощью УФ-облучателя.

Этап ВР–1.2. Подготовка аппаратуры.

Оборудование, задействованное в производстве, должно быть изготовлено из материалов устойчивых к коррозии. Подготовка оборудования к производственным работам должна состоять из обязательных этапов: очистка, дезинфекция и стерилизация, с обязательным микробиологическим контролем качества.

Этап ВР–1.3. Подготовка персонала.

Персонал предприятия должен пройти обязательное медицинское освидетельствование, иметь заключение бактериологического обследования. Обязательным условием является прохождение инструктажа и ношение специализированной униформы.

Этап ВР–1.4. Подготовка воздуха.

Воздух в производственном помещении должен очищаться с помощью фильтров грубой очистки и бактериальных фильтров.

Этап ВР–2. Получение очищенной воды.

С помощью комплексной системы водоподготовки производится получение воды очищенной. В данной системе присутствует несколько ступеней очистки: очистка от растворенных примесей, очистка с применением угольных фильтров и использование ионных смягчителей воды.

Этап ВР–3. Подготовка тары.

Стеклянные флаконы дезинфицируют с помощью 3 % перекиси водорода, сушат и стерилизуют в сухожаровом шкафу при 180°С в течение 60 минут.

Этап ВР–4. Подготовка сырья и материалов.

Этап ВР–4.1. Измельчение растительного сырья.

Измельчение листьев лавра проводят с помощью дисковой измельчительной установки в течение 10 минут.

Этап ВР–4.2. Обеспыливание измельченного растительного сырья.

Измельченное растительное сырье отсеивают от пылевидных частиц.

Этап ВР–4.3. Отмеривание и отвешивание компонентов.

Для отмеривания жидкостных компонентов применяют мерные емкости и колбы. Растительное измельченное сырье, а также сыпучих химические вещества отвешивают с помощью технических весов.

Этап ВР–4.4. Приготовление экстрагента.

ISSN 3030-3907

Процесс экстрагирования проводится с помощью органического растворителя –70% этанола. Для того в соотношении к измельченному сырью в соотношении 1:5 добавляют этанол и настаивают в течение 24 ч. Затем полученный экстрагент отчищают.

Этап ТП–5. Приготовление сиропа.

Этап ТП–5.1. Приготовление густого экстракта.

Густой экстракт готовят на основе полученной вытяжки путям удаления влаги. В фармацевтических производствах применяют роторный прямоточный аппарат. На выходе густой экстракт должен содержать не более 25% влаги.

Этап ТП–5.2. Приготовление сахарного сиропа.

В сироповарочный котел загружают сахарозу и добавляют часть от необходимого количества очищенной воды. Затем полученная смесь настаивается в течение 40-50 минут, для растворения сахарозы. Затем полученную смесь нагревают до температуры 70-75°С, и постепенно добавляют вторую половину воды. После этого проводят циклы кипячения по 20-25 минут до полного растворения сахарозы. После окончания циклов, горячий сироп подвергается фильтрации.

Этап ТП–5.3. Смешивание компонентов.

В бак загружают полученный густой экстракт и соединяют его с сахарным сиропом, добавляют стабилизатор, в качестве которого используется лимонная кислота и этанол.

Этап ТП–5.4. Фильтрация готового сиропа.

На этом этапе используется специализированный производственный фильтр, так называемый нутч-фильтр, для фильтрации полученной лекарственной формы и ее охлаждения. Проводят контроль качества полученного лекарственного сиропа.

УМО–6. Фасовка, упаковка, маркировка.

Полученный лекарственный сироп с помощью многоканального дозатора фасуют в стеклянные стерильные флаконы. Затем их упаковывают и маркируют этикетками с указанием наименования, даты изготовления, срока годности и т.д. Далее продукцию отправляют на производственный склад.

В процессе работы проводили оценку спектрофотометрическим анализом на содержание флавоноидов в густом экстракте и готовом лекарственном сиропе.

В спиртовой вытяжке провели суммарную оценку количества флавоноидов. Для этого применяли спектрофотометрический метод с

ISSN 3030-3907

пересчетом на рутин или кверцетин. Эти представители флавоноидов встречаются довольно часто в растительном сырье.

Доказано, что максимум спектра поглощения рутина составляет 356 нм, а кверцетина 370 нм. Образование у этих флавоноидов с ионами алюминия комплексов, максимумы поглощения смещается на 422 и 437 нм соответственно. Поэтому спектрометрия используется для количественного определения флавоноидов с пересчетом на рутин или кверцетин.

Исследуемый образец густого экстракта из листьев лавра смешивали с хлоридом алюминия ($AlCl_3$), 5%-й раствором уксусной кислоты и 70%-й спиртом.

Максимум поглощения приходится на длину волны 412 нм, а относительная плотность составила 0,499. Т.к. спектр поглощения спиртовой вытяжки близок к спектру рутина, его используем в качестве стандарта.

Используя градуировочный график рутина, производим пересчет оптической плотности на количественное содержание комплекса флавоноидов. Оптическая плотность экстракта соответствует 161,9 мкг/мл концентрации рутина.

Аппаратурная схема производства сиропа на основе густого экстракта из листьев лавра

Для получения сиропа с экстрактом из листьев лавра предложено оборудование, представленное в таблице 3.3 и разработана аппаратурная схема производства (рис. 3.2.).

Таблица 3.3

Список оборудования необходимого для производства сиропа на основе густого экстракта из листьев лавра

№ п/п	Наименование	Количество	Примечание
1	Мельница	1	М-1
2	Приемник измельченного сырья	1	ПС-2
3	Мерник спирта	1	МС-3
4	Мерник воды	1	МВ-4
5	Мерник-смеситель	1	СМ-5
6	Ультразвуковой экстрактор	1	УЭ-6
7	Приемник спиртовой вытяжки	1	СП-7
8	Вакуум-выпарной аппарат	1	ВА-10
9	Приемник сгущенной вытяжки	1	ПС-11
10	Конденсатор	1	К-12
11	Сборник отгона	1	ОС-12

ISSN 3030-3907

12	Фильтр	1	Ф-9,
13	Сборник готового продукта	1	СБ-16
14	Емкость для приготовления дезинфицирующего раствора	1	Е-1
15	Ванна для мытья тары	1	В-2
16	Сушильный шкаф	1	Ш-3
17	Аквадистиллятор для получения воды очищенной	1	Д-4
18	Сборник воды очищенной	1	СБ-5
19	Мерник для воды очищенной	1	М-7
20	Весы технические напольные	1	В-6
21	Бак	1	Б-8
22	Реактор	1	Р-10
23	Машинка для расфасовки ЛФ	1	МФ-12
24	Флакон	1	ФЛ-11
25	Отдел технического контроля	1	ОТК-13

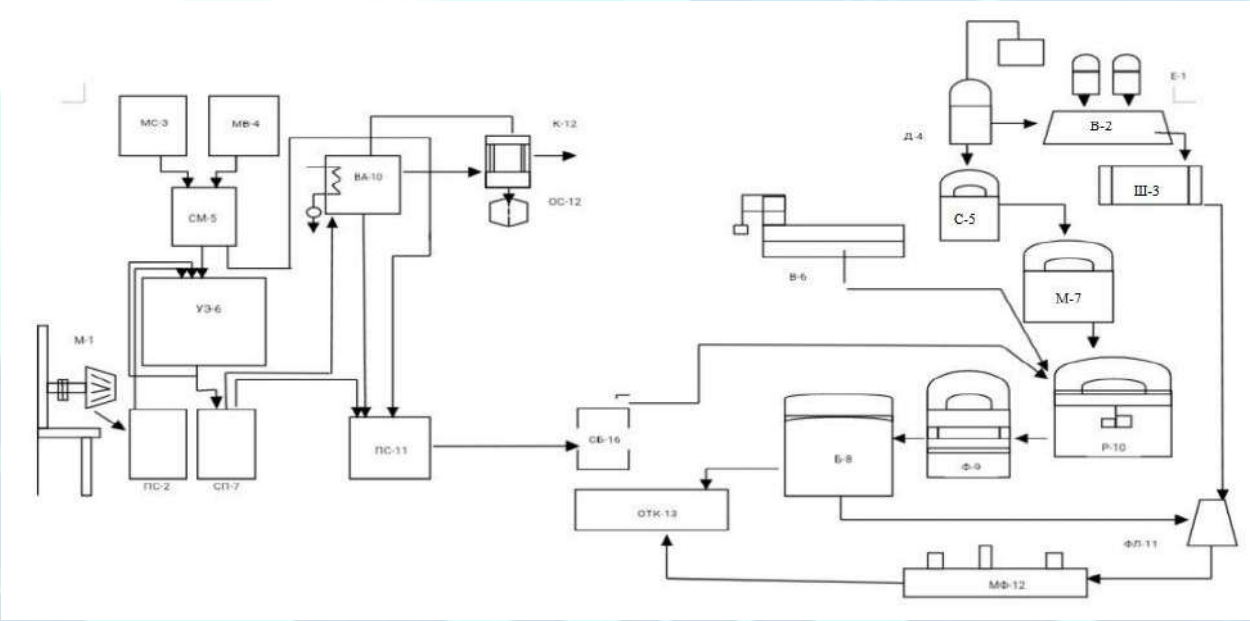


Рис.3.2. Аппаратурная схема производства сиропа на основе листьев лавра

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследовательской работы разработан технология лекарственной формы в виде сиропа на основе экстракта лавра для лечения заболеваний дыхательных путей.

Технологические этапы получения сиропа из листьев лавра благородного состоят из шести основных этапов: вспомогательные работы,

ISSN 3030-3907

приготовление густого экстракта из листьев лавра благородного, производство сиропа с экстрактом лавра густым, дозирование, упаковка и маркировка готовой продукции.

В работе составлены и предложены технологическая и аппаратурная схема производства для полного цикла производства сиропа из листьев лавра благородного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гагуева, А.У. Лекарственные препараты отхаркивающего действия. Роль растительных источников в терапии кашля: изученность, ассортимент, востребованность / А. У. Гагуева, Э. Ф. Степанова // Астраханский медицинский журнал. – 2018. – №4. – С.23-31.
2. Государственная фармакопея РФ. 14-е изд. – М.: Медицина, 2018. Том 2 – 3262 с.
3. Государственная фармакопея СССР, десятое издание. – М.: Медицина, 1968. – 1081 с.
4. Европейская фармакопея 6.0. – Страсбург: Council of Europe, 2007. – Т.1. – С. 715.
5. Ким, М. Е. Сиропы: состав, технология, современное состояние исследований (обзор литературы) / М. Е. Ким, Э. Ф. Степанова, С. Б. Евсеева // Фармация и фармакология. – 2014. – №3(4). – С.7-14.
6. Меньшутина, Н.В. Промышленное производство сиропов / Н. В. Меньшутина // Фармацевтические технологии и упаковка. – 2013. – №5. – С. 66-69.
7. Насухова, Н. М. Биологически активные вещества листьев лавра благородного / Н. М. Насухова, Л. А. Логвиненко, А. Л. Харченко, Д. А. Коновалов // Фармация и фармакология. – 2017. – №3. – С. 200-221.
8. Dobroslavić, E. Isolation of Laurus nobilis Leaf Polyphenols: A Review on Current Techniques and Future Perspectives / E. Dobroslavić,M. Repajić, V. Dragović-Uzelac, I. Elez Garofulić // Foods. 2022. V. 11(2). P. 235.
9. Искандаров А.И., Эргашев Н.З., Автина Н.В. РАЗРАБОТКА СОСТАВА СИРОПА С ЭКСТРАКТОМ ЛАВРА // Universum: химия и биология : лектрон. научн. журн. 2024. 1(115). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/16612 (дата обращения: 16.08.2025). DOI - 10.32743/UniChem.2024.115.1.16612

ISSN 3030-3907

“НКМК” АЖ ШИМОЛИЙ КОН БОШҚАРМАСИ “АУМИНЗО-АМАНТОЙ” КОНИ ОЛТИН АЖРАТИШ ЦЕХИ ЧИҚИНДИ ХЎЖАЛИГИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ.

Ф.Ф. Холмуродов

“Навоий кон металлургия комбинати” АЖ муҳандис-технолог

E-mail: feruzjon.xolmurodov@mail.ru

Аннотация: Мазкур мақолада олтин ажратиб олиш цехи чиқинди хўжалигини лаборатория шароитида ўрганилди. Тадқиқот давомида олтинни ажратишнинг икки асосий технологияси сорбция-цианлаш ва флотация-куйдириш-сорбция усулларидан фойдаланилган. Дастлабки чиқиндида олтин миқдори 2.77 г/т бўлиб бевосита цианлаш орқали 40.09% ажралган, комплекс усулда эса бу кўрсаткич 89.90%га етган. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, флотация-куйдириш-сорбсия усули олтин ажратишда юқори самарадорликка ега. Куйдириш орқали зарарли компонентлар (органик олтингугурт, углерод) камайтирилган ва бу еса цианлаш жараёнининг самарадорлигини оширган. Бундай ёндашув олтин ажратиш даражасини деярли икки баробарга ошириб, чиқиндидаги олтин миқдорини 0,28 г/т гача камайтиришга олиб келган.

Калит сўзлар: чиқинди, олтин, сианлаш, флотация, куйдириш, самарадорлик, лаборатория

Аннотация: В данной статье подробно исследовано управление отходами цеха по извлечению золота рудника Ауминзо-Амантой в лабораторных условиях. В ходе исследования были испытаны два основных технологических метода — сорбция-цианирование и флотация–обжиг–сорбция. Содержание золота в исходных отходах составляло 2,77 г/т. При прямом цианировании извлечение золота достигло 40,09%, тогда как при комплексной технологии 89,9%. Исследования показали, что метод флотации-обжига-сорбции отличается высокой эффективностью извлечения золота. Обжиг позволил значительно снизить содержание вредных компонентов (органическая сера, углерод), что способствовало повышению эффективности процесса цианирования. Таким образом, степень извлечения золота была увеличена почти в два раза, а остаточное содержание золота в отходах снижено до 0,28 г/т.

Ключевые слова: отходы, золото, цианирование, флотация, сжигание, эффективность, лаборатория

Annotation: This article presents a detailed laboratory study of the gold extraction workshop's waste management at the Auminzo-Amantoy deposit. Two main technological methods were tested — sorption-cyanidation and flotation–incineration–sorption. The initial waste contained 2.77 g/t of gold. Direct

ISSN 3030-3907

cyanidation resulted in a gold recovery of 40.09%, while the complex method achieved 89.9%.The research demonstrated that the flotation-incineration-sorption method is highly efficient for gold recovery. Incineration significantly reduced harmful components (organic sulfur, carbon), thus enhancing the effectiveness of cyanidation. This approach nearly doubled the gold recovery rate and reduced residual gold in waste to 0.28 g/t.

Keywords: waste, gold, cyanation, flotation, incineration, efficiency, laboratory

Кириш

Олтин қазиб олиш жараёнида ҳосил бўладиган чиқиндилар таркибида қимматбаҳо металларнинг муайян қисми сақланиб қолади. Уларни қайта ишлаш нафақат иқтисодий фойда келтиради балки экологик хавфларни камайтиради. Мазкур тадқиқот чиқинди хўжалигидан олтин ажратиб олиш имкониятларини аниқлашга қаратилган.

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ

Қимматбаҳо металларни гидрометаллургик ва пирометаллургик усуллар билан ажратишнинг назарий ва амалий асослари ҳақида (1) Асқаров М.А., Нормуротов Р.И, Собиров У.Д лар ўз китобида маҳаллий ишлаб чиқариш корхоналари тажрибаларини келтириб ўтганлар. Ушбу мақолада келтирилган флотация-куйдириш-сорбция усулининг куйдириш босқичи ҳақида (5) Мазуренко А.С., Пшеничный Г.Н лар ўз китобида олтинли маьданларни куйдириш ва эритиш технологиялари, шу жумладан сулфидли маьдан билан ишлаш усулларини келтириб ўтганлар. Саноат тажрибалари орқали олтин маданларини бойитиш ва қайта ишлашнинг замонавий усуллари ҳақида (6) Кузнецов И.И, Козлов П.А. лар ўз адабиётларида фикрларини баён этганлар.

ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ.

- Сорбция-цианлаш (NaCN билан) усули
- Флотация-куйдириш-сорбция усули

Ўтказилган лаборатория тадқиқотлари:

1. Олинган намуналарни кимёвий, минерологик, гранулометрик ва рационал таркибини аниқлаш.
2. Олинган намуналарни тўғридан-тўғри сорбция-цианлаш орқали олтин ажралиш даражасини аниқлаш.
3. Олинган намуналарни флотоциялаш схемаси орқали қайта ишлаш оптимал режимларини аниқлаш.
4. Олинган флотоконцентрат маҳсулотини ҳар хил параметрларда куйдириш ва кислота ёрдамида қайта ишлаш.

ISSN 3030-3907

5. Куйдиришдан олинган кек маҳсулотини сорбция-цианлаш усули орқали олтин ажралиш даражасини аниқлаш.

Намунанинг кимёвий таҳлили

Жадвал №1

Таркиби, %							
Au, г/т	$S_{общ}$	S_s	$C_{орг}$	$Fe_{общ}$	CO_2	As	Sb
2,77	1,80	0,56	0,25	3,70	0,99	0,087	0,017

Намунанинг тўлиқ кимёвий таҳлили

Жадвал №2

Таркиби, %									
SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	FeO	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	MnO
61,5	14,6	0,58	3,7	1,4	1,2	1,2	2,2	0,13	0,04

Ушбу намуна минералогик таркиби ўрганилганда: кварц, дала шпати, глина-слюда, сулфатлардан иборат эканлиги аниқланди.

Жадвал №3

Минераллар	Таркиби, %
Кварц	35-40
Алюминосиликатлар:	45-55
- Дала шпати	15-20
- Глинали минераллар, слюда ва гидрослюдалар	30-35
Рутил	Кам миқдорда
Карбонатлар: калцит, доломит	2
Сулфатлар: гипс, ярозит, англезит, барит	6
Окислар и гидроокислар железа	2,5
Арсенатлар	0,1
Углерод таркибли	0,13
Сулфидлар:	1
-пирит	0,9
-арсенопирит	0,1
-халкопирит	Кам миқдорда
Эркин холдаги олтин ва кумуш	Кам миқдорда

Олтин ажратиб цехи чиқинди ҳўжалиги намуналарини сорбция-цианлаш натижалари

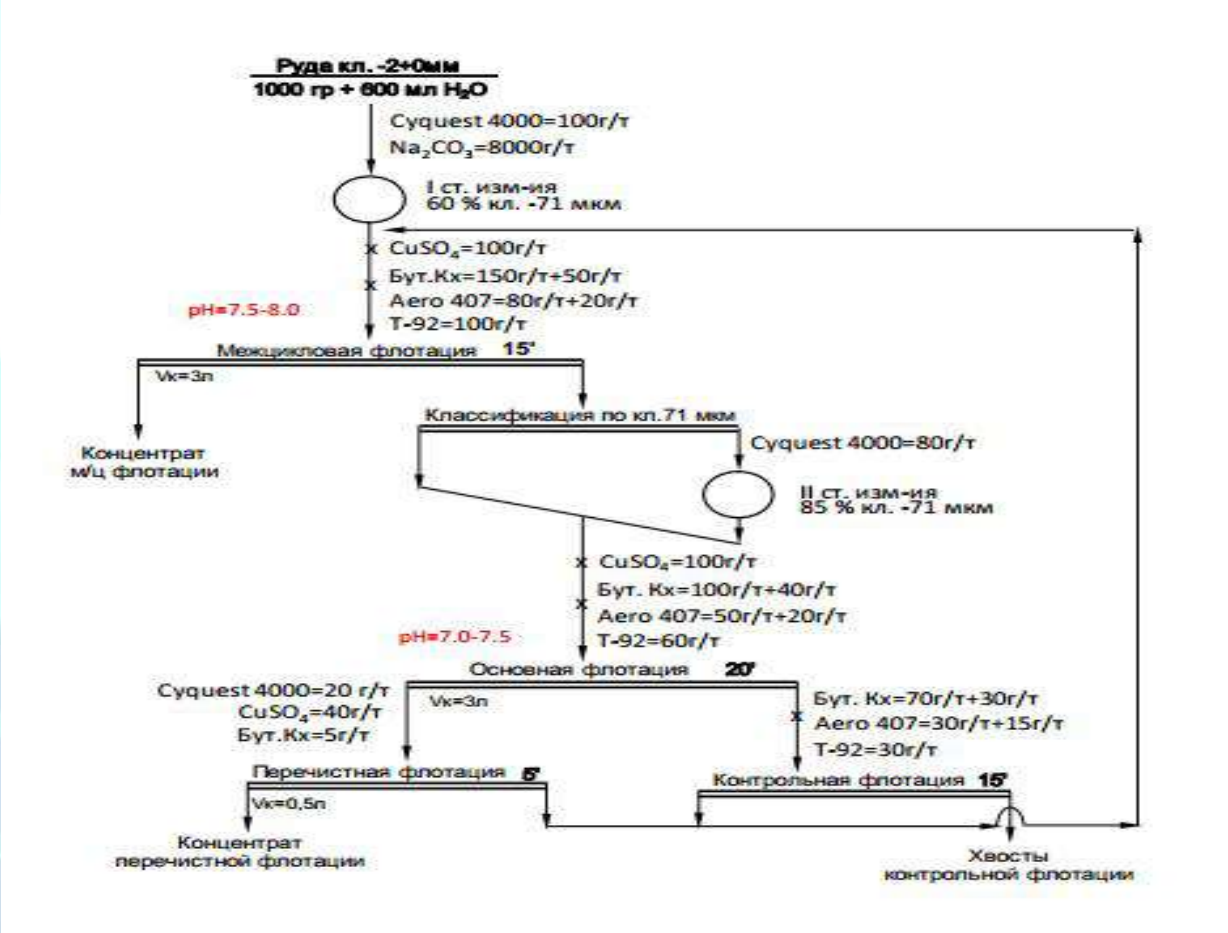
Жадвал №4

Номи	**Вақти, соат**	**NaCN, мг/л**	**pH**	**Me1, гр/т**	**Me ажрал**

ISSN 3030-3907

		Бош	Охири	Бош	Охири	Бош	Охири	иш дараж аси, %
Тайёр синфи 65%	24	950	340	11,00	10,25	2,77	1,99	28,16
Тайёр синфи 80%		470	10	10,89	9,80		1,66	40,07
Тайёр синфи 80%		900	330	11,03	10,55		1,80	35,01
Тайёр синфи 80%		1700	520	10,13	9,51		1,81	34,65

Флотация жараёни қуйидаги схема асосида амалга оширилди.



Расм №1

Жадвал №5

Номи	Чиқиши		Таркиби гр/т, %			Ме ажралиш даражаси, %		
	гр	%	Au, г/т	Ss	$C_{орг}$	Au, г/т	Ss	$C_{орг}$

ISSN 3030-3907

Концентрат МЦФ	462	11,71	13,30	3,07	0,80	56,25	68,02	39,13
Концентрат перечистка	160	4,06	9,15	2,16	0,60	13,40	16,57	10,16
Чиқинди перечистка	191	0,70	3,65	0,60	0,38	0,92	0,79	1,11
Концентрат назорат флотация	322	8,16	3,00	0,51	0,32	8,84	7,88	10,91
Чиқинди фл-я	2810	71,23	0,80	0,05	0,13	20,58	6,74	38,68
Мадан	3945	95,86	2,77	0,53	0,24	100,00	100	100

Флотация жараёни ФМП-Л3 маркали флотация машинасида амалга оширилди. Жараён ёпиқ циклда амалга оширилган бўлиб флотоконцентрат таркибида Me1 13,30 г/т ни ташкил қилди. Шундан олтин ажралиш даражаси 56,25 % бўлиб флотоконцентратнинг чиқиши 11,71 % ни ташкил қилди. Чиқинди флотация таркибидаги Me1 миқдори 0,80 г/т ни ташкил қилди. Дастлабки концентратлар умумийлаштирилиб ii босқичли (I босқич T-550° C да 1 соат давомида, II босқич (T-600° C да 0,5 соат давомида) куйдириш жараёни SNOL-1100 маркали куйдириш печида амалга оширилди.

Жадвал №6

Номланиши	**S_s %**	**$C_{орг}$ %**
Умумий концентрат	2,04	0,58
Куйдириш жараёнидан сўнг	0,02	0,08

Куйдириш жараёнидан чиққан кек таркибидаги бошқа металларни суюқ фазага эритиб ўтказиш мақсадида 3 % ли HCl кислотаси билан қайта ишланди. Жараён t-80° C да 1 соат давомида қайнатиш печида амалга оширилди. Бу вақтда pH муҳит 1,20 ни ташкил этди. pH муҳитни 7-8 га кўтариш мақсадида 25 л сув билан ювилди.

Кек маҳсулоти қуритиш печида қуритилиб сорбция-цианлаш амалга оширилди.

Жадвал №7

Номи	**Вақти, соат**	**NaCN, мг/л**		**pH**		**Me1, гр/т**		**Me ажралиш даражаси, %**
		Бош	**Охири**	**Бош**	**Охири**	**Бош**	**Охири**	
Кек	18	2080	1300	11,23	10,22	10,00	1,70	83,00

ISSN 3030-3907

Флотация жараёнидан чиққан чиқинди флотацияда сорбция-цианлаш жараёни амалга оширилди.

Жадвал №8

Номи	Вақти, соат	NaCN, мг/л		pH		Me1, гр/т		Me ажралиш даражаси, %
		Бош	Охири	Бош	Охири	Бош	Охири	
Чиқинди флотация	18	1000	320	11,02	10,82	0,80	0,58	27,5
	24	1500	680	11,35	11,02		0,48	40,0
	36	1850	1030	10,87	10,37		0,28	65,0

Натижа ва муҳокама.

Сорбция-цианлаш усули 24 соат давомида 500 мг/л NaCN ишлатилганда олтин ажралиш даражаси 40,09% бўлди. Флотация-куйдириш-сорбция усулида чиқинди таркиби 0.28 г/т Au бўлиб олтин ажралиш даражаси 89,90% бўлди. Олинган натижалар шуни кўрсатдики тўғридан-тўғри сорбция-цианлаш жараёни олтин ажратишда маълум даражада самарали бўлсада флотация-куйдириш-сорбция усулида анча юқори ажралиш даражасини таьминлайди. Куйдириш жараёни сулфид ва органик моддаларнинг парчаланишини таьминлаб олтиннинг ерувчанлигини оширади. Кислота билан ишлов бериш бошқа металл ионларини эритмага чиқариб олтин сорбциясини яхшилайди.

Хулоса.

- Комплекс усул (флотация-куйдириш-сорбция) юқори технологик мураккабликка эга бўлсада, олтин ажралиш самарадорлиги икки баробардан кўпроқ бўлиб, иқтисодий фойдадорлик нуқтайи назаридан афзалроқ ҳисобланади. Бунда чиқиндидаги қимматбаҳо металл миқдори сезиларли камаяди, бу эса иккиламчи фойдаланиш ёки экологик хавфни камайтиради.
- Энг оптимал технологик занжир сифатида флотация-куйдириш-сорбция усули тавсия қилинади. Ушбу усул ёрдамида олтин ажралиш даражасини 89,90% гача ошириш мумкин.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР.

1. Асқаров М.А., Нормуротов Р.И, Собиров У.Д. «Металлургия благородных металлов». 2020й
2. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Том 2.Технологии обогащения полезных ископаемых. М. 2014. 310 с.
3. O‘Connor, C.T.,&Dunne R.C (2021). Flotation of gold and gold-bearing ores. In Wills Mineral processing Technology (pp.545-560). Elsevier
4. Сайфуллаев У.А. Металлургияда флотация жараёнлари. Тошкент. 2015.

ISSN 3030-3907

5. Мазуренко А.С., Пшеничный Г.Н Обжиг и плавка золотосодержащих руд. Санкт-Петербург, 2016й
6. Кузнецов И.И, Козлов П.А. Обогащения и переработка золотосодержащего сыря. Москва. 2020й

ISSN 3030-3907

QUYOSH HOVUZLARIDA FAZAVIY O‘TUVCHI MATERIALLARDAN FOYDALANISHNING ILMIY ASOSLARI

Maxmudova Marjona Maxsud qizi
Buxoro davlat universiteti tayanch doktoranti
E-mail: m.m.maxmudova@buxdu.uz

Annotatsiya*:* Mazkur maqolada quyosh hovuzlarida issiqlik energiyasini samarali saqlash maqsadida fazaviy o‘tuvchi materiallardan (PCM – Phase Change Materials) foydalanishning ilmiy asoslari tahlil qilingan. Turli xorijiy va mahalliy adabiyotlar asosida fazaviy o‘tuvchi materiallar (PCM) ning termofizik xossalari, ularning quyosh hovuzlariga integratsiyasi va energiya samaradorligiga ta’siri o‘rganilgan, shuningdek, PCM qo‘llanilishi natijasida quyosh hovuzlarining issiqlik saqlash qobiliyati oshib, tizimning barqarorligi kuchayishi yoritib berilgan.

Kalit so‘zlar*:* quyosh hovuzi, fazaviy o‘tuvchi materiallar, PCM – Phase Change Materials, energiya akkumulyatsiyasi, issiqlik samaradorligi

Abstract*:* This article analyzes the scientific foundations of using phase change materials (PCM – Phase Change Materials) to effectively store thermal energy in solar ponds. Based on various foreign and local literature sources, the thermophysical properties of phase change materials (PCM), their integration into solar ponds, and their impact on energy efficiency are examined. It is also highlighted that the application of PCM increases the heat storage capacity of solar ponds and enhances the stability of the system.

Keywords*:* solar pond, phase change materials, PCM – Phase Change Materials, energy accumulation, thermal efficiency

Аннотация*:* В данной статье проанализированы научные основы использования фазово-переходных материалов (PCM – Phase Change Materials) для эффективного накопления тепловой энергии в солнечных прудах. На основе различных зарубежных и отечественных источников изучены термофизические свойства фазово-переходных материалов (PCM), их интеграция в солнечные пруды и влияние на энергетическую эффективность. Также отмечено, что применение PCM повышает теплоаккумулирующую способность солнечных прудов и усиливает стабильность системы.

Ключевые слова: солнечный пруд, фазово-переходные материалы, PCM – Phase Change Materials, накопление энергии, тепловая эффективность

Kirish

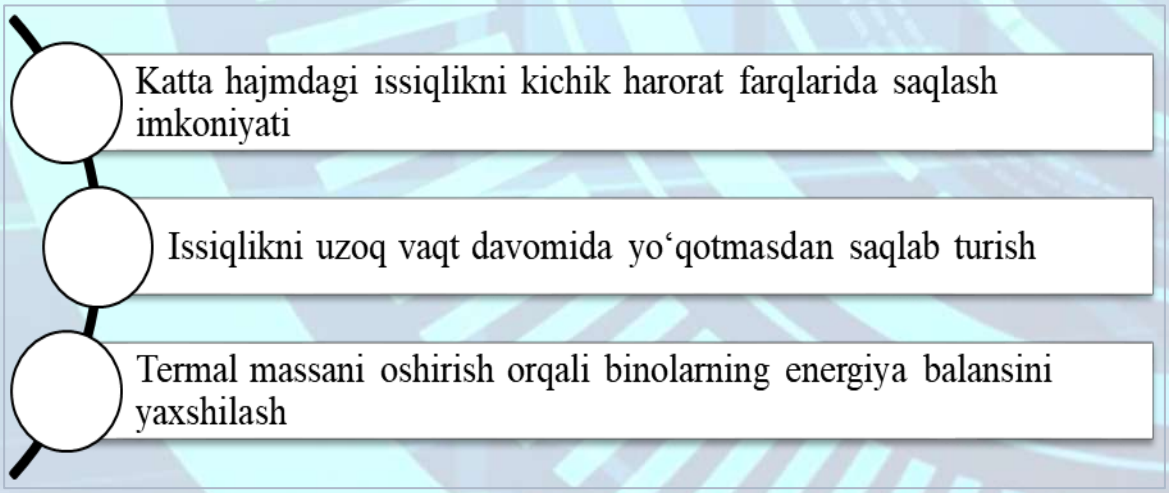
Hozirgi kunda respublikamizda energiya samaradorligini oshirish, ekologik toza energiya manbalarini ishlab chiqarish va issiqlikni tejash borasida quyosh energiyasini qo‘llashning ahamiyati ortib bormoqda. Quyosh hovuzlari, ya'ni

ISSN 3030-3907

quyosh energiyasidan foydalanib suvni isitish tizimlari, O‘zbekiston sharoitida energiya tejamkorligi va ekologik tozalikni ta'minlashda muhim rol o‘ynaydi. Quyosh energiyasi qayta tiklanuvchi manbalar ichida eng istiqbolli hisoblanadi. Issiqlik energiyasini samarali saqlash esa ushbu manbadan foydalanishning asosiy muammolaridan biridir. Quyosh hovuzlari (Solar Pond) – bu oddiy va iqtisodiy jihatdan qulay tizimlardan biri bo‘lib, u issiqlikni qatlamlar orqali to‘plab saqlaydi. So‘nggi yillarda ushbu tizimlarga “fazaviy o‘tuvchi materiallar (PCM)” ni integratsiya qilish orqali issiqlik saqlash samaradorligini oshirishga qiziqish ortmoqda. Fazaviy o‘tuvchi materiallar (Phase Change Materials – **PCM**) — bu tashqi sharoit (masalan, harorat) o‘zgarganda **agregat holatini (qattiq ↔ suyuq, suyuq ↔ gaz)** o‘zgartirib, shu jarayonda **issiqlik energiyasini yutish yoki ajratish xususiyatiga ega** moddalar. Masalan, muz eriyotganda u tashqi muhitdan katta miqdorda issiqlikni yutadi, lekin harorati 0 °C da o‘zgarmaydi. PCM’lar ham xuddi shunday ishlaydi: ular faza o‘zgarishi vaqtida **ko‘p energiyani saqlaydi yoki chiqaradi**, bu ularni energiya tejamkor texnologiyalarda juda muhim qiladi.

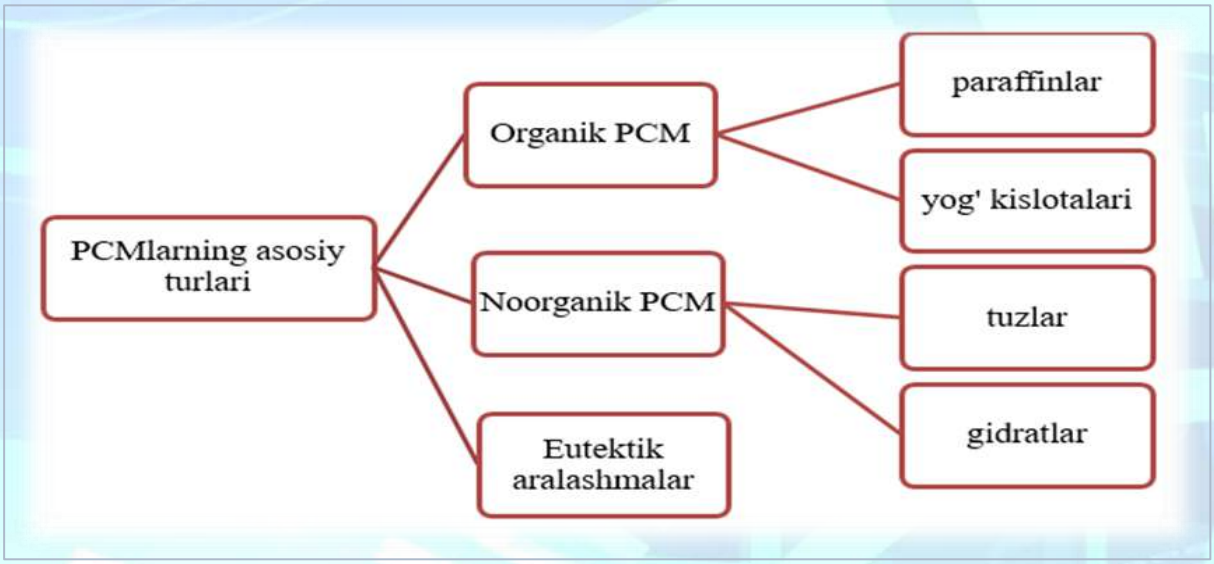
Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish, xususan quyosh energiyasini to‘plash va undan samarali foydalanish, global energetik strategiyaning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Quyosh energiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri issiqlik shaklida saqlash uchun samarali usullardan biri bu – fazaviy o‘tuvchi materiallar (FO‘M) dan foydalanishdir. Bu materiallar o‘zining latent issiqligi orqali faza o‘zgarishida katta miqdorda energiyani akkumulyatsiya qiladi va uni vaqt o‘tishi bilan asta-sekin ajratadi. Fazaviy o‘tuvchi materiallar quyosh issiqligini saqlovchi muhit sifatida issiqlik akkumulyatorlarida, passiv isitish tizimlarida va quyosh hovuzlarida keng qo‘llanilishi mumkin.

FO‘Mlarning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:



PCMlar issiqlikni fazaviy holat o‘zgarishi (erish-qotish) orqali yuqori zichlikda saqlashga imkon beradi.

ISSN 3030-3907



Har bir tur o‘ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega bo‘lib, foydalanish sohasi va iqlim sharoitiga qarab tanlanadi. Ularning afzalliklari shundaki, ular yuqori issiqlik sig‘imli, qayta-qayta foydalanish, kimyoviy va termal barqarorlik hamda haroratni barqaror ushlab turish xususiyatiga ega.

PCMlar odatda quyosh hovuzining quyi qatlamida joylashtiriladi. Bu qatlamda issiqlik almashinuvi past bo‘lgani sababli, PCMlar issiqlikni sekin chiqaradi va uzoq saqlaydi. Bu esa kun davomida va ayniqsa tun paytida barqaror haroratni ta’minlaydi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR.

Quyosh hovuzlarida issiqlikni samarali saqlash muammosini hal etishda fazaviy o‘tuvchi materiallar (PCM)ning qo‘llanilishi bo‘yicha bir qator ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu tadqiqotlar mazkur yo‘nalishda PCMlarning samaradorligi, ularning fizik-kimyoviy xossalari hamda turli iqlim sharoitlarida qo‘llash imkoniyatlarini chuqur o‘rganishga qaratilgan, jumladan:

2014-yilda El-Sabaii, A.A. Shalaby, S.M. muallifligida nashr qilingan “Experimental investigation of thermal performance of PCM-based solar ponds” maqolasidagi tadqiqotni tahlil qilsak, unda tadqiqot metodologiyasiga ko‘ra tajribalar **paraffin asosidagi PCM** materiallar bilan amalga oshirilgan (masalan, erish harorati 50–60°C bo‘lgan), PCMlar maxsus konteynerlarga joylashtirilgan va ular quyosh hovuzining quyi qatlamida joylashtirilgan, harorat sensori orqali turli qatlamlardagi o‘zgarishlar kuzatilgan, PCM qo‘shilgan va oddiy quyosh hovuzlari o‘zaro taqqoslangan;

2010-yilda Kenisarin M.M. muallifligida “High-temperature phase change materials for thermal energy storage” nomli maqolasida yuqori haroratli PCM larni tahlil qilish, ularning fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish va quyosh issiqlik stansiyalarida (CSP – Concentrated Solar Power) qo‘llanish imkoniyatlarini baholangan. Kenisarin ushbu maqolada yuqori haroratli PCMlarning turlari,

ISSN 3030-3907

afzalliklari va kamchiliklarini chuqur tahlil qiladi, ularni quyosh issiqlik tizimlariga moslab tanlash bo‘yicha metodik yondashuvlar beradi. Maqola ilmiy asoslangan PCM tanlovi uchun muhim manba hisoblanadi, xususan O‘zbekiston kabi issiq iqlimli mintaqalarda sanoat ilovalari uchun dolzarb;

2023-yilda o‘tkazilgan mahalliy tadqiqotlardan biri Tashboyev A. tomonidan olib borilgan bo‘lib, unda “Quyosh hovuzining sho‘rlanish darajasining issiqlik saqlanishiga ta’siri” o‘rganilgan. Tajribalar turli sho‘rlanish darajalarida olib borilgan va natijalarda sho‘rlanish miqdori issiqlikni saqlash samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan.

Quyida berilgan jadvalda olimlar va tadqiqotchilarning mazkur yo‘nalish bo‘yicha asosiy xulosalari keltirilgan:

Muallif (yil)	***Asar nomi***	***Yo‘nalish***	***Asosiy xulosalar***
El-Sabaii, A.A.; Shalaby, S.M. (2014)	Experimental investigation of thermal performance of PCM-based solar ponds	Eksperimental tadqiqot	Paraffin asosidagi PCMlar quyosh hovuzida haroratni barqaror ushlab turishga yordam beradi.
Kenisarin, M.M. (2010)	High-temperature phase change materials for thermal energy storage	Yuqori haroratli PCMlar	CSP tizimlarida foydalanish uchun erish harorati yuqori bo‘lgan PCMlar tavsiya qilinadi.
Mehling, H., Cabeza, L.F. (2008)	Heat and cold storage with PCM	Nazariy asoslar	PCM’larning turlari, ularning xossalari va qo‘llanilishi keng yoritilgan.
Tashboyev A. (2023)	Quyosh hovuzining sho‘rlanish darajasining issiqlik saqlanishiga ta’siri	Mahalliy eksperiment	Sho‘rlanish darajasi yuqori bo‘lgan hovuzlarda PCM bilan kombinatsiya qilish samarali bo‘ladi.
Tayob Brahim et al. (2005)	Heat and mass transfer in a solar pond	Model tahlili	Konvektiv qatlamlar va issiqlik taqsimoti PCM qo‘llanishi bilan yaxshilanadi.
Zalba,B. et.al (2003)	Review on thermal energy storage with phase change materials	Adabiyotlar sharhi	150 dan ortiq PCM turlari ko‘rib chiqilgan.

ISSN 3030-3907

Umumlashtirib aytganda, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, PCMlarning quyosh hovuzlariga qo‘llanishi tizimning energiya samaradorligini oshiradi, harorat o‘zgarishlarini kamaytiradi hamda barqarorlikni ta’minlaydi. Shu bilan birga, PCM tanlashda ularning erish haroratini hududning iqlimiy sharoitlariga moslashtirish muhim omil hisoblanadi. O‘zbekiston iqlim sharoitlari uchun erish harorati 40–60°C oralig‘ida bo‘lgan paraffinlar yoki yog‘ kislotalari eng maqbul variant sifatida tavsiya etiladi.

XULOSA.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, quyosh hovuzlari, ekologik jihatdan toza va samarali energiya manbai sifatida, issiq suvni isitishda va energiya tejashda katta ahamiyatga ega. Ular quyosh energiyasidan maksimal darajada foydalanuvchi tizimlar bo‘lib, turli turlari bilan ekologik toza energiya ishlab chiqarishni ta’minlaydi. Quyosh hovuzlarining samarali ishlashi uchun to‘g‘ri materiallar va tizimlarning tanlanishi, shuningdek, uning joylashuvi muhim ahamiyatga ega. Bunday tizimlar iqlim o‘zgarishiga qarshi kurashishda va atrof-muhitni himoya qilishda muhim rol o‘ynaydi. PCMlar ushbu quyosh hovuzlari va boshqa energiya tizimlarida issiqlikni samarali saqlashning eng istiqbolli vositalaridan biri hisoblanadi, chunki mazkur PCMlar:

1. ***Yuqori issiqlik sig‘imi ega.*** Kichik hajmda ko‘p miqdorda issiqlikni saqlash imkonini beradi. Masalan, 1 kg PCM ko‘pincha 1 kg suvga qaraganda bir necha marta ko‘proq energiyani saqlashi mumkin;
2. ***Haroratni barqaror ushlab turadi.*** Faza o‘zgarish jarayonida harorat deyarli o‘zgarmaydi. Bu xususiyat xonalarni, qurilmalarni yoki mahsulotlarni ma’lum optimal haroratda ushlab turishda qo‘l keladi;
3. ***Energiya tejaladi.*** Quyosh energiyasini yig‘ish va kechasi ishlatish, sovutish tizimlarida elektr energiyasini tejash imkonini beradi;
4. ***Qayta-qayta foydalanish mumkin.*** PCM’lar yuzlab va hatto minglab faza o‘zgarish sikllarida o‘z xossasini yo‘qotmaydi;
5. ***Atrof-muhitga zarar yetkazmaydi.*** Ko‘pchilik PCM’lar ekologik xavfsiz, toksik bo‘lmagan va uzoq muddat xizmat qiladigan materiallardir. Ular qurilish (issiqlikni saqlovchi devor panellari), energiya tizimlari (quyosh batareyalari va issiqlik akkumulyatorlari), sovutish (transportda yoki oziq-ovqat sanoatida), hatto tibbiyotda (vaksina tashishda kerakli haroratni saqlash) sohalarda keng qo‘llaniladi.

Demak, quyosh hovuzlariga PCMlar integratsiyasi ularning issiqlik energiyasini saqlash bo‘yicha imkoniyatlarini kengaytiradi. PCMlar yordami bilan energiyani uzoq muddat saqlash, tizimni barqaror ishlashini ta’minlash, va

ISSN 3030-3907

ekologik toza energiyadan keng foydalanish mumkin. Bu yondashuv O‘zbekiston kabi yuqori quyoshli mintaqalar uchun dolzarb va istiqbolli sanaladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. El-Sabaii, A. A., & Shalaby, S. M. (2014). Experimental investigation of thermal performance of PCM-based solar ponds. Energy Conversion and Management, 78, 393–399. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.10.071
2. Kenisarin, M. M. (2010). High-temperature phase change materials for thermal energy storage. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14(3), 955–970. https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.011
3. Tashboyev, A. (2023). Quyosh hovuzining sho‘rlanish darajasining issiqlik saqlanishiga ta’siri. O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Axborotlari, 4(2), 112–118.
4. Mehling, H., Cabeza, L.F. (2008). Heat and Cold Storage with PCM: An up to date introduction into basics and applications. Springer.
5. Tayob Brahim et al. (2005). Heat and mass transfer in a solar pond. Solar Energy Journal.
6. Zalba, B., Marín, J. M., Cabeza, L. F., & Mehling, H. (2003). Review on thermal energy storage with phase change materials, heat transfer analysis and applications. Applied Thermal Engineering, 23(3), 251–283.
7. Maxmudova Marjona Maxsud qizi. (2024). Quyosh hovuzining harorat rejimiga oid nazariyalar sharhi. European Science International Conference: Analysis of Modern Science and Innovation. Vol.1,№ 2, P.38-42
8. Makhmudova Marjona M. (2024). Efficiency of implementation of solar collectors. Ethiopian International Journal of Multidisciplinary Research, 11(11), 474–477. Retrieved from https://www.eijmr.org/index.php/eijmr/article/view/2177

ISSN 3030-3907

OTORINOLARINGOLOGIYA FANIDA TALABALAR MUTAXASSISLIK KO‘NIKMALARINI SAR (SIMULATION, ANALYZE, REFLECTION) MODELI ASOSIDA RIVOJLANTIRISHNING MUHIM JIHATLARI

Elyor Mirzaqandov

Farg‘ona jamoat salomatligi tibbiyot inistituti Stomatologiya va Otorinolaringologiya kafedra assisenti

E-mail: Elyorbektta@gmail.com

Tel:+998909565657

UDK: 378.147:616.21-07

ORCID 0009-0007-4354-1797

Annotatsiya Mazkur maqolada otorinolaringologiya fanini o‘qitishda SAR (Simulation, Analyze, Reflection) modeli asosida talabalarning mutaxassislik ko‘nikmalarini rivojlantirishning nazariy va amaliy asoslari yoritilgan. Simulyatsiya asosida klinik vaziyatlarni modellashtirish, analitik tahlil va reflektiv yondashuv yordamida bo‘lajak shifokorlarning tashxis qo‘yish, davolash rejasini ishlab chiqish hamda qaror qabul qilish ko‘nikmalarini shakllantirish imkoniyatlari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: Tibbiy ta’lim, otorinolaringologiya, SAR modeli, simulyatsiya, analitik tahlil, refleksiya, kasbiy kompetensiyalar, klinik qaror qabul qilish, interaktiv metodlar.

Abstract This article highlights the theoretical and practical foundations for the development of students' specialized skills based on the SAR (Simulation, Analyze, Reflection) model in teaching otorhinolaryngology. Based on simulation, the possibilities of forming diagnostics, developing a treatment plan, and decision-making skills of future doctors using modeling clinical situations, analytical analysis, and a reflexive approach were analyzed.

Keywords*:* Medical education, otorhinolaryngology, SAR model, simulation, analytical analysis, reflection, professional competencies, clinical decision-making, interactive methods.

Аннотация. В данной статье освещены теоретические и практические основы развития профессиональных навыков студентов на основе модели SAR (Simulation, Analyze, Reflection) в преподавании оториноларингологии. Проанализированы возможности формирования у будущих врачей навыков постановки диагноза, разработки плана лечения и принятия решений с помощью моделирования клинических ситуаций на основе симуляции, аналитического анализа и рефлексивного подхода.

Ключевые слова: Медицинское образование, оториноларингология, модель SAR, симуляция, аналитический анализ, рефлексия, профессиональные компетенции, клиническое принятие решений, интерактивные методы.

Kirish

Bugungi kun zamonaviy tibbiy ta’limning asosiy maqsadlaridan biri jamiyat va davlat uchun har tomonlama rivojlangan, mehnat faoliyatiga ijtimoiy moslashuvchan, o‘z sohasi ustida izlanishlanish olib boradigan, kasbiy faoliyatiga yangi g‘oyalarni olib kiradigan shaxsni tayyorlashdan iboratdir. Demak, har tomonlama rivojlangan tibbiyot xodimlarini tayyorlashda mutaxassislik ko‘nikmalari darajasi yuqori bo‘lishi talab qilinadi. Bugungi kun shifokori faoliyat jarayonida innovatsiyalarni, yangi metodikalarni tadbiq etish va intensiv kompetentlilik sifatini oshirish - ijtimoiy-siyosiy, iqtisodiy va madaniy jihatdan muhim hisoblanadi.

Tibbiy ta’limda talabalar mutaxassislik ko‘nikmalarini shakllantirish va mustahkamlash dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, kasbiy faoliyatga yo‘naltirilgan fanlarda jumladan, otorinolaringologiyada - nafaqat nazariy bilim, balki amaliy va tahliliy ko‘nikmalarning o‘z vaqtida va to‘g‘ri shakllanishi shifokor tayyorlashda hal qiluvchi omil hisoblanadi.

An’anaviy ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlar ko‘plab holatlarda talabalarni mustaqil qaror qabul qilishga, kompleks klinik vaziyatlarni tahlil qilishga tayyorlamaydi. Shu bois, so‘nggi yillarda tibbiy ta’limda intensiv metodlar, interaktiv texnologiyalar va simulyatsion o‘qitish modellariga qiziqish ortib bormoqda. Mazkur sharoitda SAR modeli - ya’ni Simulation (simulyatsiya), Analyze (tahlil), va Reflection (refleksiya) bosqichlariga asoslangan integrativ yondashuv - zamonaviy tibbiy pedagogikaning ilg‘or metodlaridan biri sifatida e’tirof etilmoqda.

SAR modeli talabaning bilim olish jarayonini faol, tahliliy va individual yondashuvga asoslangan tarzda tashkil qiladi. Ayniqsa, vizual tashxis usullari, murakkab klinik holatlar va tezkor qaror qabul qilishni talab qiladigan otorinolaringologiya fani uchun ushbu model ayni muddao hisoblanadi. Bu model orqali talaba o‘z bilimlarini klinik simulyatsiya asosida sinab ko‘radi, muammoni chuqur tahlil qiladi va o‘z faoliyatini baholab, keyingi bosqichlarda takomillashtirish imkoniga ega bo‘ladi.

Zamonaviy tibbiy ta’lim talabalardan nafaqat nazariy bilim, balki amaliy ko‘nikma, mustaqil tahlil va kasbiy refleksiya qobiliyatlarini talab qilmoqda. An’anaviy o‘qitish metodlari bu ehtiyojni to‘liq qoplay olmaganligi sababli, intensiv, talaba faoliyatiga asoslangan yangi texnologiyalar ishlab chiqilmoqda.

ISSN 3030-3907

Shulardan biri - SAR modeli (Simulation, Analyze, Reflection) — ayniqsa, klinik fanlarda, xususan, otorinolaringologiya fanini o‘qitishda samarali natijalar bermoqda.

- SAR modeli pedagogik jihatdan konstruktivizm, faoliyatga asoslangan ta’lim, reflektiv pedagogika, hamda tajriba orqali o‘rganish nazariyalariga tayangan holda yaratilgan. Ushbu modelning asosiy ustunligi shundaki, u talabaning o‘quv jarayonidagi faol ishtirokini ta’minlaydi va unda "bilim olish", "bilimni qo‘llash" va "bilimni baholash" bosqichlari o‘zaro bog‘liq ravishda amalga oshiriladi.
- SAR modelining uch bosqichi quyidagicha izohlanadi:

Simulation (Simulyatsiya): Talabalar real hayotga yaqinlashtirilgan klinik holatlarda qatnashadi, fantomlar, virtual vositalar yoki standartsiyalangan bemorlar orqali tajriba orttiradi.

Analyze (Tahlil): Klinik holat asosida tahlil, qaror qabul qilish, farqlash tashxislari va davolash algoritmlarini ishlab chiqish jarayoni.

Reflection (Refleksiya): Talabaning o‘z faoliyati ustida fikr yuritishi, xatolarni tahlil qilishi va keyingi harakatlar strategiyasini ishlab chiqishi.

SAR modeli asosida o‘qitish orqali o‘qituvchi talabaning kasbiy shakllanishini, mustaqil fikrlash va murakkab klinik holatlarda tezkor va aniq qaror qabul qilish malakasini shakllantiradi. Ayniqsa, otorinolaringologiyada diagnostika usullarining vizual xarakquloq (otoskopiya, rinoskopiya, laringoskopiya) simulyatsiya va tahlil asosida o‘rganishga imkon beradi.

Intensiv metodlar tibbiyotda kasalliklarni aniqlash, tashxis qo‘yish va davolash jarayonida qo‘llaniladigan usullar va instrumentlar majmuasidir. Ushbu metodlar Bemor ning umumiy holatini baholash, kasallikning kelib chiqish sabablarini aniqlash, intensiv belgilari va simptomlarini o‘rganish, shuningdek, uning organlar va tizimlar faoliyatiga ta’sirini aniqlashga qaratilgan.

Tibbiyotda intensiv metodlar kasalliklarni erta aniqlash, davolashning samaradorligini oshirish va oqibatlarini minimallashtirishda asosiy ahamiyat kasb etadi. Ular diagnostika jarayonida zamonaviy texnologiyalar, ilmiy izlanishlar va innovatsion yondashuvlar bilan boyitilgan.

Bugungi kun tibbiyot shifokorlarining mutaxassislik ko‘nikmalarini rivojlantirish bo‘yicha dolzarb muammo, o‘sib kelayotgan yoshlarni mehnat faoliyatlarida o‘z o‘rnini topishlariga, sifatli ta’lim olishlariga, shaxslararo ijtimoiy-madaniy munosabatlarini shakllantirishga yordam berishi kerak, biroq bunda eng muhimi–talabga to‘la javob beradigan darajada rivojlanish sharoitlari va o‘z imkoniyatlarini amalga oshira oladigan shaxsni shakllantirishdir.

ISSN 3030-3907

Aynan shuning uchun ham tibbiy ta’limning asosiy vazifasi, bo‘lajak shifokorlar kasbiy tayyorgarligining ajralmas qismi bo‘lgan mutaxassislik ko‘nikmalarini shakllantirish va rivojlantirish bo‘lishi kerak.

Faqat faoliyat zamiridagina inson mohiyati namoyon bo‘lishi, jamiyatning har qanday ijtimoiy tuzilmasining mavjudligi ta’minlanishi mumkin.

Inson va jamiyat ehtiyojlaridan kelib chiqqan holda, faoliyat shakllari quyidagisha turkumlashtiriladi:

- moddiy faoliyat (insonning o‘z xavfsizligini ta’minlanishi, oziq – ovqat, kiyim-keshakka bo‘lgan dastlabki ehtiyojlarining qondirilishi va mehnat qurollari orqali tashqi tabiatning o‘zgartirilishi), ijtimoiy faoliyat – (ijtimoiy munosabatlarga, ijtimoiy hayotga ta’sir ko‘rsatish);

- ma’naviy faoliyat (ilm – fan, san’at, din, badiiy ijod va boshqa sohalardagi faoliyat).

Inson faoliyati shakllari turlari, avvalo mehnat taqsimoti, odamlar, jamiyat ehtiyojining o‘sishi jarayonida o‘zgarib boradi.

Faoliyat jarayonlarini o‘rganish va tadqiq etish jarayonida talabalar intensiv kompetensiyasigaga quyidagisha yondoshdik:

Kasbiy faoliyat – insonni o‘zi egallagan shifokorligi doirasida faoliyat olib borishi, faoliyat jarayonida ehtiyojlari, manfaatlari, faoliyat rredmeti, motivlari, kasbiy faoliyatning maqsadlari, amalga oshirish yo‘llari, vositalari va usullarini tashkil etishidir.

Intensiv faoliyat - o‘ziga xos almashish sifatida qabul qilinishi mumkin, buning natijasida o‘zaro koprerativ yordam ko‘rsatish va murakkablikning maxsus darajasidagi harakatlar muvofiqligi ta’minlanadi. Shuningdek, kommunikatsiyani munosabatlarning tarkibiy qismlaridan biri sifatida belgilash mumkin.

Tibbiy ta’limda intensiv metodlarning turlari:

1. Anamnez yig‘ish (xavfli omillarni o‘rganish). Bemor bilan muloqot jarayonida uning kasallik tarixi, turmush tarzi, irsiy omillari, shuningdek, shikoyatlari o‘rganiladi.

Anamnez yig‘ish - bu bemorning sog‘lig‘iga oid ma’lumotlarni to‘plash jarayoni bo‘lib, u intensiv diagnostikada muhim ahamiyatga ega. Shifokor bemor bilan muloqot orqali uning kasallik tarixi, turmush tarzi, irsiy omillar, va joriy shikoyatlarini o‘rganadi. Bu jarayon xavfli omillarni aniqlashda va kasallikning sabablarini tushunishda yordam beradi.

Anamnez to‘plash quyidagi yo‘nalishlarda muhim ahamiyatga ega:

- shikoyatlar tahlili: simptomlarning boshlanishi, davomiyligi, xususiyati.
- irsiy omillar: oilaviy kasalliklar tarixi.
- turmush tarzi: ovqatlanish odatlari, harakat faoliyati, zararli odatlar.

ISSN 3030-3907

- kasbiy xavf-xatarlar: ish joyidagi zararli ta’sirlar.

2. Fizik tekshiruvlar - bu shifokor tomonidan bemorning tashqi ko‘rinishi, organlari va tizimlarining holatini qo‘l yoki maxsus asboblar yordamida bevosita kuzatish va baholash jarayoni. Ushbu metod diagnostika jarayonida muhim o‘rin tutib, kasalliklarni erta aniqlash va davolash uchun asos bo‘ladi.

Fizik tekshiruvlar odatda uch asosiy bosqichda o‘tkaziladi: ko‘zdan kechirish (inspeksiya), palpatsiya, perkussiya, va auskultatsiya. Har bir bosqich o‘ziga xos usul va vositalar orqali ma’lumot to‘plashga qaratilgan.

Ushbu tekshiruv usullari shifokor tomonidan bevosita bemorni kuzatish va unga ta’sir o‘tkazish orqali amalga oshiriladi:

- ko‘zdan kechirish (inspeksiya): tananing tashqi ko‘rinishi, quloq rangi, shilliq qavatlar holati.

- palpatsiya: organlar va tuzilmalarning kattaligi, tarkibi, og‘riq darajasini baholash.

- perkussiya: organlar va bo‘shliqlarning ovoz reaksiyasini aniqlash.

- auskultatsiya: yurak, o‘pka va boshqa organlarning faoliyatini maxsus asboblar yordamida eshitish.

3. Laboratoriya tekshiruvlari - kasalliklarni tashxislash, davolash jarayonini baholash va intensiv a maqsadida biologik maquloqallarni tekshirish jarayonidir. Bu metod tibbiyotda eng aniq ma’lumotlarni beradigan vositalardan biri bo‘lib, turli organlar va tizimlarning holatini baholashga yordam beradi. Tananing turli biologik suyuqliklarini tahlil qilish asosida amalga oshiriladi:

- qon tahlili: gemoglobin, eritrotsitlar, leykotsitlar darajasini aniqlash.

- suyuqlik tahlili: idra, qon plazmasi, shilliq kabi maquloqallarni tekshirish.

- mikrobiologik tahlil: bakquloqya va viruslarni aniqlash uchun biologik maquloqallarni o‘rganish.

4. Instrumental tekshiruvlar - bu kasalliklarni tashxislash va bemorning holatini baholash uchun turli tibbiy asbob va uskunalardan foydalanish jarayonidir. Ushbu metodlar organlar va to‘qimalarning holatini vizualizatsiya qilish yoki funksional testlar o‘tkazish imkonini beradi. Instrumental tekshiruvlar intensiv tashxis jarayonida laboratoriya tekshiruvlari bilan birgalikda muhim ahamiyatga ega:

-rentgenografiya: Skelet va ichki organlarni suratga olish.

-ultratovush tekshiruvi (UZI): Ichki organlarning real vaqtdagi holatini aniqlash.

- magnit-rezonans tomografiya (MRT): Yuqori aniqlikdagi vizuallashtirish usuli.

- elektrokardiografiya (EKG): Yurak ishlash faoliyatini baholash.

ISSN 3030-3907

5. Funksional tekshiruvlar - organizmning turli organlari va tizimlarining faoliyatini dinamikada o‘rganishga qaratilgan maxsus tekshiruv usullari. Ular organlarning normal yoki patologik faoliyatini, hamda kasalliklarning og‘irlik darajasini baholashga yordam beradi. Bunday tekshiruvlar diagnostika, intensiv a va davolash jarayonlarining muhim qismi hisoblanadi.

Funksional tekshiruv turlari:

-spirometriya: O‘pkaning ventilyatsiya faoliyatini baholash.

- stress-testlar: Jismoniy faoliyatda yurak ishlashini o‘rganish.

- nevrologik testlar: Nerv tizimining refleks va motorika qobiliyatini tekshirish.

- davolash jarayonini samarali tashkil qilish: Har bir Bemor ga individual yondashuv orqali davolash strategiyasini ishlab chiqish osonlashadi.

- kasallik oqibatlarini minimallashtirish: Kechikishlarni oldini olish va oqibatlarni yumshatishda muhim o‘rin tutadi.

- taxmin qilinayotgan muammolarni prognoz qilish: Kelajakdagi xavflarni aniqlash va intensiv a choralarini ishlab chiqish.

Intensiv metodlar tibbiy amaliyotda markaziy o‘rin tutadi. Ular shifokorlarga to‘g‘ri tashxis qo‘yish, kasalliklarning kelib chiqishini tushunish va samarali davolashni ta’minlash imkonini beradi. Bugungi kunda ushbu metodlar innovatsion texnologiyalar bilan boyib, tibbiyot sohasida yangi imkoniyatlar eshigini ochmoqda.

Otorinolaringologiya fanini SAR modeli asosida o‘qitish bo‘lajak shifokorlarning mutaxassislik ko‘nikmalarini rivojlantirishda yuqori samaradorlikka ega. Ushbu model klinik vaziyatlarni real sharoitga yaqinlashtirish, analitik tahlil qilish, mustaqil qaror qabul qilish va reflektiv o‘rganishni ta’minlaydi. Natijada, talabalar amaliyotga tayyor, diagnostik kompetensiyaga ega va tibbiy qarorlarni asoslangan holda qabul qila oladigan malakali mutaxassis sifatida shakllanadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Harden R.M., Laidlaw J.M. Essential skills for a medical teacher. – Edinburgh: Elsevier, 2023. – 315 p.

2. Kim S.Y., Park J. Simulation-based clinical reasoning training in otolaryngology: a systematic review. – *BMC Medical Education*, 2023. – 23(6). – P. 712–721.

3. Pott L.M., Chernobilsky B., Fried M.P. Development and validation of a virtual reality simulator for otolaryngology education. – *Laryngoscope*, 2024. – 134(3). – P. 567–575.

ISSN 3030-3907

4. Schön D.A. The reflective practitioner: How professionals think in action. – New York: Routledge, 2023. – 385 p.
5. I.Iminaxunova. Opportunities for teaching a foreign language based on a diagnostic approach// World Bulletin of Social Sciences, 2025, № 5. – P.375-380. https://doi.org/10.47390/SPR1342V5I1Y2025N50

ISSN 3030-3907

QUDUQ TUBI VA MAHSULDOR QATLAMNI OCHISHDA KIMYOVIY REAGENTLARNING ROLI

Sultonova Fotima
Qarshi iqtisodiyot pedagogika universiteti
E-mail: dilbarotakulova@gmail.com
Qurbanov Mingnikul Jumagulovich
Qarshi davlat universiteti dotsenti.
E-mail: mingniqulqurbanov@gmail.com
Bozorova Lobar Sharipovna
Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti
E-mail: bozorovalobar26@gmail.com
Salayev Mirxojiddin
Qarshi davlat universiteti magistranti

Annotatsiya: Ushbu maqolada neft va gaz konlari quduqlarining barit bilan to‘sib qo‘yilishi oqibatida quduqning mahsuldorligi pasayib ketishning oldini olish maqsadida qo‘llanilgan tadbirlar yoritilgan. Quduqdagi mavjud barit qatlamining suvda yechilmasligi va uni maxsus kimyoviy reagentlar orqali ychish lozimligi keltirib o‘tilgan. Bu borada kimyoviy reagentlardan NTF va DTPA asosidagi yechimlari va ushbu reagentlarning iqtisodiy jihatdan taqqoslov ma’lumotlari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: barit, perforatsiya, kollektor, shlam, favvora, bariy sulfat, nitrometilfosfat, dietilentriaminpentaatsetat.

Аннотация: В статье рассматриваются меры, принимаемые для предотвращения блокировки продуктивности скважин баритом в нефтяных и газовых скважинах. Отмечено наличие нерастворимого слоя барита в скважине и необходимость его растворения специальными химическими реагентами. В связи с этим из химических реагентов представлены растворы на основе НТФ и ДТПА, а также приведены сравнительные данные по экономическим аспектам применения этих реагентов.

Ключевые слова: барит, перфорация, коллектор, шлам, фонтан, сулфат бария,нитрометилфосфат, диэтилентриаминпентаацетат.

Abstract: The article discusses measures taken to prevent well productivity blockage by barite in oil and gas wells. It notes the presence of an insoluble barite layer in the well and the need to dissolve it with special chemical reagents. In this regard, solutions based on NTP and DTPA are presented from chemical reagents, and comparative data on the economic aspects of using these reagents are also provided.

ISSN 3030-3907

Key words: barite, perforation, collector, sludge, fountain, barium sulfate, nitromethylphosphate, diethylenetriamine pentaacetate.

Kirish

Hozirgi kunda dunyo bo‘yicha barcha mamlakatlarda neft va gaz sanoati tomonidan qazib olinayotgan neft va gaz mahsulotlariga bo‘lgan talab kundan kunga oshib bormoqda. Yer qa’ridan neft quduqlari orqali qazib chiqarilayotgan neft va gaz mahsulotlari har bir mamlakatning asosiy iqtisodiy tayanchi hisoblanadi. Hozirgi kunda neft va gaz zaxiralaridan ratsional ravishda maqsadli foydalanibgina qolmasdan, balki ularning mavjud qazib olish resurslarini kengaytirish, neft quduqlaridan qazib olishdagi mavjud muammolarni har tomonlama ilmiy-nazariy jihatdan chuqur o‘rganish va tahlil qilish kabi qator muammolar hozirgacha qolmoqda. Shu o‘rinda neft va gaz sanoati mahsulotlarini qayta ishlash va transportirovka qilishdagi kelib chiquvchi mavjud muammolar va ekologik muammolarni hal etishda kechiktirib bo‘lmas dolzarb masalalardan biri ekanligidan dalolat beradi [1; 2].

NATIJALAR MUHOKAMASI

Quduqlarni ekspluatatsiya qilishning nazariy asoslaridan biri, quduqlarni ekspluatatsiya qilish davrida uning mahsuldorligi pasayib borishini asoslaydi. Neft qazib olinayotgan quduqlar mahsuldorligi pasayishiga bir qancha sabablarni aytib o‘tish mumkin. Jumladan, plastlardagi neftning filtiratsion xossalarining pasayishi, qazib olinayotgan neftdagi asfaltosmolaparafinli birikmalarnig yig‘ilib qolishi va neft sizib chiquvchi kanallarni berkitib qo‘yishi, kollektorlarning mexanik tiqilmalar bilan ifloslanishi, texnologik qurilmalar tomonidan quduqqa yuboriladigan suyuqlik va reagentlardan hosil bo‘luvchi turli xil cho‘kmalarning paydo bo‘lishi, quduqning bosimi va haroratining pasayishi, plast nefti xossasining yomonlashuvi, mexanik zarrachalar va boshqa turli xil ta’sirlarni aytib o‘tish mumkin. Xuddi shunday holatlar neft qazib olinadigan barcha quduqlarda sodir bo‘ladi. Buning natijasida quduqning mahsuldorligi kun sayin pasayib boradi va oxir oqibatda uning mahsulot berish ko‘rsatkichi tushib ketadi.

Bundan tashqari neft va gaz qazib chiqarish jarayonida quduqlarning samarali ishlashi, ko‘p jihatdan quduqning geologik – texnik tuzilishiga, quduqning tozaligi va mahsuldor qatlam g‘ovakligiga, quduqning kollektorlik xususiyatining yuqori holda saqlanishiga bog‘liq. Quduq tubida va maxsuldor qatlamda mexanik, gelsimon qum-gipsli zarrachalar, metall qoldiqlari va qirindilari, turli xil yopishqoq shlaklar, chukindi tog‘ jinslarining yig‘ilishi quduqning ishlash samaradorligini pasaytiradi. Ushbu yuqorida keltirilgan holatlar quduqdagi neft oqimiga to‘sqinlik qiladi va bu o‘z navbatida kunlik neft uglevodorodlarini qazib chiqarishni kamaytiradi yoki butunlay tuxtatadi. Aksariyat

ISSN 3030-3907

xollarda mahsuldor qatlamni burg‘ulash jarayonida og‘irlashtirilgan burg‘ilash eritmalarining maxsuldor qatlamga o‘tib ketishi quduq mahsuldor qatlamining samaradorlik koifsentini kamayishiga sababchi bo‘ladi.

Ana shunday mahsuldorligi pasayib ketgan quduqlarning mahsuldorlgini oshirish ustida ko‘plab ilmiy va amaliy ishlar olib borilmoqda. Neft quduqlarining mahsuldorligini oshirish ustida bir qancha amaliy ishlar olib borildi va natijasi ularoq mahsuldorligi past quduqlarning oylik qazib olinish samaradorligini oshirish imkoniyatlariga zamin yaratildi.

Ko‘pgina neft quduqlarida neftning parafinli yuqori aromatik uglevodorodlari qum zarrachalar bilan birikib maxsuldor qatlam oqimi yo‘lini yopib qo‘yadi. Bu jarayon esa quduq ishlash rejimining buzilishiga olib keladi. Natijada quduq favvorali ishlash rejimidan mexanik ishlash rejimiga o‘tadi asta sekinlik bilan mahsulot berishdan butunlay tuxtaydi. Xuddi shunga misol tariqasida Shakarbuloq konining boshlang‘ich qatlam bosimi 395 kg*s/sm^3 ni tashkil etgan bo‘lsa, bugungi kunda qatlam bosimi 300 kg*s/sm^3 ni tashkil kiladi. Konda umumiy foydalanuvchi quduqlar soni 32 ta bo‘lib, shundan hozirgi kunda 5 ta quduqdan neft mahsuloti qazib chiqarilmoqda. Ushbu 5 ta quduqning 4 tasi tebranma dastgoh va chuqurlik nasoslari yordamida ishlatilmoqda. Qolgain bittasi esa favvora rejimida ishlatilmokda. Quduqdan kelayotgan mahsulot oqimining kamayishi, suyuqlik sathining tushib ketishiga sababchi bo‘lmoqda. Bunday holatda neft quduqlari vaqti-vaqti bilan to‘xtatilib, quduq stvolida suyuqlik sathi ko‘tarilgandan sung ishlatilmoqda. Vaholanki konning qatlam bosimi 300 kgs/sm^3 ni tashkil etadi.

Quduqlarning mahsuldorligi pasayishiga olib keluvchi omillardan biri mexanik zarrachalarning quduq tubi va mahsuldor qatlamda paydo bo‘lishidir. Quduqda mexanik zarrachalarning paydo bo‘lish sabablari sifatida quydagilarni ko‘rsatib o‘tish mumkin:

mahsulot tarkibidagi va mahsulot oqimi jarayonidagi sidementatsiyaga uchraydigan mexanik zarrachalarning mavjudligi;

quduqni qazish jarayoni paytida burg‘ilash asboblarining yemirilishi yoki shikastlanishi;

quduqga tushirilgan asbob-uskunalarning texnik avariyalar oqibaatida bir qismining o‘zilib qolib ketishi;

quduq devorlarida yoki mahsuldor qatlamda sodir bo‘ladigan mexanik erroziya natijasida hosil bo‘luvchi mexanik zarrachalar;

quduqni ta’mirlash va kapital ta’mirlash jarayonlarida noto‘g‘ri olib borilgan texnik ishlar tufayli hosil bo‘luvchi mexanik zarrachalar.

ISSN 3030-3907

Yuqorida keltirilgan sabablardan tashqari, boshqa bir qancha sabablar ham mavjudki va ushbu sabablar oqibatida quduqning samaradorligi jiddiy darajada pasayib ketadi.

Ushbu mexanik zarrachalarning quduq mahsuldorligiga salbiy ta'sirini quyidagi jarayonlarda yaqqol ifodalash mumkin;

-qatlamdan mahsulot oqimi bilan birga oqib kelayotgan mexanik zarrachalar qatlamning tabiiy g'ovakliklarida to'siqlar paydo qilganligi bois, quduqning o'tkazuvchanlik xususiyatining yomonlashuvi yoki quduqdagi neft mahsuloti oqimiga to'sqinlik qilishi;

nasos- kompressor uskunalarida tiqilmalar hosil qilishi va ularga shikast yetkazishi;

qatlamning umumiy tuzulmasi bo'yicha zichlanishni paydo qilishi va tusiqlar hosil qilishi;

Quduqning umumiy ekspluatatsiya muddatini qisqartirishi;

Ishlab chiqarish samaradorligining pasayishi.

Bunday holatlarda quduq mahsuldorligini oshirish uchun maxsus tadbirlar olib boriladi va qatlamni qayta ochishni talab qiladi. Bugungi kunda bunday muammoli holatlarda qatlamning tabiiy o'tkazuvchanligini tiklash va o'z vaqtida va samarali usullarda tozalash muhim ahamiyat va dolzarb vazifaga aylanadi.

Neft va gaz quduqlarini burg'ilash jarayonida ishlatiladigan og'irlashtiruvchi moddalardan biri — barit ($BaSO_4$) hisoblanadi. Barit yuqori zichlikka ega bo'lib, quduq bosimini muvozanatlashtirishda muhim rol o'ynaydi. Biroq ba'zi hollarda burg'ilash yoki sementlash jarayonida barit maxsuldor qatlamga kirib, uni to'sib qo'yadi, bu esa uglevodorod oqimini cheklab qo'yadi yoki butunlay to'sadi. Ushbu holat quduq samaradorligini jiddiy darajada pasaytiradi va maxsus tadbirlar orqali qatlamni qayta ochishni talab qiladi. Bunday hollarda maxsus kimyoviy reagentlar yordamida mexanik zarrachalar eritilib, quduqdan chiqarib yuboriladi. Bu usul asosan yuzasini pasaytirgan metalli va mineral aralashmalar uchun mos keladi. Quduq tubini va mahsuldor qatlamni mexanik aralashmalardan tozalash – neft va gaz qazib chiqarishda muhim texnik-ekspluatatsion masaladir. Ushbu jarayon nafaqat quduqning samarador ishlashini ta'minlaydi, balki uning uzoq muddatli ishlash qobiliyatini ham oshiradi. Zamonaviy tozalash usullarini to'g'ri tanlash va o'z vaqtida amalga oshirish orqali ishlab chiqarish xavfsizligi va iqtisodiy samaradorlikni ta'minlash imkoniyatiga erishiladi.

Quduq tubida va mahsuldor qatlamda barit chukmasining yigilishi natijasida qatlamning o'tkazuvchanlik xususiyatining yukolishi muammosining moxiyati shundan iboratki, barit suvda erimaydigan, kimyoviy jixatdan inert modda hisoblanadi. U mahsuldor qatlam perforatsiya kanallarini berkitadi, qatlam okimining filtratsion qobilyatini kamaytiradi va kollektorning tabiiy xossalarini

ISSN 3030-3907

yomonlashtiradi. Shuning uchun ishlab chiqarish jarayonida barit shlamlarini yoki qatlamni to‘suvchi barit qatlamlarini eritish uchun maxsus kimyoviy reagentlar va texnologik usullar qullaniladi.

Xuddi shuningdek, ishlab chiqarish jarayonida Shakarbuloq №33 neft qudug‘ini 2019 yilda mukammal ta’mirlash jarayonida favqulotda favvora holati yuzaga kelgan. Quduqni tinchlantirish ya’ni yuqori bosimdagi neft favvorasini oldini olish maqsadida 20 m³ bariy sulfat eritmasi tayyorlanib, perforatsiya qilingan interval oraliqlariga yuborilgan. Quduq tinchlantirilgan. So‘ngra quduqni texnologik rejim asosida ishlatish maqsadida olib borilgan bir qancha mukammal tamirlash ishlari olib borilishiga qaramay quduqdan mahsulot oqimi butunlay kelmagan. Quduq 2025 yil may oyida qayta perforatsiya qilindi, bir necha marotaba ishqoriy muhitda yuvish, ya’ni sulfanol eritmasi yordamida, 5 m^3 15 %-li xlorid kislota eritmasi yordamida kislotali ishlov berilishiga qaramasdan barit qatlami yechilmadi. Quduqda barit qatlamining erish jarayoni kuzatilmadi.

Quduqda etilendiamintetrasirka kislotasi (EDTS) ning 10 %-li pH-11 bulgan natriy karbonat bilan hosil qilingan 5 m³ li eritmasi bilan ishlov berildi va 300 kg*s/sm² bosim bilan qatlamga yuborildi. Quduqdagi barit qatlami yechilmadi. So‘ngra nitpometilfosfat kislotasi (NTF) ning 17 %-li pH-3 ga teng bo‘lgan eritmasi bilan quduqning mahsuldor qatlamiga 48 soat ishlov berildi va serkulyatsiya ta’minlandi. Quduqni yuvish jarayonida olingan suyuqlik lobaratoriyada analiz qilinganda eritmada bariy nitrofosfat tuzi hamda barit borligi aniqlandi. Bu kimyoviy reaksiyadan shu narsa aniq bo‘ldiki, erigan bariy ionlari NTF bilan kompleks tuz hosil $[Ba(NO_2CH_2PO_3)_2]$ qiladi. Bu jarayonni quyidagi reaksiya yordamida ifodalash mumkin:

$$2\ NO_2CH_2PO_3H_2 + Ba^{2+} \rightarrow [Ba(NO_2CH_2PO_3)_2] + 2\ H^+$$

Bir necha marotaba NTF eritmasi bilan ishlov berish ishlari olib borildi va qatlam o‘tkazuvchanligi ochilib, sanoat ahamiyatiga ega bo‘lgan neft mahsuloti olindi. Shu yilning iyul oyidan boshlab quduq shleyf liniyasi orqali neft tayyorlash qurilmasiga ishlamoqda. Natijada quduq debiti 0 dan 12 m³/kungacha tiklandi.

Turkmanistondagi neft konida 2022 yilda quduq perforatsiyasi barit shlami bilan yopilib qolgan xolda, 18% DTPA tuzi va termostabil surfaktantlar qo‘llanilib qatlam qayta ochilgan. Reagent sirkulyatsiyasi 24 soat mobaynida amalga oshirilgan. Natijada quduq debiti 0 dan 18 m³/kungacha tiklangan.

NTF kislotasining DTPA tuzidan afzalligi shundan iboratki, NTF reagentini iqtisodiy jihatdan sotib olish ancha arzon va O‘zbekiston elektron savdo magazinlarida sotib olsa bo‘ladi. DTPA tuzi Rossiyada ishlab chiqarilib, iqtisodiy jixatdan ancha qimmat. O‘zbekiston elektron savdo dukonlarda u sotilmaydi va

ISSN 3030-3907

topilishi qiyin reagent hisoblanadi.Quyidagi 1-jadvalda NTF va DTRA ning barit qatlamini eritish xususiyatlari boyicha taqqoslov ma’lumotlari keltirilgan.

1-jadval

NTF va DTRAning baritni eritish bo‘yicha solishtirish ma’lumotlari

№	Hususiyatlari	NTF (Nitrometilfosfat)	DTRA (dietilentriaminpentaatsetat kislota)
1	Kimyoviy tabiati	Fosfat kislota hosilasi	Organik xelatlovchi modda
2	Baritni yechish qobiliyati	Yuqori	O‘rta–yuqori
3	Reaksiya tezligi	Juda tez	Sekinroq
4	Reaksiya muhiti	Kislotali muhitda samarali	Neytral yoki slabo-shelchali muhitda
5	Qatlamni tozalash samarasi	Baritni tez va samarali yeritadi	Baritni asta-sekin yeritadi
6	Qo‘llash sohasi	Ilmiy va amaliyotda sinab ko‘rilmoqda	Keng sanoatda ishlatiladi
7	Ekologik xavfsizlik	Hamisha ehtiyotkorlik talab qiladi	Ekologik xavfsiz, insonga bezarar
8	Narxi va yetarliligi	Arzon va kup tarqalgan	Qimmat va kam tarqalgan
9	Kompleks tuz barqarorligi	Yuqori	Barqaror
10	Eritma tayyorlash yengilligi	Suvda oson yerishi	Suvda oson yerishi

XULOSA

Barit bilan to‘sib qo‘yilgan mhxsuldor qatlamni qayta ochish – quduqni qayta tiklashda muhim texnik tadbirlardan biridir. Baritning suvda yechilmasligi uni kimyoviy reagentlar orqali kompleks reaksiyalarga kiritishni talab etadi. NTF va DTPA asosidagi yechimlar, yuqori harorat va bosimda ishlatilishi qatlam ochilish samaradorligini oshiradi. Bu usullarni o‘z vaqtida va to‘g‘ri amalga oshirish orqali quduqlarning iqtisodiy foydaliligi tiklanadi va ishlab chiqarish qayta faollashtiriladi.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR

1. Bozorova L.Sh., Qurbanov M.J., Yuqori oltingugurtli neftning bitumgacha bo‘lgan fraksiyasidan arenotiofenlarni ajratish // “Neft va gaz kompleksida burg‘ulash, qazib olish va qayta ishlash jarayonlarining zamonaviy texnologiyalari” mavzusidagi respublika ilmiy-texnik anjuman materiallar to‘plami. Qarshi, 2018. -173-175 b.
2. Базорова Лобар Шариповна., Курбанов Мингникул Жумагулович., Муродов Малик Негмурадович. Технология получения ингибитора коррозии на основе бициклических сераорганических соединений нефти //Universum: технические науки. Выпуск:6(111). Часть 3. Москва 2023. -С. 18-21.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Temirov, A., & Akhmedov, V. (2022). Physico-chemical characteristics of an aminoaldehyde oligomer with inhibiting properties // Scientific Collection «InterConf». – Warsaw, 2022. – №122. –P. 303-305.

ISSN 3030-3907

УДК 691.3:628.477

МЕХАНОАКТИВАЦИЯ РИСОВОИ ШЕЛУХИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРАХ.

Рахимов Элбек Рахимович
магистр Ургенчского государственного университета им Абу Райхон Беруни

Аннотация. Во многих рисопроизводящих странах мира, в том числе в Узбекистане, направленные на использование золы рисовой шелухи в качестве тонкодисперсной активной минеральной добавки в строительные растворы. Разработаны составы модифицированного кладочного раствора и исследованы среднее значение коэффициента. прочности сцепления и характер отрыва.

Ключевые слова: рисовая шелуха, зол, тонкодисперсный, добавка, растрворы, строительный, лазерная гранулометрия.

Abstract. In many rice-producing countries of the world, including Uzbekistan, they are aimed at using rice husk ash as a finely dispersed active mineral additive in building mortars. The composition of the ash was studied by the method of laser granulometry and the values of the indicators characterizing the dispersion of its particles before and after mechanical activation were determined.

Keywords: rice husk, ash, fine, additive, solutions, construction, laser granulometry

Annotatsiya. Dunyoning ko‘plab sholi ishlab chiqaruvchi mamlakatlarida, shu jumladan O‘zbekistonda sholi qobig‘i kulini qurilish eritmalariga nozik dispersiyali faol mineral qo‘shimcha sifatida ishlatishga qaratilgan. O‘zgartirilgan devor eritmasining kompozitsiyalari ishlab chiqilgan va koeffitsientning o‘rtacha qiymati o‘rganilgan. yopish kuchi va ajratish tabiati.

Kalit so‘zlar: guruch qobig‘i, yovuzlik, nozik dispersiya, qo‘shimchalar, rastrvorlar, qurilish, lazer granulometriyasi.

I. Введение.

При всём многообразии свойств кладочного раствора и стенового материала, ключевым, с точки зрения прочности, надёжности и безопасности кладки, является удельная сила сцепления между ними.

Слабым местом растворов, используемых на практике, является применяющийся в качестве основного вяжущего портландцемент. Совокупность его свойств плохо соотносится с требуемыми для достижения высокой эффективности кладочных растворов. Низкая удельная поверхность, оптимальная для бетонов, имеющих в качестве приоритетного свойства прочность - не обеспечивает нужной водоудерживающей

ISSN 3030-3907

способности и скорости твердения; высокая активность - не позволяет получать низкомарочные растворы с достаточным содержанием минерального клея, без неоправданного перерасхода дорогостоящего вяжущего и т.п.

Минеральные и полимерные добавки, вводимые для придания требуемых свойств, чаще всего лишь устраняют «узкие места», присущие портландцементу, плохо приспособленному для растворов, а не способствуют раскрытию его потенциала.

Использование минеральных тонкодисперсных компонентов, например, извести, при определённом улучшении адгезии, приводит к существенному падению прочности, повышению усадки и высолообразованию, снижению морозостойкости и падению многих других показателей.

В связи с этим, повышение надёжности и безопасности каменной кладки не целесообразно без пересмотра сырьевой базы кладочных растворов. Наиболее гибкой минеральной системой, обладающей огромным адаптационным потенциалом, являются композиционные вяжущие. Они позволяют, за счёт изменения соотношения между клинкерной составляющей и минеральной добавкой, варьирования состава последней, введения химических модификаторов и изменения режимов обработки, придавать им разнообразные свойства, необходимые для решения конкретной задачи.

II. Обзор литературы.

Утилизация рисовой лузги на сегодняшний день является весьма актуальным вопросом. Первые публикации о составе, свойствах и возможном использовании лузги появились более 100 лет назад - в 1871 г. Затем работы на эту тему публиковались в книгах, научных и производственных журналах, издававшихся, по меньшей мере, на десяти языках, не считая английского. Неорганические компоненты обычно определяют в золе, которая составляет от 13,2 до 29,0% массы лузги. Однако минеральный состав часто указывают по отношению к массе лузги. Высокое содержание кремнезема в поверхностном слое лузги обусловливает устойчивую влажность и большую твердость (5,5-6,5 по шкале Мооса) Согласно литературным данным известны способы удаления кремнезема из лузги, заключающиеся в обработке ее щелочью. К наиболее используемым активным минеральным компонентам для цементов, бетонов и растворов относятся метакаолин, микрокремнезем, золы и шлаки теплоэлектростанций, зола рисовой шелухи (ЗРШ) и др. [1-2].

ISSN 3030-3907

Исходя из вышеизложенного, проблема вовлечения отходов, получаемых при переработке риса, В странах-производителях риса процесс его переработки сопровождается огромным количеством отходов в виде соломы, отрубей и шелухи (более 1 т рисовой соломы и шелухи на 1 т зерна), поэтому существует серьезная проблема их утилизации [3-5]. Сухая шелуха обрабатывается по особой технологии в специальных высокотемпературных печах, после чего она превращается в эффективный сорбент (впитывающее вещество). 1 г способен поглощает до 6 г нефти, при этом она достаточно долго сохраняет хорошую плавучесть, что облегчает ее сбор с поверхности воды. Технология сбора разлившихся нефтепродуктов с помощью шелухи гречихи и риса уже была опробована в Хорезмском крае. Ввиду того, что рисовая шелуха вследствие высокого количества кремнийорганического полимера растительного происхождения, плохо горит и не гниет, а также доступна и дешева, необходимого для биодеградации нефтепродуктов.

III. Методология исследования и эмпирический анализ

Рисовую солому используют в основном для сельскохозяйственных нужд (на корм животным идет до 70 % ее количества). Рисовые отруби, и мучка являются побочными продуктами, образующимися из верхнего слоя зерновки шелушенного риса в процессе его шлифования. В строительстве ее применяют в качестве отделочных и кровельных материалов (до 5 %), остальную солому сжигают непосредственно на полях (до 15 %) или просто оставляют там и в местах обмолота риса для естественного разложения (до 10 %). В настоящее время основное направление утилизации рисовой соломы — выпуск целлюлозы и ее производных продуктов [6]. Рисовую шелуху используют для получения кремнезема в кристаллической и аморфной формах, с последующим применением аморфного кремнезема в технологии строительных материалов.

ISSN 3030-3907

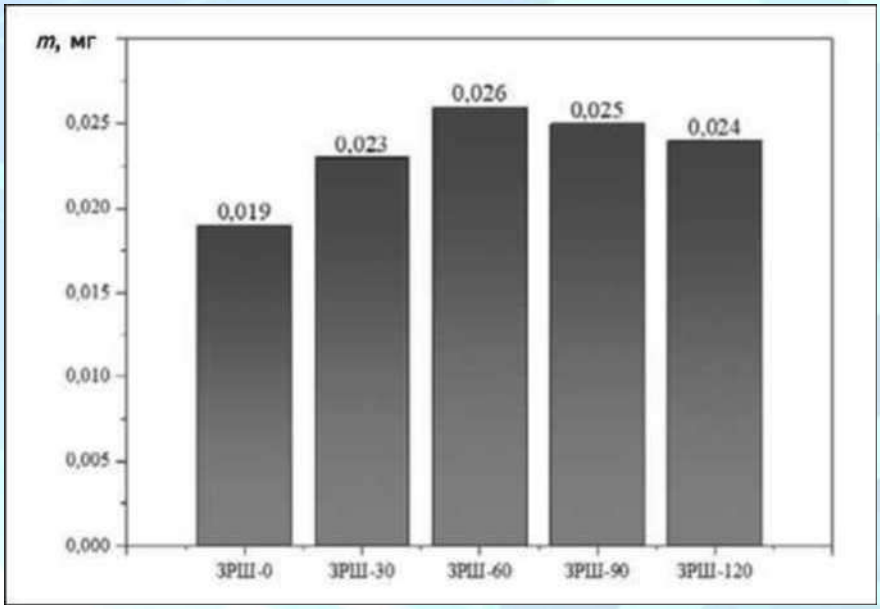


Рис. 1. Масса растворенного оксида кремния, мг, в образцах золы рисовой шелухи с различной продолжительностью механоактивации

Как показал анализ химического состава ЗРШ, приведенный в работах [7], зола имеет кислый характер и в основном состоит на 80—90 % из диоксида кремния. Кроме того, в ней содержатся в небольших количествах оксиды щелочных и щелочноземельных металлов, а также некоторые другие оксиды. При этом для ЗРШ характерно высокое содержание аморфного кремнезема и большая удельная поверхность.

Полученную из отходов обработки риса, выращенного Хорезмского региона, рисовую шелуху сушили и затем сжигали в лабораторной печи при температуре 650 °С с последующим быстрым охлаждением, потом измельчали в вибрационной мельнице в течение от 30 до 120 мин для получения механоактивированной ЗРШ в виде тонкого порошка.

Эффективность механоактивации золы рисовой шелухи в зависимости от продолжительности помола с точки зрения повышения ее пуццоланической активности можно оценить совокупностью влияния двух факторов: экстенсивного, т. е. увеличением площади удельной поверхности частиц ЗРШ, и интенсивного, или ростом растворимости в воднощелочной среде содержащегося в ней аморфного кремнезема.

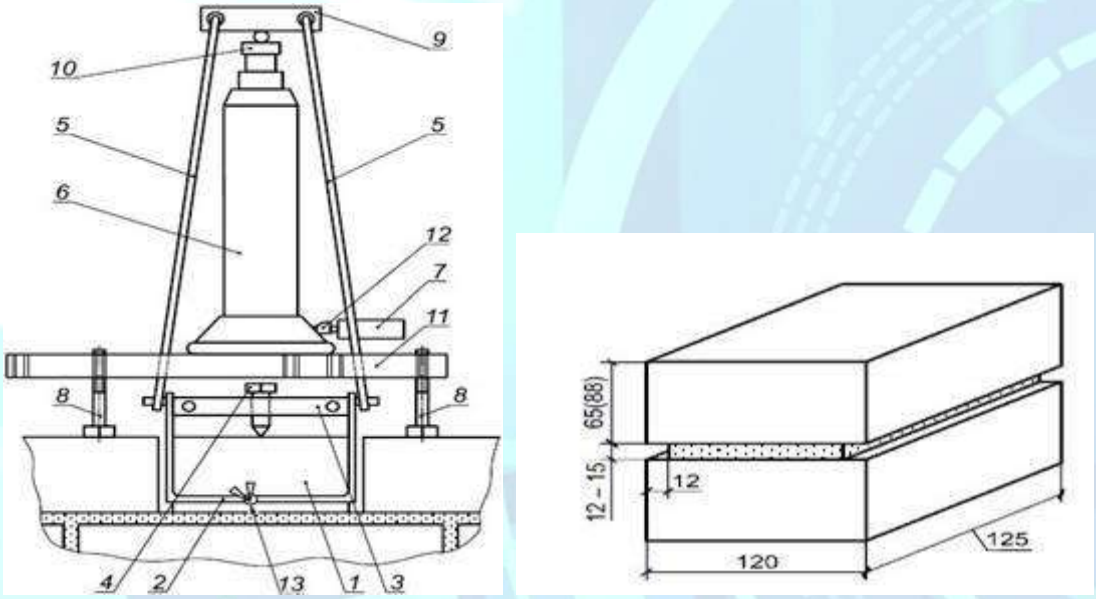
Известно, что традиционные кладочные растворы на основе минеральных компонентов имеют ограниченный потенциал наращивания основных показателей, в частности адгезии к различным видам стеновых материалов. Это связано с большим количеством негативных побочных явлений, вызываемых вводимыми в них тонкодисперсными компонентами, перекрывающими основной положительный эффект. Использование золы рисовой шелухи в качестве тонкодисперсной активной минеральной добавки

ISSN 3030-3907

в строительные растворы, хорошо зарекомендовавших себя в сухих строительных смесях различного назначения, не популярно ввиду значительного удорожания строительного раствора при его высоком расходе - в толсто шовной кладке растворные швы могут формировать до 20% от общего объёма конструкции.

IV. Результаты

Испытания трех образцов из двух целых кирпичей изготовленных одновременно с кладкой стены показали значение предела прочности сцепления при осевом растяжении равным 1,4; 2,0 и 1,8 кг/см^2. Характер разрушения: разрыв по раствору. Испытания двух образцов из пяти не представилась возможным из за предела возможности испытательного оборудования (2,2 кг/см^2) т.к. при этой величине не произошел разрыв образца.



а) **б)**

Рисунок-1. Сборное гидравлическое испытательное оборудование(а) и схема подготовки образцов (б)

1 – испытуемый кирпичи двойки; 2 – захват (тросовый); 3 – перекладина; 4 – регулировочный болт; 5 – тяга; 6 – гидравлический домкрат; 7 – манометр; 8 – регулируемые опоры; 7– траверса; 10 – шарнир; 11 – рама; 12 – переходник; 13 – узел троса.

Решением, не применявшимся ранее, является разработка композиционных вяжущих, обеспечивающих сродство растворов к основным типам применяемых стеновых материалов, с целью повышения сцепления между элементами кладки, её надёжности и безопасности.

Доказано, что высокие эксплуатационные характеристики кладки на разработанных растворах объясняются микроструктурой

ISSN 3030-3907

оптимизированного камня, которая отличается однородностью, существенно меньшим размером новообразований, их равномерным распределением, полиминеральным составом, повышенной плотностью и степенью гидратации клинкерных минералов. Четкой границы контактной зоны со стеновым материалом не просматривается за счёт сродства структур элементов многослойной системы. Гармонизация тепловых и влажностных деформационных показателей предопределяет долговечность конструкции.

V. Выводы

Механоактивация золы рисовой шелухи в течение 60 мин путем помола в вибрационной мельнице оптимальная по совокупности влияния экстенсивного и интенсивного факторов повышения ее пуццоланической активности, так как экспериментальным путем установлено, что именно такая продолжительность механоактивации приводит одновременно к получению наиболее дисперсных частиц золы и к максимальной растворимости содержащегося в ней аморфного кремнезема.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зырянов М. С., Ахметжанов А. М., Манушина, Потапова Е. Н. Определение
2. пуццолановой активности метакаолина // Успехи в химии и химической технологии.2016. Т. XXX. № 7. С. 44-46.
3. Zyryanov M. S., Akhmetzhanov A. M., Manushina S., Potapova Ye. N. Determination of the puzzolanic activity of metakaolin. Успехи в химии и химической технологии, 2016, vol. XXX, no. 7, pp. 44-46. (In Russian).
4. Pontes J., Santos Silva A, Faria P. Evaluation of pozzo- lanic reactivity of artificial
5. pozzolans [Оценка пуццолановой реакционной способности искусственных пуццоланов]. Materials Science Forum, 2013, vol. 730-732, pp. 433-438.
6. Tang Van Lam, Ngo Xuan Hung, Bulgakov B. I., Aleksandrova O. V., Larsen O. A. et al. The use of ash and slag waste as an additional cementing material. Vestnik BGTUim. V. G. Shukhova. 2018, no. 8, pp. 10-18. Available at: https: //doi.org/10.12737/article_ 5b6d58455b5832.12667511 (accessed 11.07.2019). (In Russian).
7. Bazhenov Yu. M., Pham Toan Duc. Improving the water resistance of concrete in humid hot climates. Stroitel'- nyye materialy, 2007, no. 7, pp. 21. (In Russian).
8. SCIENCE AND INNOVATION INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL VOLUME 1 ISSUE 8 UIF-2022: 8.2 | ISSN: 2181-3337 1085

ISSN 3030-3907

9. Вураско А. В., Минакова А. Р., Гулемина Н. Н., Дрикер Б. Н. Физико-химические свойства целлюлозы, полученной окислительно-органосольвентным способом из растительного сырья // Леса России в XXI веке: материалы I Междунар. науч.- практ. интернет-конф. (июнь 2009 г.). СПб, 2009. С. 127-131.
10. Vurasko A. V., Minakova A. R., Gulemina N. N., Driker Physico-chemical properties of cellulose obtained by the oxidative-organosolvent method from vegetable raw materials. Lesa Rossii v XXI veke: mat. pervoy Mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf. [Forests of Russia in the XXI century: mat. First Int. scientific-practical internet conf., June 2009]. St. Petersburg, 2009, pp. 127-131. (In Russian)
11. Bui Danh Dai. Influence of rice husk ash on the properties of mortar and concrete [Влияние золы рисовой шелухи на свойства раствора и бетона]. Joint international scientific symposium "Scientific Achievements in Research on New Modern Building Materials". Hanoi, 2006, pp.32-38.

ISSN 3030-3907

UDK 677.021

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА БАРАБАНА ИСХОДЯ ИЗ УСЛОВИЯ ЗАХВАТА ХЛОПКА-СЫРЦА В ЗУБЧАТЫЙ ПИЛЬНЫЙ БАРАБАН ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ.

Джураев Анвар

д-р техн. наук, профессор, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: anvardjuraev1948@mail.ru

Одилов Хайрулло Рахмонжон ўғли

докторант, Андижанский государственный технический институт,

Республика Узбекистан, г. Андижан

E-mail: hayrulloodilov94@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрены условия улавливания хлопка-сырца в барабане с криволинейным зубчатым полотном для очистки хлопка от крупных примесей. В данной конструкции зубья, полностью учитывающие воздействие на хлопчатобумажные волокна по длине барабана, выполнены криволинейными, поэтому, учитывая, что движение хлопка-сырца, уловленного на его поверхности, представляет собой пространственное движение по осям x, y, z, получена математическая модель, отображающая движение хлопка-сырца по поверхности криволинейного зуба. На основе анализа графиков связей даны рекомендуемые значения параметров.

Ключевые слова. Пильный барабан, хлопок, крупная грязь, очиститель, кривой зуб, радиус, оси координат, масса, скорость, центробежная сила, коэффициент трения, нормальная сила, угол отклонения, рекомендуемые значения.

Annotation. This article describes the conditions for catching cotton pieces in a drum with a curved toothed saw blade for cleaning cotton from large impurities. In this design, the teeth that fully take into account the impact on the cotton pieces along the length of the drum are curved, so taking into account the fact that the movement of the cotton piece caught on its surface is in spatial motion along the x, y, z axes, a mathematical model is obtained that represents the movement of the cotton piece on the surface of the curved tooth. Based on the analysis of the connection graphs, the recommended values of the parameters are given.

Key words. Saw drum, cotton, large dirt, cleaner, crooked tooth, radius, coordinate axes, mass, speed, centrifugal force, friction coefficient, normal force, deflection angle, recommended values.

ISSN 3030-3907

Annotatsiya. Ushbu maqolada tavsiya etilgan paxtani yirik iflosliklardan tozalagich og‘ma tishli arrachali baraban harakatida paxta bo‘laklarini ilib olish sharti aniqlangan. Mazkur konstruksiyada paxta bo‘laklariga ta’sir baraban uzunligini bo‘yiga to‘liq inobatga oluvchi tishlar og‘ma bo‘lganligi uchun uning sirtida ilib olingan paxta bo‘lagi harakati x, y, z o‘qlari bo‘yicha fazoviy harakatda bo‘lganligini hisobga olgan holda, paxta bo‘lagini og‘ma tish sirtidagi harakatini ifodalovchi matematik modeli olingan. Bog‘lanish grafiklarini tahlili asosida parametrlarining tavsiya etilgan qiymatlari keltirilgan.

Kalit so‘zlar. Arrachali baraban, paxta, yirik ifloslik, tozalagich, og‘ma tish, radius, koordinata o‘qlari, massa, tezlik, markazdan qochma kuch, ishqalanish koeffitsiyenti, normal kuch, og‘ish burchagi, tavsiya qiymatlari.

ВВЕДЕНИЕ

Существующие хлопкоочистительные машины с ленточным пильным барабаном не обеспечивают равномерную очистку хлопковой ленты по всей ее длине [1,2]. Зубчатые ленты на поверхности пильных барабанов расположены с определенным шагом, оставляя расстояние между зубьями открытым. Хлопковая лента захватывается и всасывается только в той части, где находятся зубья. Поэтому была разработана новая конструктивная схема барабана, обеспечивающая контактную поверхность зубьев по всей длине барабана [3,4]. В рекомендуемой конструкции боковые кромки лент барабана выполнены изогнутыми, в результате чего зубья ленты полностью охватывают барабан по всей его длине.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДОЛОГИЯ. Расчетная схема и математическая модель, иллюстрирующие движение хлопкового волокна по криволинейной поверхности зубьев. Важно определить условия захвата хлопкового волокна при движении рекомендуемой хлопкоочистительной машины с изогнутым барабаном с зубчатой лентой. В данной конструкции, поскольку зубья изогнуты для обеспечения полной длины барабана, движение хлопкового волокна, захваченного его поверхностью, представляет собой пространственное перемещение вдоль осей x, y, z [5,6]. Поэтому была разработана расчетная схема, иллюстрирующая движение хлопкового волокна по криволинейной поверхности зубьев.

На рисунке 1 представлена расчетная схема, иллюстрирующая движение хлопкового волокна.

ISSN 3030-3907

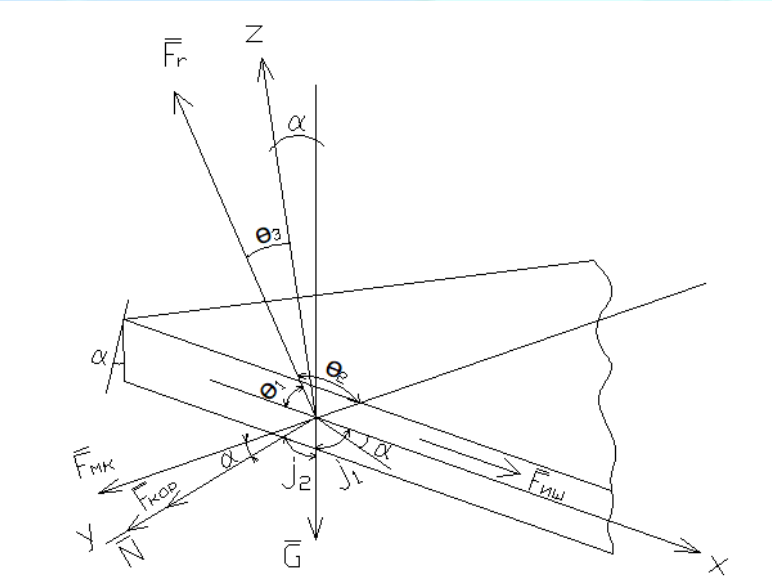


Рисунок 1. Расчетная схема, представляющая движение куска ваты по поверхности зубцов барабана.

Как видно из расчетной схемы, на подвешенный на поверхности зуба кусочек ваты действуют следующие силы [7,8]:

Гравитация:

$$G_n=m_ng \quad (1)$$

Здесь m_n - масса ватного шарика, g -ускорение свободного падения.

Сила трения [9,10]:

$$F_{мк}=fN \quad (2)$$

Здесь N- сила реакции, f - коэффициент трения между кусочком ваты и поверхностью зуба пилы,

Центробежная сила:

$$F_{мк} = m_n\omega_б^2R \quad (3)$$

Здесь ωб, R-угловая скорость барабана, а его радиус,

Сила Кориниса [11,12]:

$$F_{кор}=2\omega_б\cdot\dot{x} \quad (4)$$

Здесь ẋ-скорость движения хлопковой нити вдоль конической шестерни.

На неё также влияют сила соприкосновения хлопковой нити с основной частью хлопковой нити $\bar{F}$б и сила сопротивления воздуха $\bar{F}$х. Сила сопротивления воздуха не учитывалась ввиду её малости [13].

По условию равновесия движения на поверхности зубьев барабана [8,9,14]:

$$\sum_{i=1}^{n} F_{xi} = 0;\ \sum_{i=1}^{n} F_{yi} = 0;\ \sum_{i=1}^{n} F_{zi} = 0 \quad (5)$$

ISSN 3030-3907

В этом случае как сумма сил, действующих на нить, так и сумма их проекций на оси координат, согласно принципу Даламбера [14], будут равны нулю. В этом случае система дифференциальных уравнений, описывающая движение нити по поверхности зубчатого ремня барабанного привода, будет иметь следующий вид [14,15]:

$$m_n \frac{d^2x}{dt^2} = F_{иш} - G\cos j_1 - F_б \cos \theta_1 - F_{мқ} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right);$$

$$m_n \frac{d^2y}{dt^2} = G\cos j_2 + F_{мқ}\cos\alpha + F_{кор} + N + F_б \cos\theta_2;$$

$$m_n \frac{d^2z}{dt^2} = F_б \cos\theta_3 + G\cos\alpha - F_{мқ}\sin\alpha \qquad (6)$$

Здесь x, y, z — значения смещения хлопкового волокна вдоль осей координат на поверхности конического зубчатого колеса.

После того, как коническое зубчатое колесо захватит хлопковое волокно, для его уноса не должно быть смещения вдоль осей координат, то есть:

$$x=0;\ y=0;\ z=0 \qquad (7)$$

Соответственно, силу реакции N определяем из второго уравнения системы (6), а силу связи Fб – из третьего уравнения:

$$N=-G\cos j_2 - F_{мқ}\cos\alpha - F_{кор} - F_б\cos\theta_2;$$

$$F_б=(F_{мқ}\sin\alpha - G\cos\alpha)\frac{1}{\cos\theta_3} \qquad (8)$$

Если полученные выражения (8) решить относительно радиуса пильного барабана, то уравнение, подставленное в первое уравнение системы (6), даст следующее выражение:

$$R = \frac{\frac{g\cos\alpha}{\cos\theta_3}\cdot(\cos\theta_2 - \cos\theta_1) - g(f\cos j_2 + \cos j_1) - f\omega_б\dot{x}}{\omega_б^2\left[f\left(\cos\alpha - \sin\alpha\frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_3}\right) - \frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_3} - \cos\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)\right]} \qquad (9)$$

Следует отметить, что радиус внешней окружности барабана, при условии, что ватный шарик находится между зубьями пильного диска, составляет:

$$R_т = R + h\cos\alpha\cos\frac{\alpha_1}{2} \qquad (10)$$

Здесь h-высота зубца пилы, а α_1- угол между зубцами пилы.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ. Расчеты на основе полученного выражения (10) для определения радиуса окружностей зубьев пилообразного барабана проводились при следующих значениях параметров:

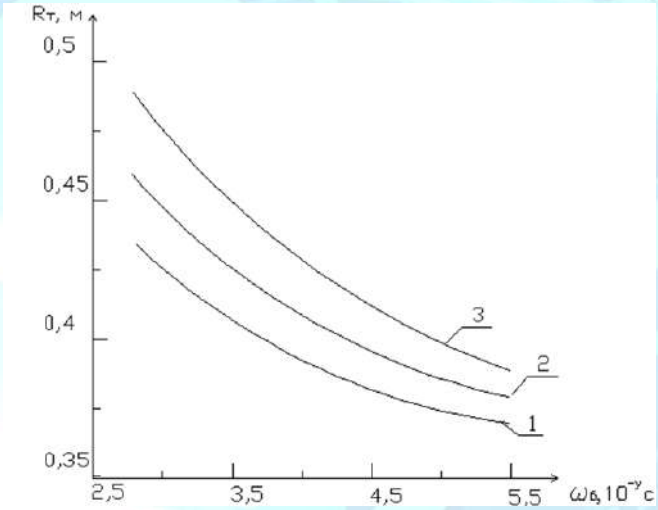
$$\omega_б = (3{,}2 \div 5{,}4)\cdot 10^{-1}\text{с};\ \alpha = (5^0 \div 10^0);$$

$$h = (3{,}0 \div 6{,}5)\cdot 10^{-3}\text{м};\ f = (0{,}08 \div 0{,}37);$$

$$\alpha_1 = (0{,}25 \div 0{,}5)\ \text{рад}.$$

ISSN 3030-3907

Следует отметить, что изменение её угловой скорости оказывает существенное влияние на зубья барабана пилообразной ленты при навешивании кусков хлопка. На рисунке 2 представлены графики зависимости радиуса наружных окружностей барабана с ленточной пилой рекомендуемой машины от её угловой скорости.



1-α=5,0^0; 2-α=10^0; 3-α=15^0;

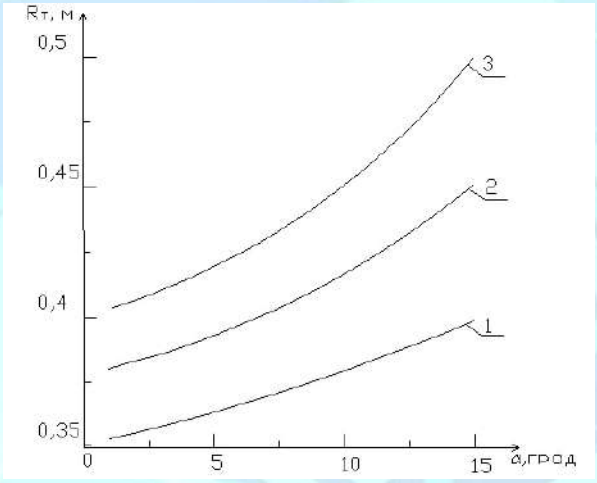
Рисунок-2. Графики зависимости радиуса наружных окружностей барабана с ленточной пилой на рекомендуемом очистителе от изменения его угловой скорости.

Согласно анализу построенных графиков, при увеличении угловой скорости пильного барабана от 3,2·10-1с до 5,3·10-1с радиус наружных окружностей пильного барабана уменьшается от 0,43м до 0,38м в нелинейной связи при α=50.

Соответственно видно, что радиус наружных окружностей пильного барабана уменьшается с 0,485м до 0,39м в нелинейной связи при увеличении угла отклонения зубьев пилы до 150.

Рекомендуемый угол наклона зубьев пилы очистного барабана изменяет количество снимаемого хлопка. Это позволяет определить величину радиуса наружных окружностей барабана. На рисунке 3 представлены графики зависимости радиуса наружных окружностей рекомендуемого очистного барабана с ленточной пилой с криволинейными зубьями от угла наклона зубьев пилы.

ISSN 3030-3907



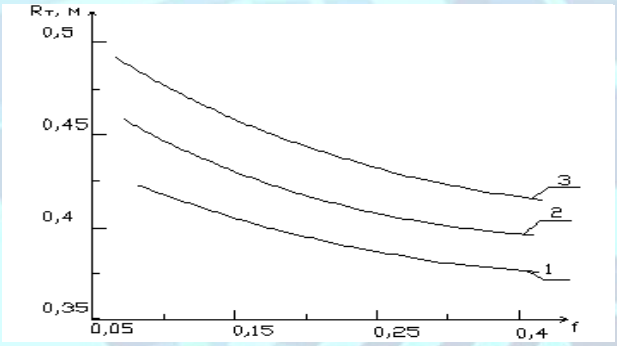
1-h=3,0·10-3м; 2-h=5,0·10-3м; 3-h=6,5·10-3м

Рисунок-3. Графики зависимости радиуса наружных окружностей барабана ленточной пилы с рекомендуемым очистителем от угла отклонения зубьев пилы.

При анализе графиков видно, что при высоте зуба 3,0·10-3м и увеличении угла наклона зубьев от 2,70 до 150 значения наружного радиуса барабана увеличиваются от 0,375м до 0,425м, а при h=6,5·10-3м значения Rт линейно возрастают от 0,416м до 0,496м.

На основании анализа результатов экспериментов целесообразно углы наклона зубьев пильной ленты принимать в пределах рекомендуемых значений (110÷150) для обеспечения радиуса наружных окружностей пильного барабана в пределах (0,48÷0,51) м.

На основе проведенных исследований на рисунке 4 представлены графики, демонстрирующие зависимость между изменением внешнего радиуса барабана ленточной пилы с косозубыми зубьями и изменением коэффициента трения между куском хлопка и винтовой поверхностью пильного полотна.



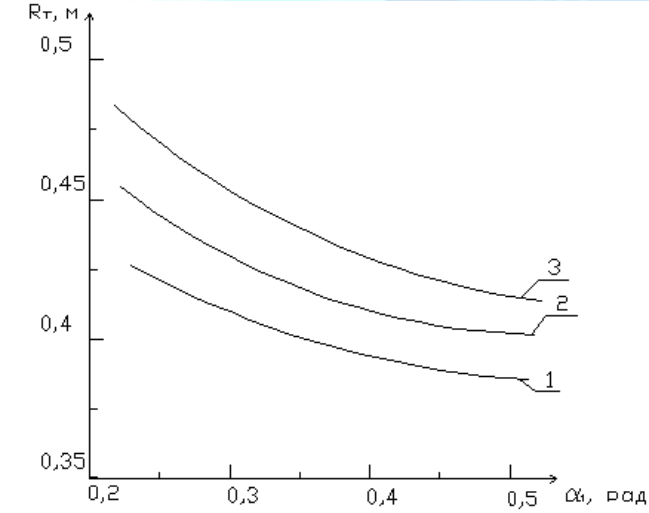
1-α=5,00; 2-α=100; 3-α=150;

Рисунок-4. Графики зависимости изменения внешнего радиуса барабана ленточной пилы с криволинейным зубчатым полотном от изменения коэффициента трения между куском хлопка и криволинейной поверхностью зубчатого полотна пилы.

ISSN 3030-3907

Согласно анализу, при увеличении коэффициента трения между поверхностью конических шестерен и хлопковой лентой от 0,08 до 0,38 и α=50 радиус наружных окружностей пильного барабана уменьшается от 0,43м до 0,38м в нелинейной связи и аналогично при α=150 значения Rт уменьшаются от 0,481м до 0,427м и выполняется условие протаскивания хлопковой ленты. Соответственно, желательно, чтобы значения коэффициента трения между хлопчатобумажной деталью и поверхностью зуба пилы находились в пределах (0,12÷0,18) для обеспечения рекомендуемых значений радиуса наружных окружностей барабана и угла отклонения зубьев пилы.

На рисунке 5 представлены графики изменения радиуса наружных окружностей пильного барабана в зависимости от угла при вершине зубьев. При анализе графиков изменения радиуса наружных окружностей рекомендуемого пильного барабана установлено, что при значениях α1 от 0,25 рад до 0,5 рад и f=0,25 значения Rт уменьшаются нелинейно от 0,435м до 0,402м. Также видно, что при f = 0,15 радиус наружных окружностей пильного барабана уменьшается с 0,432м до 0,348м. Соответственно, при f=0,15 значения Rт линейно уменьшаются с 0,48м до 0,423м, рисунок 5, график 3.



1-f=0,25; 2-f=0,2; 3-f=0,15

Рисунок 5. Графики зависимости изменения радиуса наружных окружностей пильного барабана от изменения угла при вершине зубьев.

Рекомендуемые значения α1=(0,3÷0,45) рад.

ВЫВОДЫ. Рекомендована конструктивная схема хлопкоочистителя с крупными зубьями. В результате теоретических исследований получена система дифференциальных уравнений движения куска хлопка по

ISSN 3030-3907

поверхности зубьев ленты очистного барабана. Получена формула для расчета радиуса наружных окружностей пильного барабана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Авторское свидетельство СССР, №1567660. кл D01 G9/14. 1998.
2. Федоров В.С. Технология первичной обработки хлопка. 1937, с.208-209.
3. Авторское свидетельство СССР, №994586. Барабан очистителя волокнистого материала, кл. D01 G9/14. 1981.
4. A.Djurayev., & Kuliev, T. M. (2020). Designing and methods of calculating parameters of a fibrous material cleaner from large litter. *International Journal of Advanced Science and Technology*, *29*(8 Special Issue), 444-452.
5. Djuraev, A., & Kuliev, T. (2020). Creation of a design and justification of parameters of a single-stage fiber cleaner. *International Journal of Advanced Science and Technology*, *29*(5), пп 4522-4529.
6. Plekhanov A.F., Tashpulatov D.S., Jurinskaya I.M., Djurayev A., Shuhratov S.H. (2020). Analysis of vibrations and influence on the effect of cleaning the multi-face graves of the cleaners of fibrous materials | [Анализ колебаний и влияния на эффект очистки многогранных колосников очистителей волокнистых материалов]. *ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, Серия Технология текстильной промышленности* 389(5), пп 99-104.
7. Plekhanov A.F., Tashpulatov D.S., Jurinskaya I.M., Djurayev A., Shuhratov S.H. (2020). Substantiation of the parameters and modes of motion of the working bodies of the film section of the cleaner of fiber material | [Обоснование параметров и режимов движения рабочих органов пильчатой секции очистителя волокнистого материала]. *ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, Серия Технология текстильной промышленности* 389(5), пп 110-114.
8. Djuraev A., Beknazarov J. K., Kenjaboev S. S. Development of an effective resource-saving design and methods for calculating the parameters of gears with compound wheels //*International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. – 2019. – Т. 9. – №. 1. – С. 2385-2388.
9. Behbudov, S. H., Amonov, A. R., Qodirova, D. X., & Djuraev, A. D. (2019). Teoretiko-experimental method of definition of parameters of the roller with the rubber plug of the device for drawing of the polymeric composition on lines of sewed materials. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, *9*(1), 2069-2074.
10. Khojiev, M. T., Juraev, A. D., Murodov, O. D., & Rakhimov, A. K. (2019). Development of design and substantiation of the parameters of the separator for

ISSN 3030-3907

fibrous materials. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, *8*(2), 5806-5811.

11. Juraev, A., Ozod R. (2019). Analysis of the interaction of fibrous material with a multifaceted grid of the cleaner. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, *8*(1), 2661-2666.

12. А.Д. Джураев, Д.С. Ташпулатов, А.Ф. Плеханов. (2019). Justification for selection of parameters of bars on elastic supports of raw cotton pulp cleaner | [Обоснование выбора параметров колосников на упругих опорах очистителя волокнистой массы хлопка-сырца]. *ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, Серия Технология текстильной промышленности* 381(3), пп 80-86.

13. S.Sh.Tashpulatov, A.D.Dzhuraev, I.V.Cherunova, B.R.Ryskulova, G.A.Ganieva, Sh.Kh.Bekhbudov, K.P.Aydosova. (2018). Theoretical-experimental method of determination of parameters of the roller with the rubber bushing of the device for applying the polymer composition on the connecting seams of clothing items | [Теоретико-экспериментальный метод определения параметров ролика с резиновой втулкой устройства для нанесения полимерной композиции на соединительные швы деталей одежды]. *ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, Серия Технология текстильной промышленности* 378 2018-January (6), пп 141-145.

14. A.Dzhuraev, D.S.Tashpulatov, S.M.Elmonov, A.F.Plekhanov, R.O.Zhilisbayeva. (2018). Effective technology of natural fiber cleaner from impurities on elastic supports and justification of grate parameters | [Эффективная технология очистителя натурального волокна от примесей на упругих опорах и обоснование параметров колосника]. *ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, Серия Технология текстильной промышленности* 378 2018-January (6), пп 70-75.

15. Tozhiboyev Z.Sh., Dzhurayev A.D., Mansurova M.A., Mansurova D. (2004). Dynamics of a mechanism with flexible connection to the lower thread pusher on a sewing machine. *ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, Серия Технология текстильной промышленности* 6 (281), пп 102-104.

ISSN 3030-3907

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ УЗЛОВ МЕЛЬНИЦ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ

Акмал Жуманазаров
соискатель Навоиского государственного горно-металлургического университета, PhD по техническим наукам,
E-mail: ar.jumanazarov@gmail.com
Илхом Эгамбердиев
заведующий кафедры "Локализация производственных процессов" Навоиского государственного горно-металлургического университета, доктор технических наук, профессор,
E-mail: Ilkhom1997@mail.ru,
Tel: +998936124560
Маъруф Саибов
докторант кафедры "Технология машиностроения" Навоиского государственного горно-металлургического университета,
E-mail: m.saibov94@gmail.com,
Tel: +998900855865
Улугбек Очилов
докторант кафедры "Технология машиностроения" Навоиского государственного горно-металлургического университета,
E-mail: ulugbek_ochilov94@mail.ru,
Tel: +998915495655

Аннотация. Редуктор является ключевым звеном приводной системы мельниц, обеспечивающим передачу крутящего момента от электродвигателя к барабану. В условиях переработки твёрдых и абразивных руд редуктор работает под воздействием переменных динамических нагрузок, возникающих в результате ударных импульсов и вибраций, передающихся через вал-шестерню. Эти нагрузки приводят к усталостному разрушению зубчатого зацепления, снижению износостойкости и преждевременному выходу узла из строя. В рамках данного исследования выполнено полное численное моделирование поведения редуктора шаровой мельницы с использованием метода конечных элементов, включая анализ напряжённо-деформированного состояния, распределения нагрузок и резонансных характеристик. Определены зоны концентрации напряжений в зубьях, переходных участках валов и на сопрягаемых поверхностях корпуса. Полученные данные позволили выявить наиболее уязвимые элементы конструкции и разработать рекомендации по улучшению геометрии.

ISSN 3030-3907

Результаты моделирования являются основой для повышения надёжности и виброустойчивости редукторов, используемых в составе дробильно-размольного оборудования.

Ключевые слова: редуктор, шаровая мельница, зубчатое зацепление, вибрации, динамические нагрузки, МКЭ, износ, усталость, надёжность.

Аннотация. Редуктор — бу электродвигателдан барабанга айланма моментни узатишни таъминловчи мельницаларнинг ҳаракатлантирувчи тизимининг асосий бўғини ҳисобланади. Қаттиқ ва абразив рудаларни қайта ишлаш шароитида редуктор вал-шестерня орқали узатиладиган зарба импульслари ва вибрациялар натижасида вужудга келадиган ўзгарувчан динамик юкламалар таъсирида ишлайди. Бу юкламалар тишли улашмаларнинг чарчоқдан емирилиши, кийилишга чидамлиликнинг пасайиши ва узелнинг муддатидан олдин ишдан чиқишига олиб келади. Ушбу тадқиқот доирасида шарли мельница редукторининг тўлиқ сонли моделлаштирилиши амалга оширилди — у ниҳоявий элементлар усули (МКЭ) асосида, кучланиш-деформация ҳолати, юклама тақсимоти ва резонанс хусусиятлари таҳлилини ўз ичига олади. Тишларда, валларнинг ўтиш қисмларида ва корпуснинг туташган юзаларда кучланишлар концентрацияси мавжуд бўлган ҳудудлар аниқланди. Олинган маълумотлар асосида конструкциянинг энг заиф элементлари аниқланди ва геометрияни такомиллаштириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилди. Моделлаштириш натижалари майдалаш ва парчалаш ускуналарида қўлланиладиган редукторларнинг ишончлилигини ва вибрацияга чидамлилигини ошириш учун асос бўлади.

Калит сўзлар: редуктор, шарли мельница, тишли улашма, вибрациялар, динамик юкламалар, МКЭ, кийилиш, чарчоқ, ишончлилик.

Abstract. The gearbox is a key component of the mill's drive system, responsible for transmitting torque from the electric motor to the drum. Under conditions of processing hard and abrasive ores, the gearbox operates under variable dynamic loads resulting from impact impulses and vibrations transmitted through the pinion shaft. These loads cause fatigue failure of the gear mesh, reduced wear resistance, and premature failure of the assembly. This study presents a comprehensive numerical simulation of the behavior of a ball mill gearbox using the finite element method (FEM), including analysis of stress-strain states, load distribution, and resonance characteristics. Stress concentration zones were identified in the gear teeth, shaft transitions, and mating surfaces of the housing. The obtained data made it possible to identify the most vulnerable structural elements and develop recommendations for improving the geometry. The simulation results form the

ISSN 3030-3907

basis for enhancing the reliability and vibration resistance of gearboxes used in crushing and grinding equipment.

Keywords: gearbox, ball mill, gear mesh, vibrations, dynamic loads, FEM, wear, fatigue, reliability.

Введение

Редуктор шаровой мельницы представляет собой один из наиболее нагруженных элементов приводной системы, обеспечивающий передачу крутящего момента от электродвигателя к барабану. При эксплуатации в условиях переработки твёрдых и абразивных руд он подвергается воздействию переменных динамических нагрузок, формирующихся в результате ударных импульсов от мелющих тел, а также вибраций, передающихся через вал-шестерню [1, 2]. Эти воздействия провоцируют усталостное разрушение зубчатых зацеплений, снижение износостойкости контактных поверхностей и, как следствие, преждевременный выход узла из строя [3].

Анализ отказов оборудования на горно-металлургических предприятиях показывает, что выход из строя редуктора часто становится причиной внеплановых остановок технологического процесса и существенных производственных потерь [4, 5]. Повышенные требования к надёжности и ресурсу узлов редуктора в современных условиях эксплуатации требуют внедрения более совершенных подходов к их расчёту и оптимизации конструкции. Ограничения традиционных инженерных методов расчёта, основанных на статической нагрузке и упрощённых допущениях, не позволяют учесть всю сложность реальных рабочих условий. В этой связи численные методы анализа, прежде всего метод конечных элементов (МКЭ), становятся важнейшим инструментом при проектировании и верификации конструкций редукторов [6]. Метод позволяет моделировать распределение напряжений, деформаций и резонансных эффектов, что особенно важно при наличии циклических и ударных нагрузок. В ряде работ [7, 8] было показано, что использование МКЭ для анализа шестерён, валов и корпусов редукторов позволяет выявить критические зоны концентрации напряжений, определить чувствительность конструкции к частотным возбуждениям и предложить мероприятия по улучшению формы деталей. Однако большинство известных исследований ограничено локальными участками зубчатого зацепления либо не учитывает колебательный характер нагрузки, характерный для шаровых мельниц [9-13].

Объект и методы исследования

ISSN 3030-3907

Для оценки динамической надежности и структурной устойчивости редуктора, работающего в условиях высоких нагрузок в шаровых мельницах, был применен комплексный подход к моделированию методом конечных элементов. Исследование направлено на воспроизведение условий эксплуатации редуктора, установленного на шаровой мельнице МШЦ 3600×5000, типичном агрегате, используемом в процессах измельчения руды на высокопроизводительных металлургических заводах. Эти редукторы подвергаются сложному сочетанию крутящих и ударных нагрузок, возникающих как из-за передачи крутящего момента от двигателя, так и из-за неравномерного возбуждения, вызванного динамикой мелющих тел. Следовательно, точный анализ напряжений и модальный анализ имеют решающее значение для выявления потенциальных областей отказа и повышения общей механической целостности редукторной системы.

Геометрия редуктора была детально смоделирована с использованием параметрических САПР, особое внимание уделялось точности профилей зубьев шестерен, переходов валов и элементов корпуса. Эта модель была импортирована в ANSYS Workbench для конечно-элементного анализа. Для достижения баланса между точностью моделирования и вычислительной гибкостью упрощения вводились только в тех случаях, когда они не снижали точности локализации напряжений. В частности, контакт между поверхностями зубчатых передач на текущем этапе моделировался как связанный, чтобы изолировать влияние геометрии и нагрузки, в то время как подшипниковые узлы представлялись как податливые опоры с радиальной жесткостью. Корпус редуктора, изготовленный как литая деталь, рассматривался как единое сплошное тело с изотропными упругими свойствами. Высококачественная неструктурированная сетка была создана с использованием тетраэдрических элементов второго порядка с локальным измельчением в областях высокого градиента напряжений, таких как впадины зубчатых передач, галтели и посадочные места подшипников. Окончательная сетка состояла приблизительно из 500 000 элементов, а сходимость была проверена с помощью исследований чувствительности сетки. Средний коэффициент асимметрии элементов поддерживался ниже 0,5, а коэффициенты Якоби контролировались для предотвращения численной нестабильности в критических областях. Сценарий нагружения был разработан для воспроизведения реальных рабочих условий. К входному валу прилагался крутящий момент, соответствующий двигателю мощностью 1000 кВт, работающему с частотой вращения 15,2 об/мин. Выходной вал воспринимал противодействующие силы, обусловленные сопротивлением

ISSN 3030-3907

барабана, аппроксимированным статическими эквивалентными нагрузками на основе эмпирических данных, полученных на действующих предприятиях. Кроме того, на сигнал крутящего момента накладывалось синусоидальное колебание для имитации вибрационного возбуждения, типичного для частичной загрузки мельницы и дисбаланса среды. Также учитывалась гравитационная нагрузка, а корпус редуктора был закреплен в местах крепления основания, имитируя жесткое крепление к фундаменту мельницы.

Помимо статического структурного анализа, был проведен модальный анализ для определения собственных частот системы и связанных с ними форм колебаний. Целью было обнаружить совпадение рабочих частот машины с резонансами конструкции, особенно в диапазоне 80–150 Гц, которые, как известно, связаны с гармониками зацепления зубчатых передач и ударными переходными процессами в процессе измельчения. Были выделены и исследованы первые десять мод для оценки возможных эффектов динамического усиления. Свойства материала для моделирования были выбраны на основе наиболее распространённого сплава, используемого в производстве редукторов — среднелегированной стали марки 34ХН3М. Модуль упругости, коэффициент Пуассона, предел текучести и плотность материала задавались в соответствии со стандартными металлургическими данными, что обеспечивает реалистичный механический отклик в ожидаемых условиях нагрузки.

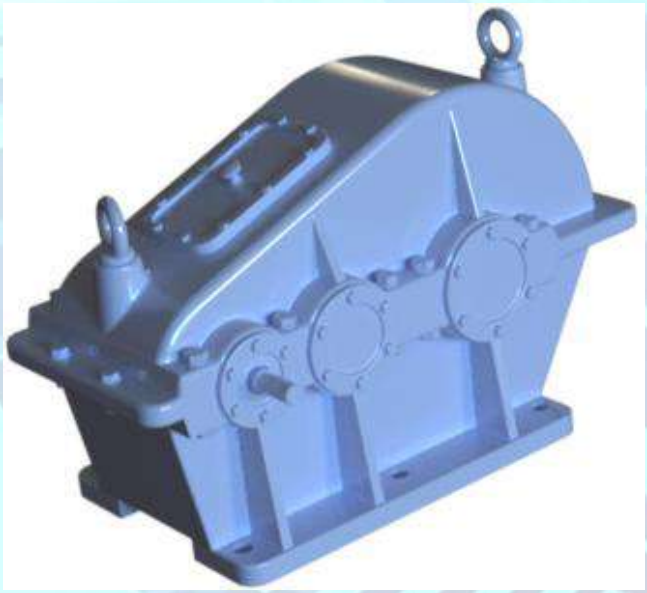


Рис. 1. Параметрическая 3D-модель узла редуктора шаровой мельницы, использованная в качестве основы для анализа методом конечных элементов.

ISSN 3030-3907

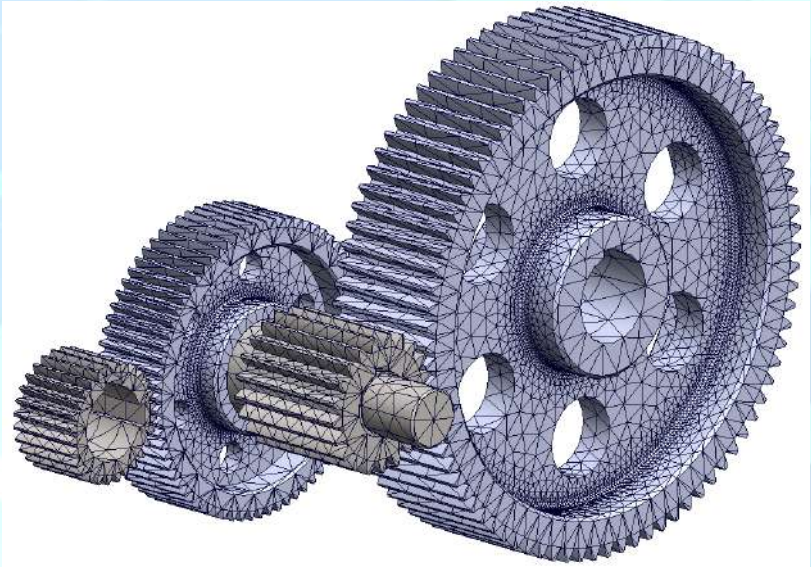


Рис. 2. Сетка конечных элементов с локальным измельчением в критических областях впадин шестерен, галтелей вала и посадочных мест подшипников.

Для исследования чувствительности характеристик к выбору материала было проведено дополнительное моделирование с использованием стали 40ХН2МА, обладающей повышенной усталостной прочностью и широко применяемой в высоконагруженных редукторах. Данная модель моделирования обеспечивает детальное представление поведения редуктора при реалистичных эксплуатационных нагрузках, позволяя проводить как статическую, так и динамическую оценку рисков критических конструктивных элементов. Результаты служат основой для последующей оптимизации геометрии, выбора материала и стратегий термической обработки, направленных на увеличение срока службы и надёжности приводных систем шаровых мельниц.

ISSN 3030-3907

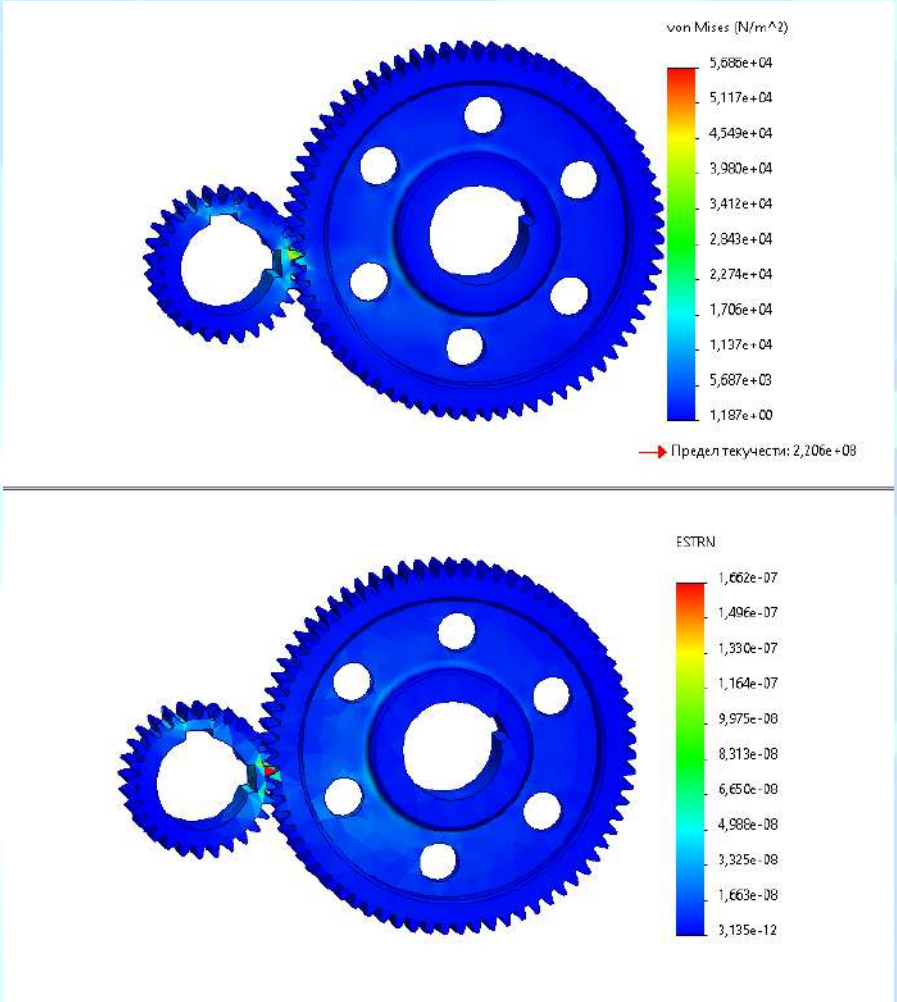


Рис. 3. Результаты численного анализа модели зацепления: (вверху) эквивалентные напряжения по Мизесу, Па; (внизу) распределение относительных деформаций (ESTRN). Зоны максимальной концентрации наблюдаются в области корней зубьев малой и большой шестерни. Красной стрелкой показан предел текучести материала ($2{,}206\times10^8$ Па).

Результаты и обсуждение

Конечно-элементное моделирование, проведенное в данном исследовании, позволило получить детальное представление о напряженно-деформированном состоянии и динамических характеристиках редуктора шаровой мельницы под эксплуатационной нагрузкой. Статический и модальный анализ выявили структурные уязвимости системы и позволили определить критические зоны, где концентрация напряжений и динамическое усиление с наибольшей вероятностью приведут к усталостному повреждению или механическому отказу.

Распределение статических напряжений и передача нагрузки

Эквивалентное распределение напряжений по Мизесу при номинальном крутящем моменте представлено на рисунке 5. Как и

ISSN 3030-3907

ожидалось, пиковые напряжения наблюдались в области галтелей зубьев шестерни и ведомых шестерен, причем локальные максимумы достигали 412 МПа для входного вала и 385 МПа для выходного вала. Эти значения приближаются к 42–45% от предела текучести стали 34ХН3М, что свидетельствует о значительном накоплении усталости в процессе длительной циклической эксплуатации. Кроме того, в переходных зонах между валом и ступицами шестерен наблюдались повышенные напряжения из-за геометрических неоднородностей, что подчёркивает необходимость использования больших радиусов и плавных переходов профиля в этих областях. Локализация напряжений также была выражена в области контакта выходного вала с посадочными местами подшипников. Несмотря на упрощения в моделировании подшипников, смоделированные радиальные смещения показали, что структурная жёсткость корпуса играет ключевую роль в перераспределении нагрузки при динамическом возбуждении.

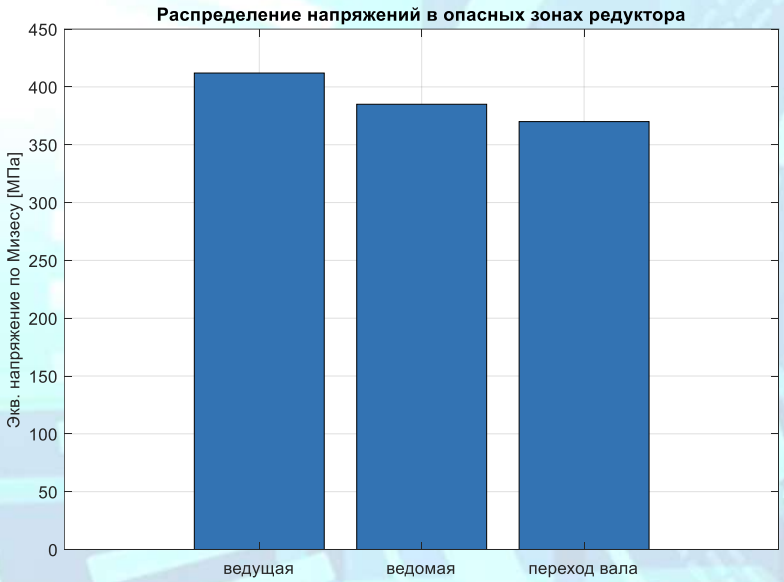


Рис.4. Эквивалентное распределение напряжений по Мизесу

Модальный анализ и резонансное поведение

Модальный анализ редуктора позволил получить спектр собственных частот и связанных с ними моделей деформации до 500 Гц. Первые десять форм колебаний и соответствующие им частоты представлены в таблице 3. Первая доминирующая форма изгиба выходного вала возникла на частоте 87,3 Гц, в то время как крутильная деформация зубчатой пары была выявлена на частоте 116,4 Гц. Эти значения особенно важны, поскольку они попадают в диапазон частот колебаний, обычно возбуждаемых ударами мелющих тел в барабане шаровой мельницы, особенно при частичной нагрузке или несбалансированных условиях эксплуатации. На рисунке 7 представлена

ISSN 3030-3907

третья форма колебаний, соответствующая поперечным колебаниям вала в горизонтальной плоскости, и выявляется потенциальное соприкосновение с основанием конструкции или несоосность муфты. Риск резонанса особенно высок в случаях, когда гармоники вращения мельницы или зацепления шестерен совпадают с этими формами колебаний, что приводит к усилению динамических напряжений и повышению вероятности возникновения усталостных трещин в зубьях шестерен и заплечиках валов.

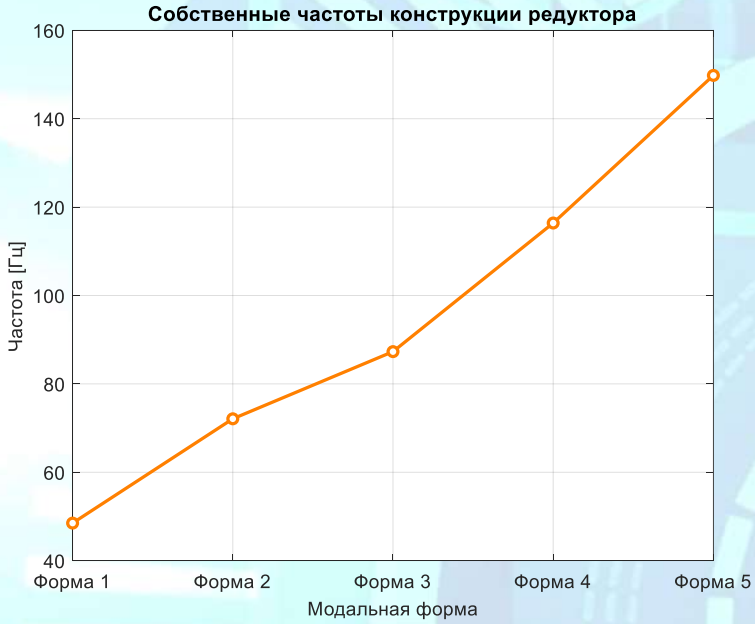


Рис.5. Собственные частоты редуктора

Сравнение характеристик материалов

В моделировании, где материал валов и шестерен был заменен сталью 40ХН2МА, пиковые уровни напряжений по Мизесу снизились примерно на 7–10%, в основном за счет более высокого модуля упругости материала и повышенной усталостной прочности. Хотя это может и не привести к кардинальному изменению статической грузоподъемности, ожидается заметное улучшение долговременных характеристик при циклическом нагружении, особенно в зонах многоцикловой усталости, таких как переходы между зубьями зубьев и галтели. Это подтверждает рекомендацию использовать 40ХН2МА или аналогичную среднелегированную сталь в будущих редукторах для ответственных горнодобывающих применений.

ISSN 3030-3907

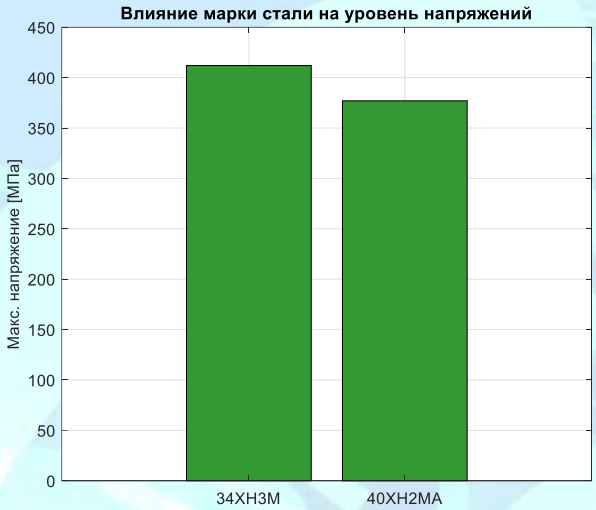


Рис.6. Сравнение напряжений для разных марок стали

Предложения по повышению надёжности

Результаты численного анализа редуктора шаровой мельницы позволяют сформулировать ряд конструктивных и технологических предложений, направленных на снижение уровня эксплуатационных напряжений, исключение резонансных режимов и повышение ресурса наиболее нагруженных элементов привода.

1. **Оптимизация геометрии переходных участков валов и корней зубьев.** Моделирование показало, что максимальные напряжения концентрируются в галтелях зубчатых венцов и переходах между валами и ступицами. Рекомендуется увеличить радиусы скруглений на 20–30% и применять профильные фаски с плавным сопряжением, что способно снизить эквивалентные напряжения до 10–15% в критических зонах.

2. **Использование стали 40XH2MA вместо 34XH3M для изготовления шестерён и валов.** Альтернативное моделирование подтвердило, что применение стали с повышенной усталостной прочностью (40XH2MA), позволяет снизить максимальные напряжения по Мизесу до 7–10% и повысить устойчивость к многоцикловому износу. Это особенно актуально для валов-шестерён и выходных валов, подверженных крутильным колебаниям.

3. **Перераспределение массы и балансировка роторов.** Для снижения чувствительности к возмущениям со стороны дисбаланса мельницы и ударов мелющих тел целесообразно провести точную динамическую балансировку всех вращающихся элементов редуктора, особенно ведомого вала и шестерни.

4. **Сдвиг собственных частот конструкции за пределы возбуждающих диапазонов.** Резонансные формы колебаний, выявленные на

ISSN 3030-3907

частотах 87–116 Гц, могут быть устранены путём локального увеличения жёсткости конструкции (например, утолщение фланцев корпуса, усиление опорных стоек). Это приведёт к смещению собственных частот выше 150 Гц и снижению риска динамического усиления.

5. **Улучшение теплоотвода и системы смазки.** Учитывая тепловое накопление в зонах опор, целесообразно рассмотреть применение принудительного масляного охлаждения и высоковязких синтетических смазок с повышенной термической стабильностью.

6. **Реализация регулярного вибрационного мониторинга.** Для своевременного обнаружения критических состояний и контроля за амплитудой колебаний рекомендуется внедрение датчиков вибрации на корпусе редуктора и ведение анализа по методу БПФ (Быстрого Преобразования Фурье) в диапазоне 0–500 Гц.

Заключение

В ходе численного моделирования редуктора шаровой мельницы выявлены зоны максимальных напряжений — в области корней зубьев и переходов валов, где напряжения достигают 412 МПа. Модальный анализ показал совпадение собственных частот конструкции с диапазоном технологических вибраций (87–116 Гц), что повышает риск резонансных явлений и усталостного разрушения. Показано, что применение стали 40ХН2МА, снижает уровень напряжений до 10% по сравнению с 34ХН3М. Разработаны предложения по повышению надёжности редуктора, включая оптимизацию геометрии, подбор материала, и внедрение вибрационного мониторинга. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании, модернизации и диагностике приводов дробильно-размольного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Davydov N.G., Sitnov V.V. Dynamics of drive mechanisms in grinding mills. — M.: Mashinostroenie, 1996.

2. Choudhury A.K., Das R. Vibration analysis of ball mill using experimental and FEM method // Int. Journal of Mechanical Engineering Research. - 2008. - Vol. 3, No. 2. - P. 33–40.

3. Kulagin M.I., Krasovsky V.N. Drum Mills: Theory and Design. - M.: Nedra, 1984.

4. Степень П., Банасьяк Г., Возняк А. Диагностика внутренней динамики промышленных мельниц // Виброинжиниринг. - 2019. - Т. 21. № 4. - С. 1045–1056.

ISSN 3030-3907

5. Ignaszak Z., Popielarski P. Problems of heat source modeling in exo–isothermic materials used in foundry sleeves // Materials Science Forum. - 2006. - Vol. 514. - P. 1438-1442.
6. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. The Finite Element Method. - Butterworth-Heinemann, 2005.
7. Cleary P.W. Simulation of charge motion in ball mills. Part 1: Experimental verifications // Minerals Engineering. — 2001. — Vol. 14, No. 11. — P. 1351–1364.
8. Centea D., Bhushan B. Analysis of contact fatigue failure of gear teeth using FEM // Tribology International. — 2000. — Vol. 33. — P. 687–697.
9. Жуманазаров А.Р., Эгамбердиев И.П., Очилов У.Ю. Разработка модели дискретных элементов для шаровых мельниц. Proceedings of the v-international conference on integrated innovative development of zarafshan region: achievements, challenges and prospects. 2024. Vol.2. 11-12 p.
10. Жуманазаров А.Р., Эгамбердиев И.П., Очилов У.Ю. Влияние объема суспензии на процесс измельчения вращающейся мельницы с использованием мультиметодного подхода и анализа параметров. Proceedings of the v-international conference on integrated innovative development of zarafshan region: achievements, challenges and prospects. 2024. Vol.2. 17-18 p.
11. N. Karimova, U. Ochilov, Sh. Yakhshiev I. Egamberdiev, Predictive maintenance of cutting tools using artificial neural networks, XIV International Conference on Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability (TITDS-XIV-2023). 2023.
12. Sh. Yakhshiev, E. Egamberdiev, A. Mamadiyarov, Kh. Ashurov, N. Khamroev, Research on Engineering Structures and Materials 9(1), 163-179, 2023.
13. N. Karimova, U. Ochilov, O. Tuyboyov, Sh. Yakhshiev, I. Egamberdiev, Advanced surface roughness characterization using 3D scanning technologies and YOLOv4, IV International Conference on Geotechnology, Mining and Rational Use of Natural Resources, GEOTECH-2024.

ISSN 3030-3907

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛАВОНОИДЫ В СУШЕНОМ БАЗИЛИК ОПРЕДЕЛЕНЫ МЕТОДОМ ХРОМАТОГРАФИИ

Мамбетшерипова Ажаргуль Абдиганиевна
(PhD)., доц.Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, Республика Каракалпакстан
E-mail: majargul@bk.ru

Аннотация: В работе представлен методический подход к определению флавоноидов в образцах с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии. Для экстракции флавоноидов навеску образца (5–10 г) обрабатывали 70% раствором этанола при нагревании и перемешивании, после чего проводили повторные реэкстракции. Объединённые экстракты доводили до необходимого объёма, центрифугировали и отбирали надосадочную жидкость для анализа. В качестве элюентов применяли фосфатную буферную систему и ацетонитрил, что соответствует данным литературы. Полученный метод обеспечивает эффективное выделение и последующее определение флавоноидов в исследуемых образцах.

Ключевые слова: флавоноиды, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), экстракция этанолом, фосфатный буфер, ацетонитрил, растительные образцы, количественный анализ.

Annotation: This research outlines a methodological approach for the quantification of flavonoids in plant samples using high-performance liquid chromatography (HPLC). Sample portions (5–10 g) were subjected to extraction with 70% ethanol under controlled heating and stirring conditions, followed by successive re-extractions to maximize yield. The combined extracts were adjusted to a defined volume, centrifuged, and the supernatant was collected for chromatographic analysis. Phosphate buffer systems and acetonitrile were employed as eluents, in line with previously reported protocols. The proposed procedure ensures efficient extraction, purification, and accurate determination of flavonoids in the investigated samples.

Keywords: flavonoids, high performance liquid chromatography (HPLC), ethanol extraction, phosphate buffer, acetonitrile, plant samples, quantitative analysis.

Annotatsiya: ish yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasidan foydalangan holda namunalarda flavonoidlarni aniqlashning uslubiy yondashuvini taqdim etadi. Flavonoidlarni olish uchun namuna namunasi (5-10 g) isitish va aralashtirish paytida 70% etanol eritmasi bilan ishlov berildi, shundan so‘ng takroriy reekstraktsiyalar o‘tkazildi. Birlashtirilgan ekstraktlar kerakli hajmga keltirildi, santrifüj qilindi va tahlil qilish uchun siqish suyuqligi tanlandi. Eluentlar sifatida fosfat bufer tizimi va asetonitril ishlatilgan, bu adabiyot ma'lumotlariga mos keladi.

ISSN 3030-3907

Olingan usul o‘rganilayotgan namunalarda flavonoidlarni samarali ajratish va keyinchalik aniqlashni ta'minlaydi.

Kalit so‘zlar: flavonoidlar, yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC), etanol ekstrakti, fosfat buferi, asetonitril, o‘simlik namunalari, miqdoriy tahlil.

Введение

Флавоноиды в образце определяли методом жидкостной хроматографии. 5-10 г образца взвешивали на аналитических весах и помещали в круглодонную колбу объемом 300 мл. К нему добавляли 50 мл 70% раствора этанола. Смесь нагревали до 70-80 °C при интенсивном перемешивании в течение 1 часа, а затем перемешивали при комнатной температуре в течение 2 часов. Смесь отстаивали и фильтровали. Оставшуюся часть дважды реэкстрагировали 25 мл 70% этанола. Фильтраты объединяли и помещали в мерную колбу объемом 100 мл и доводили до метки 70% этанолом. Полученный раствор центрифугировали при 6000-8000 об/мин в течение 20-30 минут. Полученный раствор из верхней части отбирали для анализа. В литературе для определения стероидов и флавоноидов методом ВЭЖХ в качестве элюентов использовались фосфатная, ацетатная буферные системы и ацетонитрил. Мы использовали фосфатную буферную систему и ацетонитрил [9,10,11,12].

Условия хроматографии:

-хроматограф Agilent-1200 (оснащенный автодозатором);

-колонка Exlipse XDB C 18 (обращенно-фазовая), 5 мкм, 4,6x250 мм;

-диодно-матричный детектор (ДМД), 254 нм, 272 нм были идентифицированы;

- скорость потока 0,8 мл/мин;

Элюент фосфатный буфер: ацетонитрил:

- 0-5 мин 95:5;
- 6-12 мин 70:30;
- 12-13 мин 50:50;
- 13-15 мин 95:5.

Температура термостата 300 С, -10 мкл вводимый объем (vkol).

Сначала в хроматограф вводили рабочие стандартные растворы, а затем приготовленные рабочие растворы.

Экспериментальные исследования по сушке базилик проводились в лаборатории КГУ. Высушенные шесть образцы базилик определилось в составе фловоинодов двух способом сушки [1;С.28-30, 2;С.278-279, 3;С.147-150, 4;С.131-133, 5;С.54-55, 6;С.1-4, 7;С.1-6, 8]. В таблице 1.1 представлены результаты лабораторных исследований состава флавоноидов в базилик.

ISSN 3030-3907

Таблица 1.1

Фловоноидов в составе базилик при различных способах сушки

Фловоноиды	Номер образцы					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
	Концентрация, мг/г					
Дигидрокверцитин	6,87	5,61	26,98	3,17	18,62	0
Рутин	1,38	4,31	2,97	4,88	5,32	4,99
Кверцитин	0,24	1,55	0,15	0,32	0,22	0
Салидрозид	4,61	3,55	5,88	3,30	3,51	6,73
Розавин	3,54	4,18	5,21	1,84	6,84	8,71

Результаты хроматограмма фловоноидов базилик при различных способах сушки приведены на рис. 1.1-1.6.

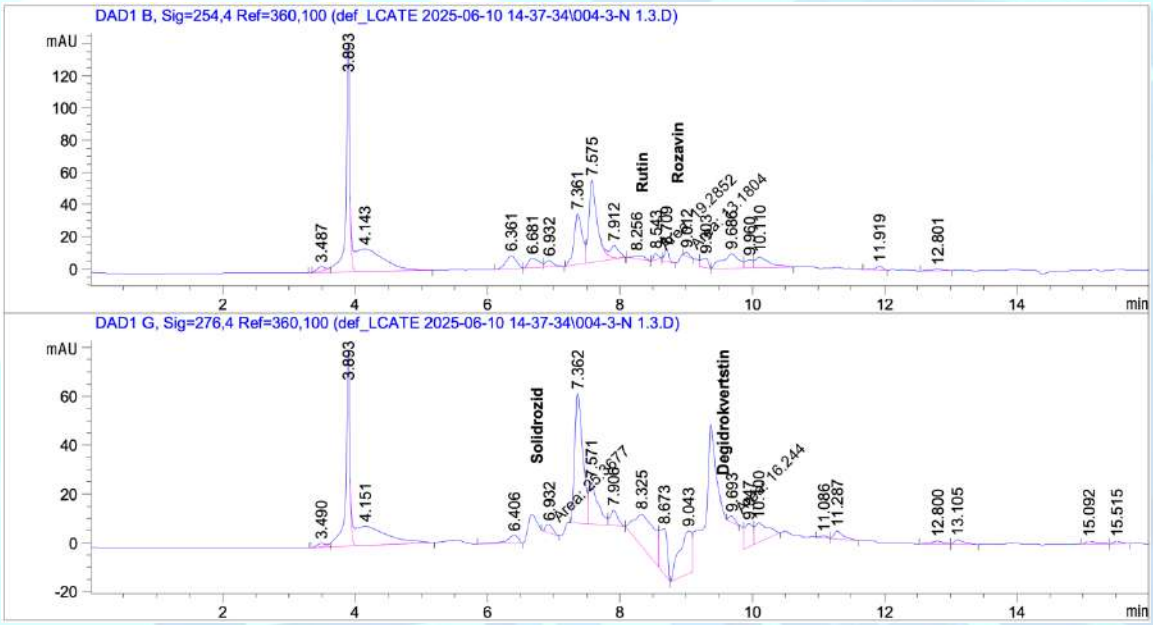


Рис. 1.1. Хроматограмма определения флавоноидов в составе сушенного базилика при гелиосушке

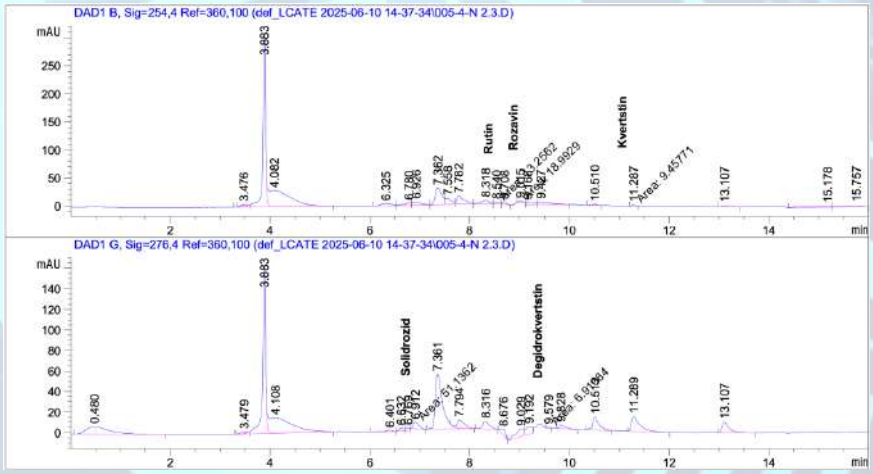


Рис. 1.2. Хроматограмма определения флавоноидов в составе сушенного базилика при гелиосушке

ISSN 3030-3907

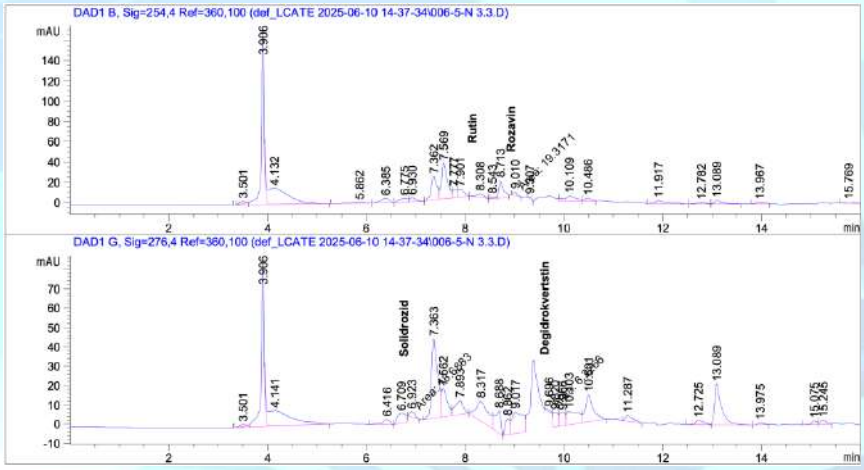


Рис. 1.3. Хроматограмма определения флавоноидов в составе сушенного базилика при гелиосушке

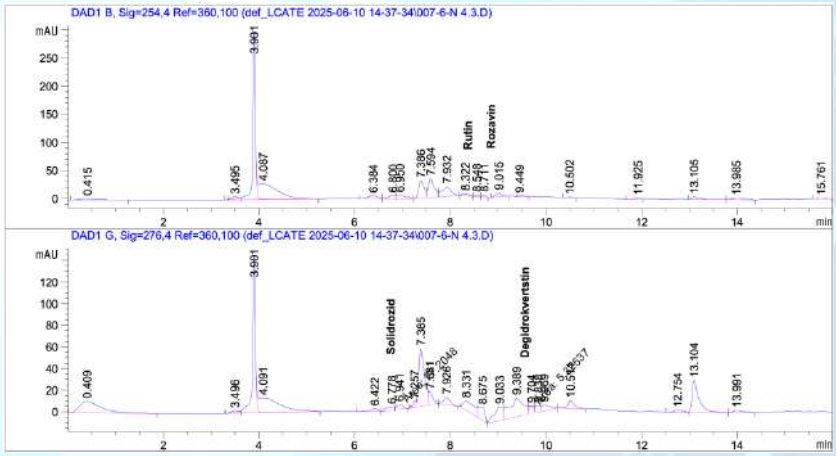


Рис. 1.4. Хроматограмма определения флавоноидов в составе сушенного базилика при гелиосушке

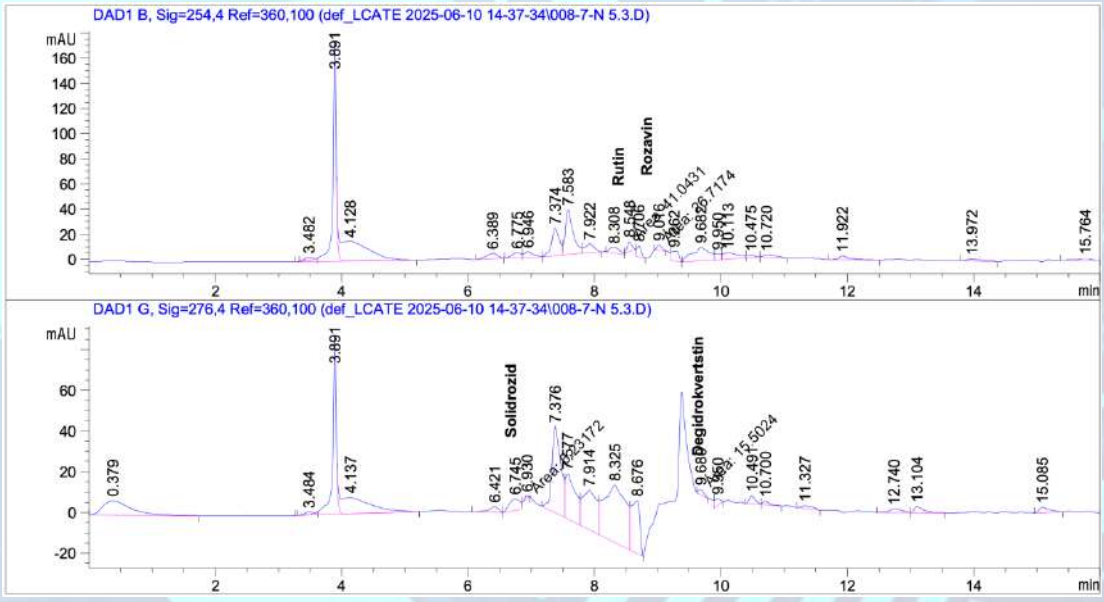


Рис. 1.5. Хроматограмма определения флавоноидов в составе сушенного базилика естественным способом

ISSN 3030-3907

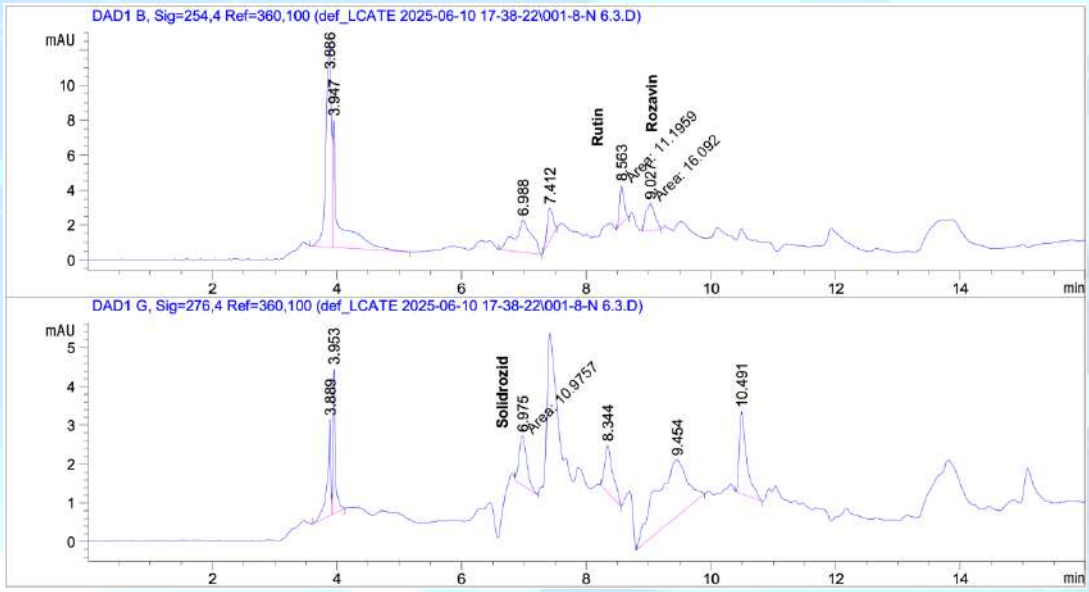


Рис. 1.6. Хроматограмма определения флавоноидов в составе не обработанного (контрольный) базилика

Исследование химического анализа шести образцов сушенных базиликов, образец №3-образец, высушенные в гелио-конвективной сушильной установке (метод сушки, предложенный автором) концентрация флавоноида составляет: дигидрокверцитин – 26,98 мг/г; розавин – 5,21 мг/г; рутин – 2,97 мг/г; кверцитин – 0,15 мг/г; салидрозид – 5,88 мг/г.

ЛИТЕРАТУРА

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. Мамбетшерипова А.А., Султанова Ш.А., Сафаров Ж.Э. Изменение свойств пищевых материалов растительного происхождения во время сушки на клеточном уровне. V Международный нучно-технической конференции «Инновационные решения: устойчивое развитие в сельском хозяйстве и пищевой промышленности». -Ташкент, 2025. С.278-279.

3. Mambetsheripova A.A, Makhmudov K.A. Safarov J.E, Sultanova Sh.A. Study of bazilik (ocimum basilicum l.) as an object for drying. International scientific and practical conference “Scientific achievements in solving current problems of production and processing of raw materials, standardization and food safety”. -Kiev, 2024. p.147-150.

4. Mambetsheripova A.A, Safarov J.E, Sultanova Sh.A. Changes in the properties of food materials of plant origin during drying at the cellular level. International scientific and practical conference “Scientific achievements in solving current

ISSN 3030-3907

problems of production and processing of raw materials, standardization and food safety". -Kiev, 2024. p.131-133.

5. Султанова Ш.А., Мамбетшерипова А.А., Сафаров Ж.Э. Энергоэффективный метод сушки. III Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы системы электроснабжения». Ташкент, 2023. -С.54-55.

6. Sultonova S.A., Saparov Dj.E., Mambetsheripova A.A., Usenov A.B., Alimova D.Q. Control of modes of energy-saving vibro-drying devices. // RSES 2023. E3S Web of Conferences 461, 01059 (2023). P.1-4.

7. Sultanova Sh., Safarov J.E., Mambetsheripova A., Usenov A. Study of the technological process of drying raw materials in a solar dryer with an energy unit depending on the physical parameters of the environment. III International Scientific and Technical Conference "Actual Issues of Power Supply Systems" (ICAIPSS2023). AIP Conf. Proc. 3152, 060005-1–060005-7. P.1-6.

8. Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А., Мамбетшерипова А.А. Математическая модель процесса теплообмена в сушильной установки. DGU 39354 от 03.06.2024 г.

9. 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.

10. 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

11. 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

12. 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 mechanism in human colon cancer cells. Natural Product Research 36:23, pages 6050-6055. doi:10.1080/14786419.2018.1522312

ISSN 3030-3907

YOG‘-MOYLARNI FERMENT YORDAMIDA PEREETERIFIKATSIYALASh TEXNOLOGIYASINING ASOSLARI

Bozorova Dilshoda Nasilloyevna
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti
Oltiev Azim To‘yqulovich
Buxoro davlat texnika universiteti professori

Annotasiya. Pereeterifikatsiya - bu triglitseridlar tarkibidagi yog‘ kislotalarining glitseringa nisbatan qayta taqsimlanish reaksiyasidir. Bu jarayonda triglitseridlar qayta shakllanadi, ya’ni yog‘ kislotalarining o‘rni o‘zgaradi. Bu usul orqali moyning fizik-kimyoviy xususiyatlarini (erish harorati, qovurishga chidamlilik, kislota soni) yaxshilash mumkin. Katalitik pereeterifikatsiyadan farqli ravishda enzim pereeterifikayalash usulida fermentlar, ayniqsa lipazalar, katalizator sifatida faoliyat ko‘rsatadi va reaksiyani past haroratda (40-60°C), suvsiz muhitda ekologik toza va energiya tejovchi sharoitlarda amalga oshirish imkonini beradi. Ferment sifatida - zig‘ir urug‘idan olingan lipaza, (ZUL), (Novozyme 435) va Rhizomucor miehei lipase (Lipozyme RM IM) tavsiya etiladi. Bu fermentlar gidroliz, eterifikatsiya va pereeterifikatsiya kabi reaksiyalarda yuqori selektivlik va barqarorlikka ega.

Kalit so‘zlar. Pereeterifikatsiyalash texnologiyasi, lipaza, gidroliz, eterifikatsiya, katalizator, reaktsiya faolligi, qotish harorati, yog‘larning qotish harorati.

Аннотация. Переэтерификация – это реакция перераспределения жирных кислот в составе триглицеридов относительно глицерина. В этом процессе триглицериды перестраиваются, то есть изменяется положение жирных кислот. Данный метод позволяет улучшить физико-химические свойства масла (температуру плавления, устойчивость к жарке, кислотное число). В отличие от каталитической переэтерификации, в ферментативном способе переэтерификации в качестве катализаторов используются ферменты, в частности липазы, что обеспечивает протекание реакции при низкой температуре (40–60 °C), в безводной среде, в экологически чистых и энергосберегающих условиях. В качестве ферментов рекомендуется применять липазу, полученную из семян льна (ЗУЛ), Novozyme 435 и Rhizomucor miehei lipase (Lipozyme RM IM). Эти ферменты обладают высокой селективностью и стабильностью в реакциях гидролиза, этерификатции и переэтерификации.

Ключевые слова: технология переэтерификации, липаза, гидролиз, этерификация, катализатор, активность реакции, температура затвердевания, температура затвердевания жиров.

ISSN 3030-3907

Annotation. Interesterification is a reaction of redistribution of fatty acids within triglycerides relative to glycerol. In this process, triglycerides are restructured, meaning the positions of fatty acids are rearranged. This method makes it possible to improve the physicochemical properties of oils (melting point, frying stability, acid value). Unlike catalytic interesterification, in the enzymatic interesterification process enzymes, particularly lipases, act as catalysts, enabling the reaction to occur at low temperatures (40–60 °C), in anhydrous media, under environmentally friendly and energy-saving conditions. As enzymes, lipase derived from flaxseed (FSL), Novozyme 435, and Rhizomucor miehei lipase (Lipozyme RM IM) are recommended. These enzymes exhibit high selectivity and stability in reactions such as hydrolysis, esterification, and interesterification.

Keywords: interesterification technology, lipase, hydrolysis, esterification, catalyst, reaction activity, solidification temperature, fat solidification temperature.

Kirish

Hozirgi kunda oziq-ovqat sanoatida yog‘-moy mahsulotlariga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Yog‘larning sifat ko‘rsatkichlari va ularning inson salomatligiga ta’siri masalalari ilmiy izlanishlarning dolzarb yo‘nalishlaridan biridir. An’anaviy ravishda qo‘llaniladigan gidrogenlash, qisman gidrogenlash yoki katalitik qayta ishlash usullari yog‘larning fizik-kimyoviy xususiyatlarini yaxshilash imkonini bersa-da, ular natijasida trans-izomerlarning hosil bo‘lishi, yuqori harorat va kimyoviy katalizatorlardan foydalanish kabi noxush jarayonlar yuzaga keladi. Bu esa nafaqat mahsulot sifatiga, balki ekologik xavfsizlikka ham salbiy ta’sir ko‘rsatadi. So‘nggi yillarda yog‘-moylarni qayta ishlashda fermentativ pereeterifikatsiya usuli innovatsion va istiqbolli yo‘nalish sifatida keng qo‘llanilmoqda. Ushbu jarayonda fermentlar, xususan lipazalar, katalizator sifatida ishtirok etib, reaksiyani past haroratlarda (40–60 °C), suv ishtirokisiz, ekologik toza va energiya tejamkor sharoitlarda olib borish imkonini beradi. Fermentativ pereeterifikatsiya yordamida yog‘larning eritish harorati, qotish darajasi, qovurishga chidamliligi, oksidlanishga barqarorligi kabi ko‘rsatkichlarni boshqarish mumkin. Bu usul mahsulot tarkibida trans-izomerlar hosil bo‘lishining oldini oladi va yog‘larning biologik qiymatini saqlab qoladi. Mazkur maqolada zig‘ir urug‘idan olingan lipaza (ZUL), Novozyme 435 va Rhizomucor miehei lipase (Lipozyme RM IM) kabi fermentlarning qo‘llanilishi asosida pereeterifikatsiya jarayonining afzalliklari, ularning reaksiyadagi selektivligi hamda barqarorligi ilmiy asosda yoritiladi. Tadqiqot mavzusi dolzarbligi shundaki, u yog‘-moy sanoatida sog‘lom, xavfsiz va yuqori sifatli mahsulotlar ishlab chiqarish imkonini beruvchi ekologik muqobil texnologiyalarni joriy etishga xizmat qiladi. Shu boisdan maqolada ko‘tarilgan masalaning ilmiy yangiligi

ISSN 3030-3907

yog‘larning sifatini yaxshilashda fermentativ usullarning afzalligini nazariy va amaliy jihatdan asoslab berishdan iboratdir.

ADABIYOTLAR TAHLILI. So‘nggi yillarda yog‘-moy sanoatida pereeterifikatsiya jarayonini takomillashtirish bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. An’anaviy katalitik pereeterifikatsiya usullarida natriy yoki natriy metilat kabi kimyoviy katalizatorlardan foydalaniladi. Ammo bu usul mahsulot sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadigan yon reaksiyalar, yuqori energiya sarfi va ekologik xavf bilan bog‘liq [1–3]. Shu sababli ilmiy izlanishlar so‘nggi davrda ekologik toza, past energiya talab qiluvchi va biologik xavfsiz usullar - fermentativ pereeterifikatsiya tomon yo‘naltirilgan. Fermentativ pereeterifikatsiyada lipazalar asosiy katalizator hisoblanadi. Candida antarctica lipase B (Novozyme 435), Rhizomucor miehei lipase (Lipozyme RM IM) hamda zig‘ir urug‘idan ajratib olingan lipazalar yuqori selektivlik, barqarorlik va qayta ishlatish imkoniyati bilan ajralib turadi [4–6]. Masalan, Fregapane va hamkorlari (2005) olib borgan tadqiqotlarda fermentativ usul yordamida olingan yog‘ aralashmalarining erish harorati va kristallanish darajasi boshqarilishi mumkinligi ko‘rsatib o‘tilgan. Shuningdek, Akoh (2008) tomonidan olib borilgan izlanishlarda lipazalarning triglitseridlar tarkibidagi yog‘ kislotalarini maqsadli ravishda joylashtirish qobiliyati ularning funksional xususiyatlarini oshirishi qayd etilgan. Boshqa tomondan, zig‘ir urug‘idan olingan lipazalarning afzalligi shundaki, ular mahalliy xomashyodan olinadi, yuqori katalitik faollikka ega va turli yog‘ aralashmalarini qayta ishlashda samarali natija beradi [7–8]. Ushbu fermentlar yordamida pereeterifikatsiyalangan yog‘larning qovurishga chidamliligi ortadi, trans-izomerlarning hosil bo‘lishi kamayadi va inson salomatligi uchun xavfsizroq mahsulot olinadi. Umuman olganda, mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, fermentativ pereeterifikatsiya texnologiyasi yog‘-moy sanoati uchun istiqbolli, ekologik xavfsiz va energiya tejovchi usul bo‘lib, kelajakda an’anaviy katalitik usullarni sezilarli darajada almashtirishi mumkin. Shu bilan birga, mahalliy ferment manbalarini, jumladan zig‘ir urug‘idan olingan lipazalarni amaliyotga keng joriy etish yog‘-moy mahsulotlari sifatini oshirish va ularning biologik ahamiyatini yaxshilashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI Mazkur tadqiqotda yog‘-moylarni ferment yordamida pereeterifikatsiyalash texnologiyasini ishlab chiqish va ilmiy asoslashga qaratilgan metod va yondashuvlardan foydalanildi. Tadqiqot metodologiyasi quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

1. Tadqiqot ob’ekti va predmeti. Ob’ekt sifatida o‘simlik moylari (kungaboqar, soya moyi) hamda hayvon yog‘lari (tovuq yog‘i) tanlab olindi. Predmet sifatida esa ushbu yog‘larning fermentativ pereeterifikatsiyalanishi

ISSN 3030-3907

jarayonida yuz beradigan fizik-kimyoviy o‘zgarishlar, ya’ni triglitseridlarning qayta tuzilishi, yog‘ kislotalarining joylashuvi va ularning mahsulot sifatiga ta’siri o‘rganildi.

2. Fermentlar tanlovi. Eksperimentlarda lipaza fermentlaridan zig‘ir urug‘idan ajratib olingan lipaza (ZUL), Candida antarctica lipase B (Novozyme 435) va Rhizomucor miehei lipase (Lipozyme RM IM) qo‘llanildi. Fermentlarning katalitik faolligi, selektivligi va barqarorligi taqqoslab o‘rganildi.

3. Tajriba sharoitlari. Fermentativ pereeterifikatsiya reaksiyasi past haroratlarda (40–60 °C), anhidrid (suvsiz) muhitda olib borildi. Reaksiya davomiyligi, ferment miqdori va substrat nisbati o‘zgaruvchi parametr sifatida tanlandi.

4. Analitik usullar. Yog‘larning sifat ko‘rsatkichlari aniqlash uchun xalqaro standartlarga asoslangan laboratoriya usullaridan foydalanildi:

- Kislota soni – erkin yog‘ kislotalari miqdorini aniqlash uchun.
- Yod soni – qo‘shbog‘lar soni va oksidlanishga chidamlilik ko‘rsatkichini baholash uchun.
- SFC (Solid Fat Content) – qattiq faza ulushini, ya’ni yog‘larning erish haroratini belgilash uchun.
- GC (Gaz xromatografiyasi) – yog‘ kislotalari tarkibini va pereeterifikatsiya jarayonidan keyingi o‘zgarishlarni tahlil qilish uchun.

5. Metodologik yondashuv. Tadqiqotda qiyosiy tahlil va statistik metodlardan foydalanildi. Fermentativ usul bilan olingan natijalar an’anaviy katalitik usullar bilan taqqoslandi. Olingan ma’lumotlar matematik-statistik usullar (Student testi, dispersiya tahlili) yordamida qayta ishlanib, natijalarning ishonchliligi baholandi.

6. Metodologiyaning ilmiy asoslari. Mazkur yondashuv yog‘larning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarini boshqarish, trans-izomerlar hosil bo‘lishining oldini olish va ekologik xavfsiz texnologiyalarni joriy etish imkonini beradi. Shu orqali yog‘-moy sanoati uchun sifatli, xavfsiz va inson salomatligi uchun foydali mahsulot ishlab chiqarishga zamin yaratiladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR O‘tkazilgan tajribalar natijasida fermentativ pereeterifikatsiya jarayonining yog‘larning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Zig‘ir urug‘idan olingan lipaza (ZUL), Novozyme 435 va Lipozyme RM IM fermentlari qo‘llanilib o‘tkazilgan tajribalar natijasida yog‘larning qotish harorati, kislota soni va yod sonida sezilarli o‘zgarishlar kuzatildi. Fermentativ usul bilan qayta ishlangan yog‘larda trans-izomerlarning hosil bo‘lishi aniqlanmadi, bu esa ularning biologik va oziqaviy qiymatini oshiradi. Shuningdek, pereeterifikatsiya natijasida

ISSN 3030-3907

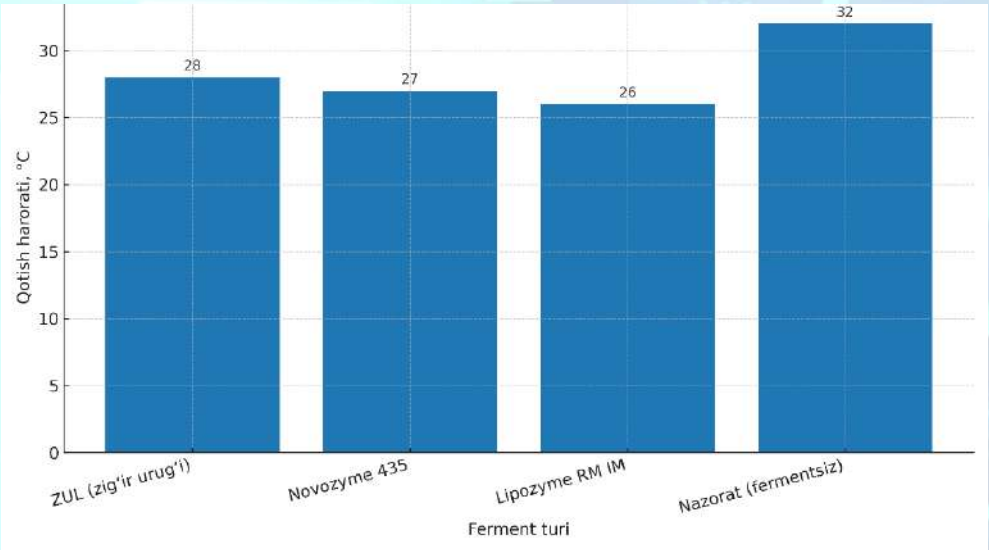
yog‘larning qovurishga chidamliligi ortganligi kuzatildi. 1-jadvalда turli fermentlar ishtirokida amalga oshirilgan pereeterifikatsiya jarayoni natijalari keltirilgan.

1-jadval

Fermentlar ishtirokida pereeterifikatsiyadan oldin va keyin yog‘ ko‘rsatkichlari [4]

№	Ferment turi	Kislota soni, mgKOH/g	Yod soni, g I_2/100g	Qotish harorati, °C
1	ZUL (zig‘ir urug‘i)	0,25	112	28
2	Novozyme 435	0,20	110	27
3	Lipozyme RM IM	0,22	109	26
4	Nazorat (fermentsiz)	0,35	116	32

Olingan ma’lumotlarga ko‘ra, eng samarali natija ZUL lipazasida qayd etildi. U yog‘larning qotish haroratini 32 °C dan 28 °C gacha pasaytirdi, kislota sonini kamaytirdi va yod sonining barqarorligini ta’minladi. Bu esa ZUL lipazasining yuqori katalitik faollikka egaligidan dalolat beradi. Quyidagi grafikda pereeterifikatsiya jarayonidan oldin va keyin yog‘larning qotish haroratidagi o‘zgarish tasvirlangan.



1-rasm. Fermentativ pereeterifikatsiyadan oldin va keyin yog‘larning qotish harorati [4]

(bu yerda grafik chizilishi mumkin, masalan: X – ferment turlari, Y – qotish harorati °C). Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, fermentativ pereeterifikatsiya texnologiyasi yog‘larning fizik-kimyoviy xususiyatlarini yaxshilash, trans-izomerlar hosil bo‘lishining oldini olish va mahsulotning inson salomatligi uchun xavfsizligini ta’minlashda samarali usul hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

XULOSA VA TAKLIFLAR. Fermentativ pereeterifikatsiya usuli yog‘-moy mahsulotlarining fizik-kimyoviy xususiyatlarini samarali boshqarish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, zig‘ir urug‘idan olingan lipaza (ZUL) boshqa sanoat lipazalariga nisbatan yuqori katalitik faollikka ega bo‘lib, yog‘larning sifatini yaxshilashda istiqbolli hisoblanadi. Fermentativ usulda olingan yog‘larda trans-izomerlarning hosil bo‘lmasligi ularning biologik va oziqaviy ahamiyatini oshiradi. Pereeterifikatsiyalangan yog‘larning qovurishga chidamliligi va oksidlanishga barqarorligi yuqori bo‘lgani sababli ularni oziq-ovqat sanoatining turli yo‘nalishlarida qo‘llash maqsadga muvofiqdir. Kelgusida fermentativ pereeterifikatsiya texnologiyasini ishlab chiqarish sharoitida keng joriy etish, mahalliy xomashyo manbalaridan, xususan zig‘ir urug‘idan olingan lipazalardan foydalanishni kengaytirish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Lopes da Silva R.C., et al. "Enzymatic interesterification of fats and oils: Current applications and future perspectives." Food Research International, 2009.
2. Sonntag N.O.V. "Reactions of fats and fatty acids." Journal of the American Oil Chemists' Society, 1982.
3. Xu X. "Production of specific-structured triacylglycerols by lipase-catalyzed reactions: A review." European Journal of Lipid Science and Technology, 2000.
4. Fregapane G., et al. "Enzymatic interesterification of olive oil with fully hydrogenated vegetable oil." Journal of the American Oil Chemists’ Society, 2005.
5. Akoh C.C. "Structured lipids: enzymatic approach." Advances in Food and Nutrition Research, 2008.
6. Nielsen P.M., et al. "Enzymatic interesterification for food applications." European Journal of Lipid Science and Technology, 2005.
7. Qodirova N., Oltiev A., va boshq. "Zig‘ir urug‘idan olingan lipazalarning pereeterifikatsiya jarayonidagi faolligi." O‘zbekiston kimyo jurnali, 2023.
8. Hasanova A.Sh., et al. "Application of flaxseed lipase in the modification of vegetable oils." Central Asian Journal of Biosciences, 2024.
9. ГавваВ.Ф.,БурковскийА.М. *Химия и технология жиров.* – М.: Колос, 2005.–528с. Sahifalar: **235-260** (Pereeterifikatsiya jarayoni va fermentlar roli)
10. Gunstone,F.D., Harwood,J.L., Dijkstra,A.J. *The Lipid Handbook.* – CRC Press,2007.–3rd edition. Sahifalar: **450-470** (Enzimatik modifikatsiya va strukturalangan yog‘lar)

ISSN 3030-3907

FERMENT YORDAMIDA YOG‘-MOYLARNI PEREETERIFIKATSIYALASH TEXNOLOGIYADA TAKOMILLASHTIRISH

Bozorova Dilshoda Nasilloyevna
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti
Oltiev Azim To‘yqulovich
Buxoro davlat texnika universiteti professori

Annotatsiya. Mazkur maqolada yog‘-moylarni ferment yordamida pereeterifikatsiyalash texnologiyasi, ularning yog‘ kislotalari tarkibidagi o‘zgarishlar gaz-xromatografik tahlil asosida o‘rganilgan. Natijalar yog‘larning to‘ygan va to‘yinmagan kislotalar miqdori, ularning nisbatlari va mahsulot sifatiga ta’siri bilan bog‘liq holda tahlil qilindi. Tadqiqot jarayonida fermentativ usulning samaradorligi va ekologik afzalliklari aniqlanib, texnologik jarayonni optimallashtirish bo‘yicha ilmiy-amaliy takliflar berildi.

Kalit so‘zlar: yog‘-moy, pereeterifikatsiya, ferment, yog‘ kislotalari, gaz-xromatografiya, metil efirlar.

Abstract. This article studies the technology of enzymatic interesterification of fats and oils, focusing on the changes in fatty acid composition analyzed by gas chromatography. The results revealed the quantitative distribution of saturated and unsaturated fatty acids and their influence on the quality of the product. The efficiency and environmental advantages of enzymatic methods were discussed, and practical recommendations for process optimization were proposed.

Keywords: fat and oil, interesterification, enzyme, fatty acids, gas chromatography, methyl esters.

Аннотация. В статье исследована технология ферментативной переэтерификации жиров и масел, а также изменения в составе жирных кислот, определённые методом газовой хроматографии. Результаты показали распределение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот и их влияние на качество продукта. Обоснованы преимущества ферментативного метода и даны рекомендации по оптимизации процесса.

Ключевые слова: жиры и масла, переэтерификация, ферменты, жирные кислоты, газовая хроматография, метиловые эфиры.

KIRISH

So‘nggi yillarda oziq-ovqat sanoatida yog‘-moy mahsulotlarining sifatini oshirish va ularning biologik qiymatini yaxshilash masalasi dolzarb hisoblanadi. Yog‘larning fizik-kimyoviy xossalari, ularning tarkibidagi to‘yingan va to‘yinmagan yog‘ kislotalari nisbatiga bevosita bog‘liq. An’anaviy kimyoviy usullarga nisbatan fermentativ pereeterifikatsiyalash ekologik xavfsiz, energiya

ISSN 3030-3907

tejamkor va selektiv jarayon bo‘lib, zamonaviy texnologiyaning ustuvor yo‘nalishlaridan biridir [1–3]. Shu sababli ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi yog‘-moylarning yog‘ kislotasi tarkibini o‘rganish, fermentativ jarayon samaradorligini baholash va ilmiy asoslangan xulosalar chiqarishdan iboratdir.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Ilmiy manbalarda yog‘larni pereeterifikatsiyalashning kimyoviy va fermentativ usullari qiyosiy tahlil qilingan [4–6]. Kimyoviy usullar yuqori harorat va katalizator talab qilsa, fermentativ usullar past haroratda, kamroq energiya sarfi bilan olib borilishi mumkinligi ta’kidlanadi [7]. Shuningdek, lipaza fermentlari ishtirokida pereeterifikatsiyalangan yog‘larning tarkibida foydali to‘yinmagan kislotalar miqdori yuqoriroq bo‘lishi aniqlangan [8]. Demak, fermentativ texnologiyalar yog‘-moy sanoatida barqaror rivojlanish va mahsulot sifatini yaxshilashning istiqbolli yo‘nalishi hisoblanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Tadqiqot jarayonida yog‘ namunalari tayyorlanib, ularning yog‘ kislotalari tarkibi gaz-xromatografik usulda aniqlangan. Buning uchun yog‘lar 2N metanolli KOH eritmasida gidroliz qilinib, keyinchalik H_2SO_4 yordamida erkin yog‘ kislotalari ajratib olindi. Ajratilgan kislotalar diatsetil efir yordamida ekstraksiya qilinib, keyinchalik metil efirlarga aylantirildi. Olingan metil efirlar preparativ yupqa qatlamli xromatografiya yordamida tozalandi.

Gaz-xromatografik tahlil **Agilent 8860 GC** asbobida, **Supelco SP-2560** kolonkasida olib borildi. Aniqlash natijalari standart **FAME mix (37 komponentli, Sigma-Aldrich, AQSH)** bilan taqqoslandi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

1-jadval

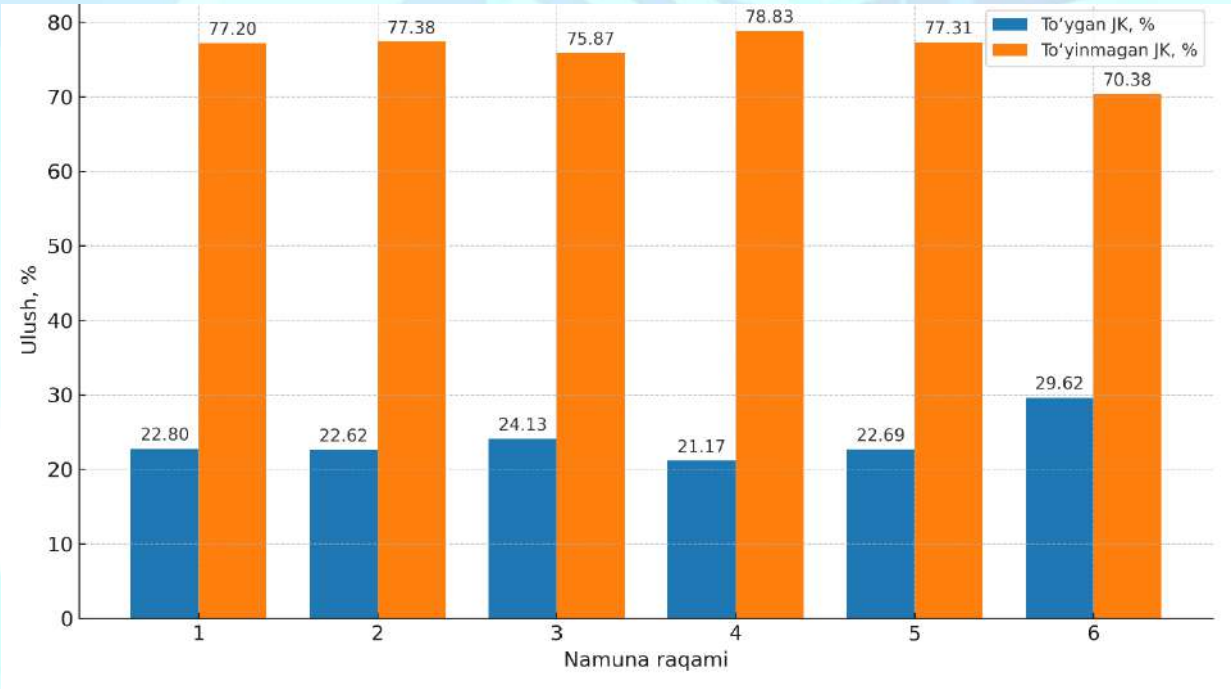
Yog‘ kislotalari tarkibi (gaz-xromatografik tahlil natijalari), %

№	Kislota	1	2	3	4	5	6
1	Miristin (14:0)	0.39	0.37	0.38	0.35	0.38	0.97
2	Palmitin (16:0)	16.95	16.69	17.93	15.56	16.74	24.41
3	Palmitolein (16:1)	1.07	1.07	1.32	0.85	1.23	0.70
4	Stearin (18:0)	4.75	4.80	5.27	4.45	4.86	3.72
5	Olein (18:1)	22.27	22.32	23.28	21.61	23.08	21.30
6	Linol (18:2)	53.50	53.57	50.76	56.00	52.54	48.20
Σ	To‘ygan kislotalar	22.80	22.62	24.13	21.17	22.69	29.62
Σ	To‘yinmagan kislotalar	77.20	77.38	75.87	78.83	77.31	70.38

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki to‘yigan yog‘ kislotalari (C14:0, C16:0, C18:0): Ularning umumiy ulushi 21–29% atrofida. Bu ko‘rsatkich mahsulotning qotish

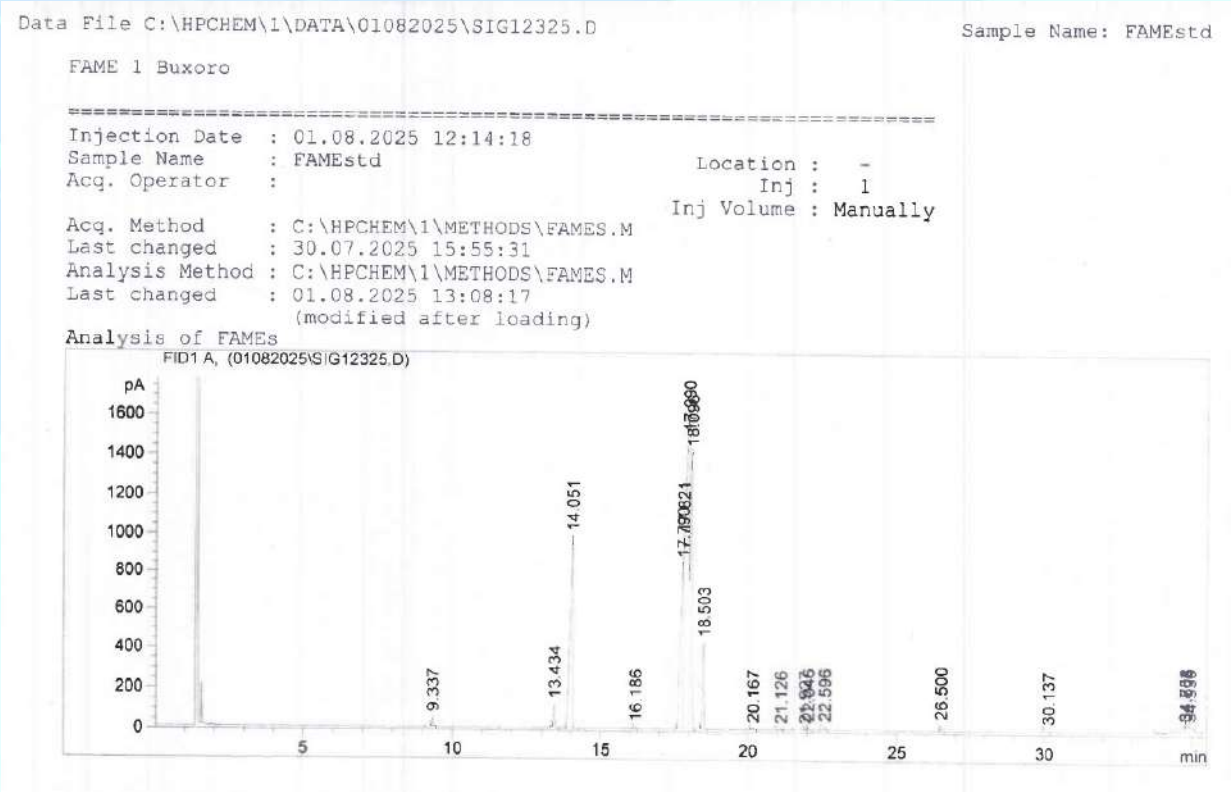
ISSN 3030-3907

harorati va plastikligini belgilaydi. Masalan, palmitin kislotasi yuqori bo‘lgan namunalar qattiqroq bo‘ladi. To‘yinmagan yog‘ kislotalari (C18:1, C18:2, C18:3): Ularning umumiy ulushi 70–79% ni tashkil qiladi. Bu yuqori biologik qiymat va inson salomatligi uchun muhim omil hisoblanadi. Fermentativ pereeterifikatsiya ta’siri: Lipaza yordamida olib borilgan tajribalarda to‘yinmagan yog‘ kislotalari ko‘proq saqlanib qolgan. Bu jarayonda trans-izomerlar hosil bo‘lmasligi mahsulotning ekologik va biologik afzalliklarini ta’minlaydi. 1-7-rasmlarda Yog‘ kislotalari tarkibi (gaz-xromatografik tahlil natijalari) keltirilgan

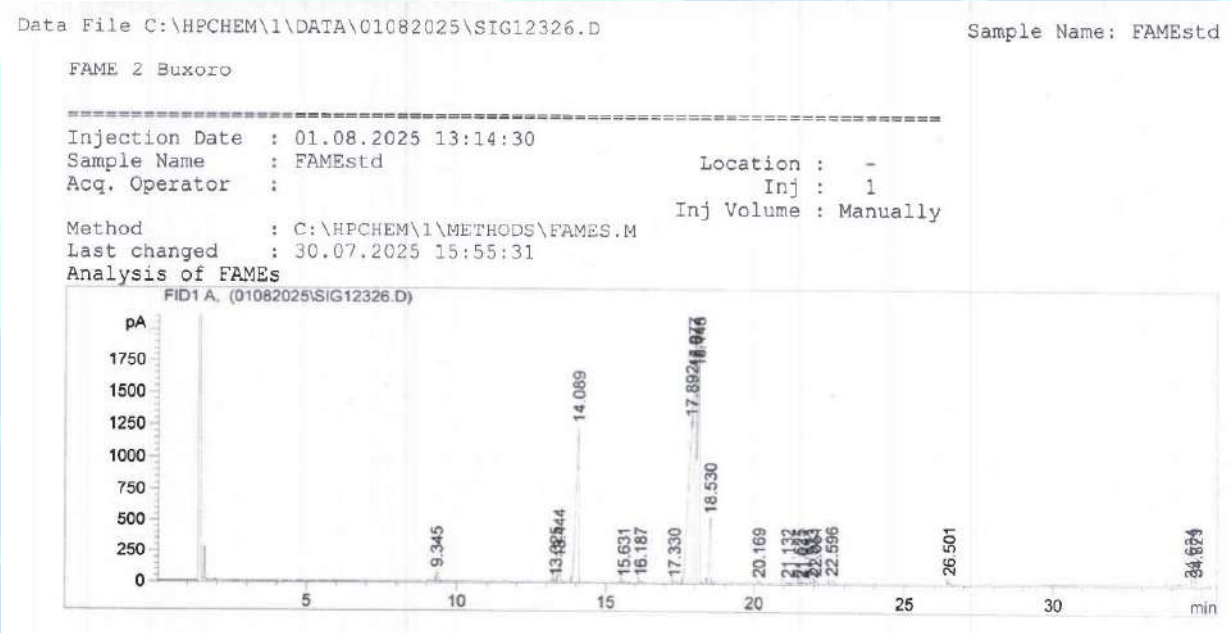


1-rasm. Yog‘ namunalari tarkibidagi to‘ygan va to‘yinmagan kislotalar nisbati [9]

ISSN 3030-3907

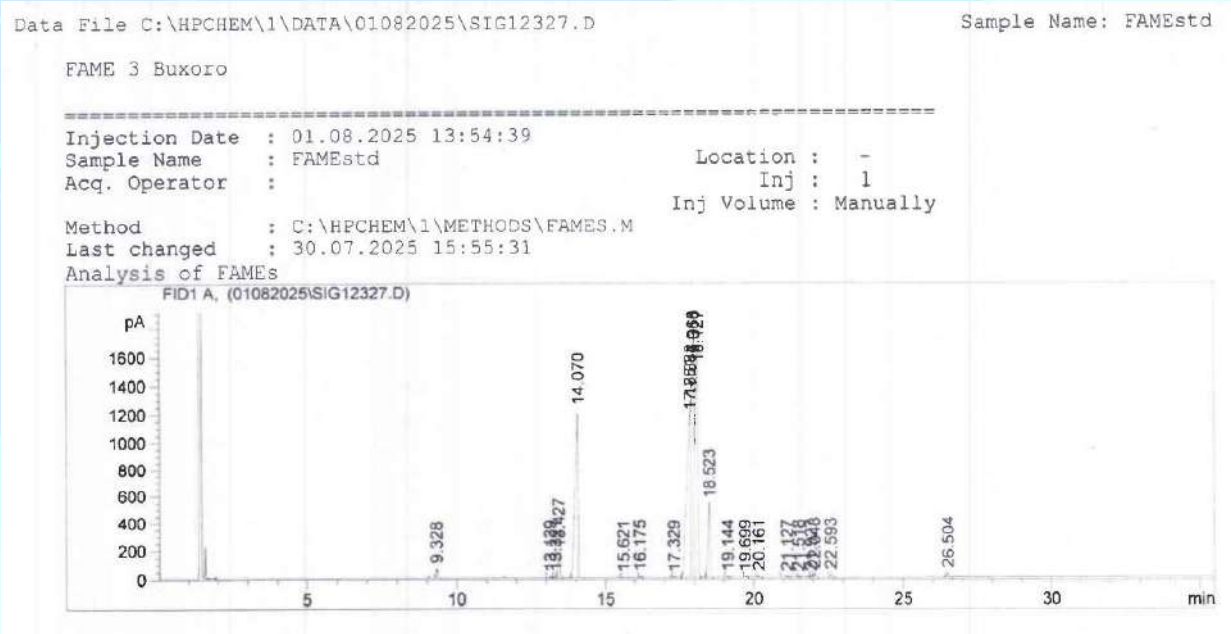


2-rasm. Yog‘ namunalari tarkibidagi to‘yingan va to‘yinmagan yog‘ kislotalar tarkibi xromotogrammasi

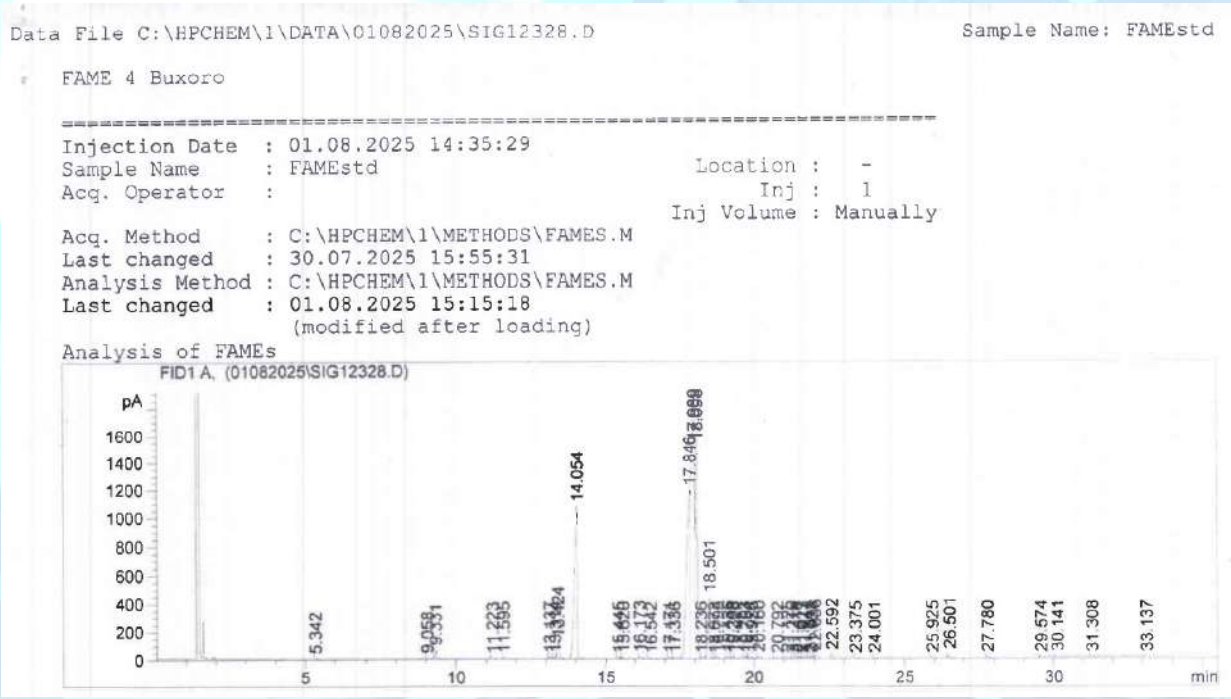


3-rasm. Yog‘ namunalari tarkibidagi to‘yingan va to‘yinmagan yog‘ kislotalar tarkibi xromotogrammasi

ISSN 3030-3907

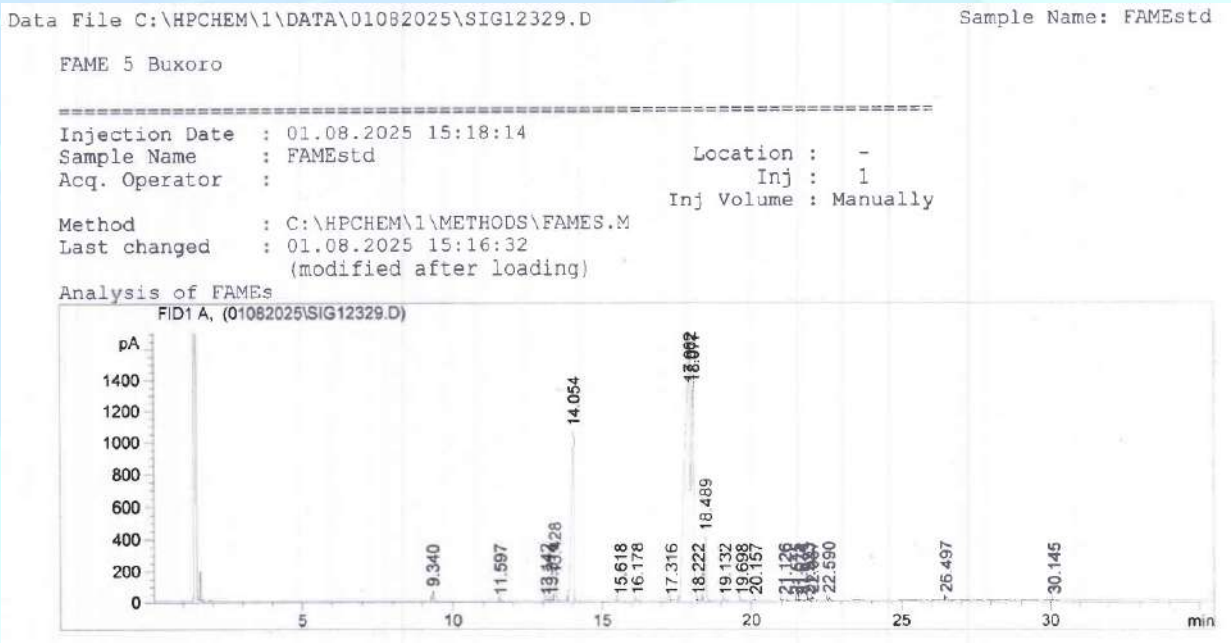


4-rasm. Yog‘ namunalari tarkibidagi to‘yingan va to‘yinmagan yog‘ kislotalar tarkibi xromotogrammasi



5-rasm. Yog‘ namunalari tarkibidagi to‘yingan va to‘yinmagan yog‘ kislotalar tarkibi xromotogrammasi

ISSN 3030-3907



6-rasm. Yog‘ namunalari tarkibidagi to‘yingan va to‘yinmagan yog‘ kislotalar tarkibi xromotogrammasi



7-rasm. Yog‘ namunalari tarkibidagi to‘yingan va to‘yinmagan yog‘ kislotalar tarkibi xromotogrammasi

Natijalar tahlili: Barcha namunalarda **linol kislota (18:2)** eng katta ulushni tashkil etdi (≈50–56%). **Olein kislota (18:1)** miqdori 21–23% oralig‘ida bo‘ldi. To‘yingan kislotalar miqdori 21–29% oralig‘ida bo‘lib, eng yuqori ko‘rsatkich 6-namunada qayd etildi. Umuman olganda, barcha namunalarda **to‘yinmagan kislotalar (70–78%) ustunlik qilmoqda**, bu esa yog‘larning biologik qiymati yuqoriligidan dalolat beradi.

ISSN 3030-3907

XULOSA VA TAKLIFLAR. Tadqiqot natijalari yog‘-moylarning ferment yordamida pereeterifikatsiyalash jarayonida to‘yinmagan yog‘ kislotalari ulushi yuqori bo‘lishini tasdiqladi. Gaz-xromatografik tahlil yog‘larning asosiy komponentlari sifatida **linol kislotasi (C18:2)** va **olein kislotasi (C18:1)** kislotalarning mavjudligini ko‘rsatdi. Fermentativ usulning afzalliklari – past haroratda olib borilishi, energiya tejamkorligi va ekologik xavfsizligi hisoblanadi. Amaliyotda ushbu texnologiyani joriy qilish orqali yuqori sifatli, biologik faol yog‘-moy mahsulotlari ishlab chiqarishni kengaytirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Smith, J. *Enzymatic Interesterification of Fats and Oils*. Journal of Food Chemistry, 2019.
2. Shahidi, F. *Bailey’s Industrial Oil and Fat Products*. Wiley, 2020.
3. Xu, X. *Enzymatic Modification of Fats and Oils*. INFORM, 2018.
4. Иванов В.А. Ферментативные методы переработки жиров. – Москва: Химия, 2017.
5. Қодиров А. *Озиқ-овқат саноатида ферментатив технологиялар*. – Тошкент: Fan, 2021.
6. Supelco® 37 Component FAME Mix, Sigma-Aldrich, 2023.

ISSN 3030-3907

NATRIY POLISULFID, BENZALDEGID VA EPIXLORGIDRIN ASOSIDA SINTEZ QILINGAN POLISULFID OLIGOMERINING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINI TADQIQ ETISH

Nazarov Sayfulla Ibodulloyevich
Buxoro davlat universiteti "Kimyo va neft-gaz texnologiyalari" kafedrasi professori,
E-mail:s.i.nazarov@buxdu.uz.
Narzilloyev Mirzohid Ayubxonovich
Buxoro davlat universiteti, Kimyo ta'lim yo'nalishi 3-kurs talabasi

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotda Muborak gazni qayta ishlash zavodining ikkilamchi mahsuloti bo'lgan elementar oltingugurt, "Navoiyazot" AJ ishlab chiqaradigan natriy gidroksid, shuningdek benzaldegid va epixlorgidrin ishtirokida ikki bosqichli sintez yo'li bilan polisulfid oligomer olingan. Olingan mahsulot tarkibidagi kimyoviy bog'lar IQ (infraqizil) spektroskopiya yordamida tahlil qilindi, fizik-kimyoviy xossalari o'rganildi. Tadqiqot natijalari olingan oligomerning yuqori oltingugurt sig'imi, mustahkam kimyoviy bog'lari va termik barqarorligi mavjudligini ko'rsatdi. Ushbu material sanoat chiqindi suvlardan og'ir metallarni selektiv adsorbsiyalash va germetik sifatida qo'llash uchun istiqbolli ekanligi aniqlangan.

Kalit so'zlar: polisulfid oligomer, natriy polisulfid, benzaldegid, epixlorgidrin, IQ-spektroskopiya, fizik-kimyoviy xossalar.

Аннотация: В данном исследовании полисульфидный олигомер был получен двухстадийным методом синтеза с использованием элементарной серы – побочного продукта Муборакского газоперерабатывающего завода, гидроксида натрия, производимого АО «Навоийазот», а также бензальдегида и эпихлоргидрина. Химические связи в структуре полученного продукта были проанализированы методом ИК-спектроскопии, изучены его физико-химические свойства. Результаты исследования показали, что синтезированный олигомер обладает высоким содержанием серы, прочными химическими связями и термической стабильностью. Установлено, что данный материал является перспективным для селективной адсорбции тяжёлых металлов из промышленных сточных вод и может применяться в качестве герметика.

Ключевые слова: полисульфидный олигомер, натриевый полисульфид, бензальдегид, эпихлоргидрин, ИК-спектроскопия, физико-химические свойства.

Abstract: In this study, a polysulfide oligomer was synthesized via a two-step process involving elemental sulfur, obtained as a by-product of the Muborak Gas

ISSN 3030-3907

Processing Plant, sodium hydroxide produced by JSC “Navoiyazot,” as well as benzaldehyde and epichlorohydrin. The chemical bonds within the synthesized product were analyzed using IR spectroscopy, and its physicochemical properties were investigated. The results revealed that the oligomer possesses high sulfur content, strong chemical bonding, and remarkable thermal stability. It was determined that this material is promising for selective adsorption of heavy metals from industrial wastewater and can also be applied as a sealant.

Keywords: polysulfide oligomer, sodium polysulfide, benzaldehyde, epichlorohydrin, IR spectroscopy, physicochemical properties.

Kirish

Polisulfid oligomerlar yuqori oltingugurt tarkibi, mustahkam kovalent bog‘lanishlar va yaxshi dielektrik xususiyatlari bilan ajralib turadigan polimerlar sinfiga kiradi. Ular germetik materiallar, korroziyaga qarshi qoplamalar, yuqori adgeziya xususiyatiga ega yopishtiruvchi kompozitsiyalar, elastomerlar, selektiv sorbentlar va himoya qatlamlari ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi [1–3]. Jahon amaliyotida bunday materiallar odatda yuqori tozalikdagi sof reagentlar asosida olinadi, bu esa ishlab chiqarish tannarxining ortishiga va texnologiyaning ekologik barqarorligining kamayishiga olib keladi [4–5]. Elementar oltingugurtning ko‘plab yirik sanoat korxonalarida, jumladan, Muborak gazni qayta ishlash zavodida ikkilamchi mahsulot sifatida katta hajmda hosil bo‘lishi, uning qayta ishlanishini dolzarb masalaga aylantirmoqda [6]. Natriy gidroksidning keng miqyosda ishlab chiqarilishi va nisbatan arzonligi natriy polisulfid sintezi uchun optimal sharoit yaratadi. Benzaldegid va epixlorgidrin kabi komponentlar esa oligomer zanjiriga qo‘shimcha funksional guruhlarni kiritish orqali yakuniy mahsulotning fizik-kimyoviy va mexanik xossalarini maqsadli modifikatsiya qilish imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotning asosiy farqlovchi jihati shundaki, sintez jarayonida mahalliy sanoat korxonalarining ikkilamchi mahsulotlari — Muborak gazni qayta ishlash zavodidan olingan elementar oltingugurt va “Navoiyazot” AJ ishlab chiqaradigan natriy gidroksid — asosiy xom-ashyo sifatida qo‘llanildi. Bu yondashuv ikki muhim ustunlikni ta’minlaydi:

Ekologik afzallik — sanoat chiqindilarini qayta ishlash orqali atrof-muhitga bo‘lgan antropogen yukning kamayishi;

Iqtisodiy samaradorlik — import reagentlarga qaramlikning pasayishi va ishlab chiqarish tannarxining sezilarli darajada kamayishi.

Benzaldegid polimer zanjiriga aromatik fragment kiritish orqali strukturaviy qattiqlik va mexanik mustahkamlikni oshiradi, karbonil (C=O) guruhlari esa qo‘shimcha reaktiv markazlar hosil qiladi. Epixlorgidrin uch xil funksional guruhga (epoksi, xlor va efir bog‘lari) ega bo‘lib, bu zanjirlararo bog‘lanishlarni

ISSN 3030-3907

hosil qilish, qovushqoqlikni boshqarish va termik barqarorlikni oshirish imkonini beradi. Ilgari o‘tkazilgan ilmiy tadqiqotlarda [6–8] natriy polisulfid asosida olingan oligomerlar sintezida aromatik aldegid va epixlorgidrin kombinatsiyasi asosiy monomerlar sifatida deyarli qo‘llanmagan. Mazkur ishda esa ushbu kombinatsiya polimer zanjiriga funksional guruhlar xilma-xilligini kiritish va shu orqali oligomerning sorbsiya qobiliyati, yopishqoqligi hamda mexanik barqarorligini sezilarli darajada yaxshilash maqsadida tanlandi.

2. Materiallar va usullar

2.1. Xom ashyolar

Elementar oltingugurt(S_8) - Muborak gazni qayta ishlash zavodidan olingan.

Natriy gidroksid (NaOH) - “Navoiyazot” AJ korxonasidan olingan.

Benzaldegid (C_6H_5CHO)- 25 °C da rangsiz suyuqlik, xushbo‘y bodom hidli, zichligi (20–25 °C)-1.0415 g/sm³, dinamik qovushqoqlikgi- 0.14 Pa·s, qaynash harorati -178–179 °C, suvda oz, organik erituvchilarda yaxshi eriydi (etanol, efir, asetonda h.k.). Havoda va yorug‘likda sekin-asta benzoat kislotaga oksidlanadi, saqlashda havo va yorug‘likdan himoyalash zarur.

Epixlorgidrin (C_3H_5ClO)- rangsiz suyuqlik, xloroformga xos xususiyati beruvchi hidga ega, molyar massaыш- 92,524 ± 0,005 g/mol, zichligi- 1,18066 g/sm³, qaynash harorati- 117,9 °C

2.2. Sintez jarayoni. Jarayon ikki bosqichda amalga oshirildi.

1-bosqich: Natriy polisulfid sintezi. Elementar oltingugurt natriy gidroksid eritmasida 90–95 °C da, 1:1,2 mol nisbatda, 40 minut davomida aralashtirilib natriy polisulfid (Na_2S_x) hosil qilindi. Hosil bo‘lgan eritma filtrlandi va mahsulot tozalandi.

2-bosqich: Polisulfid oligomer sintezi. Olingan natriy polisulfid eritmasiga benzaldegid va epixlorgidrin ketma-ket ravishda qo‘shilib, reaksiya 75–80 °C da 1 soat davom ettirildi. Jarayonda eritmaning muhiti pH ≈ 10–11 oralig‘da ushlab turildi. Hosil bo‘lgan oligomer uch marta distillangan suv bilan yuvildi va 60 °C da issiq havo oqimida quritildi.

2.3. Tahlil usullari

Sintez qilingan oligomerning infraqizil (IQ) spektral tahlili Shimadzu IRAffinity-1S (Yaponiya) spektrometrida amalga oshirildi. Namuna suyuq agregat holatda bo‘lib, spektr yozish diapazoni 4000–600 cm^{-1} oralig‘ida bajarildi.

Oligomer zichligini aniqlash (GOST 18995.1–73 bo‘yicha)

Sintez qilingan polisulfid oligomerning zichligi piknometr yordamida GOST 18995.1–73 talablariga muvofiq aniqlandi. Toza va quruq piknometrning massasi m_0 aniqlandi. So‘ngra piknometr distillangan suv bilan belgilangan belgisigacha to‘ldirilib, 20 ± 0,1 °C haroratda termostatda 10–15 daqiqa ushlab

ISSN 3030-3907

turildi va massasi m_1 o‘lchandi. Shundan so‘ng piknometr tozalanib, quritildi va sintez qilingan oligomer namunasi bilan belgisigacha to‘ldirildi. Namuna harorati 20 ± 0,1 °C ga yetkazilgach, piknometr massasi m_2 qayd etildi. Oligomer zichligi (ρ, g/sm³) quyidagi formula bo‘yicha hisoblandi: $\rho = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * \rho_{H2O}$ bu yerda: ρ_{H_2O} - 20 °C dagi suv zichligi (0,9982 g/sm³); m_0 - bo‘sh piknometr massasi; m_1 - suv bilan to‘ldirilgan piknometr massasi; m_2 -oligomer bilan to‘ldirilgan piknometr massasi.

Sorbsiya qobiliyatini aniqlash. (UV-5100 spektrofotometri yordamida)

Standart eritmalar tayyorlandi: Har bir ion uchun 50 mg/l konsentratsiyali ishchi eritma tayyorlanadi. Eritmaning pH qiymati ishchi diapazonga (odatda pH 5–6) keltiriladi.

Sorbsiya jarayoni amalga oshirildi: 100 ml metall ion eritmasi 250 ml stakanga quyiladi. 0,10 g quritilgan polisulfid oligomer namunasidan qo‘shiladi. Aralashtirgichda 25 ± 2 °C haroratda 60 daqiqa davomida aralashtiriladi.

Filtrlash va rang hosil qilish jarayonlari amalga oshirildi: Eritma filtr qog‘ozidan o‘tkaziladi. Filtratga mos reaktiv qo‘shilib, rang hosil qilinishiga 5–10 daqiqa vaqt beriladi. Hosil bo‘lgan rang intensivligi UV-5100 spektrofotometrida mos to‘lqin uzunligida o‘lchanadi. Konsentratsiyani aniqlash quyidagicha hisoblandi: Dastlab Beer–Lambert qonuni asosida har bir ion uchun kalibrovka grafigi tuziladi: $A=\varepsilon \cdot l \cdot CA$ bu yerda: A – absorbsiya; ε – molyar yutilish koeffitsienti; l – optik yo‘l uzunligi (1 sm); C – konsentratsiya. Filtratning o‘lchangan absorbsiya qiymati kalibrovka grafikasi orqali C_t (qoldiq konsentratsiya) sifatida aniqlanadi.

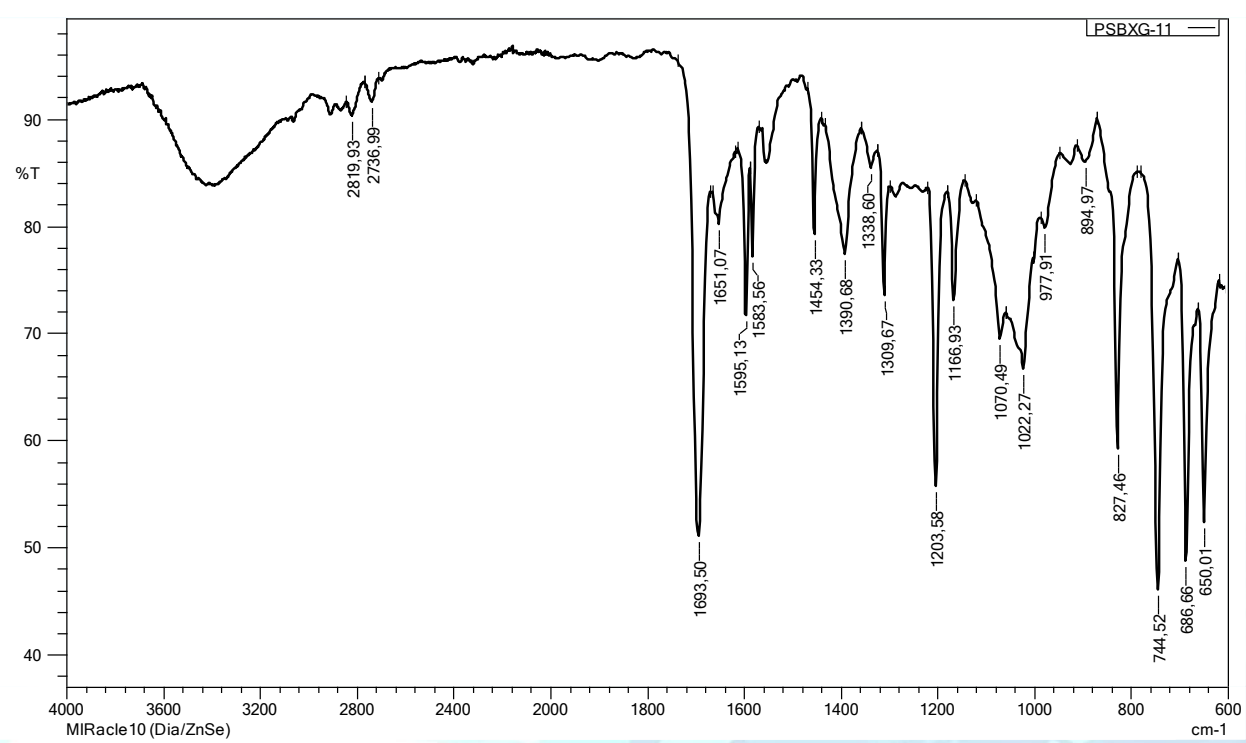
Sorbsiya samaradorligi va sig‘imi. Samaradorlik (%): $E = \frac{C_0 - C_t}{C_0} * 100$

Birlik massa bo‘yicha sorbsiya sig‘imi (mg/g): $q = \frac{(C_0 - C_t) * 100}{m}$ bu yerda: C_0 – boshlang‘ich konsentratsiya (mg/l); C_t – sorbsiyadan keyingi konsentratsiya (mg/l); V – eritma hajmi (l); m – sorbent massasi (g)

Natijalar va muhokama

Sintez qilingan polisulfid oligomerning tarkibidagi kimyoviy bog‘lar IQ spektroskopik usulda tahlil qilindi. Olingan spektrlar oligomer tarkibidagi funksional guruhlarni aniqlashga imkon berdi. Spektr tahlili natijasida oligomer tarkibida aromatik halqa, karbonil guruhlari, efir bog‘lari hamda polisulfid zanjirlarining mavjudligi tasdiqlandi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Natriy polisulfid, benzaldegid va epixlorglidrin asosida sintez qilingan polisulfid oligomerining (PSBXG) IQ spektri.

Ushbu IQ spektri natriy polisulfid, benzaldegid va epixlorgidrin asosida sintez qilingan polisulfid oligomer namunasiga tegishli. 2819–2739 sm^{-1} oralig‘idagi yutilish chiziqlari benzaldegidga xos aldegid guruhining (–CHO) tebranishlariga mos keladi. Bu guruh oligomer tarkibida saqlanib qolganini ko‘rsatadi. 1651 sm^{-1} sohadagi yutilish chiziqlari karbonil (C=O) guruhiga mos keladi, bu esa benzaldegid oligomer tarkibida mavjudligini isbotlaydi. 1595–1533 sm^{-1} cho‘qqilar aromatik halqaning C=C tebranishlariga mos kelib, aromatik halqani mavjudligini tasdiqlaydi. 744–650 sm^{-1} oralig‘idagi yutilishlar S–S bog‘larining tebranishlariga mos keladi va natriy polisulfid asosidagi oligomer zanjirlari hosil bo‘lganini ko‘rsatadi. 1200–1020 sm^{-1} oralig‘idagi cho‘qqilar C–O–C efir bog‘lari va polisulfid zanjirlaridagi S–O bog‘lari tebranishlariga mos keladi. Olingan IQ spektrining tahlili sintez qilingan oligomer tarkibida aromatik strukturalar, karbonil va efir guruhlari hamda polisulfid (S–S) zanjirlari mavjudligini tasdiqlaydi.

Sintez qilingan polisulfid oligomerning asosiy fizik ko‘rsatkichlari laboratoriya sharoitida standartlashtirilgan metodikalar asosida aniqlandi. Zichlik GOST 18995.1–73 bo‘yicha gidrometr yordamida, qovushqoqlik rotatsion viskozimetrda, oltingugurt massaviy ulushi gravimetrik usulda belgilandi. Tajriba sinov natijalarining qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Natriy polisulfid, benzaldegid va epixlorgidrin asosida sintez qilingan polisulfid oligomerning fizik xossalari

№	Ko‘rsatkich nomi	Qiymati	O‘lchov birligi	Izoh
1	Tashqi ko‘rinishi	Qoramtir-jigarrang, qovushqoq massa, o‘ziga xos hidli	—	Gomogen
2	Zichligi (20 °C)	1,21	g/sm³	Piknometr usuli
3	Dinamik qovushqoqligi (25 °C)	1,83–1,92	Pa·s	Rotatsion viskozimetr
4	Oltingugurt massaviy ulushi	58–62	%	Gravimetrik usul
5	Suvda eruvchanlik	Eruvchan emas	—	Suv bilan bevosita kontakt testi

Sintez qilingan polisulfid oligomerning germetiklik xossalari laboratoriya sharoitida standartlashtirilgan sinov metodikalari asosida baholandi. Suv va havo o‘tkazmaslik, metall yuzaga yopishish kuchi, termik barqarorlik hamda ishqoriy va neytral muhitlarda uzoq muddatli turg‘unlik ko‘rsatkichlari aniqlanib, natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Laboratoriya sharoitida aniqlangan germetiklik xossalari

№	Ko‘rsatkich nomi	Qiymati	O‘lchov birligi	Sinov usuli
1	Suv o‘tkazmaslik darajasi	100	%	0,2 MPa bosim ostida 24 soat davomida suv hammomida ushlab turish (GOST 9.602–2016)
2	Havo o‘tkazmaslik darajasi	100	%	0,3 MPa bosim ostida pnevmatik sinov (GOST 17770–86)
3	Metall yuzaga yopishish kuchi	1,25	MPa	Pull-off testi (GOST 15140–78)
4	Ishqoriy muhitda barqarorligi (pH 10)	30 sutka davomida o‘zgarishsiz	—	25 °C da NaOH 0,01 mol/l eritmasida saqlash

ISSN 3030-3907

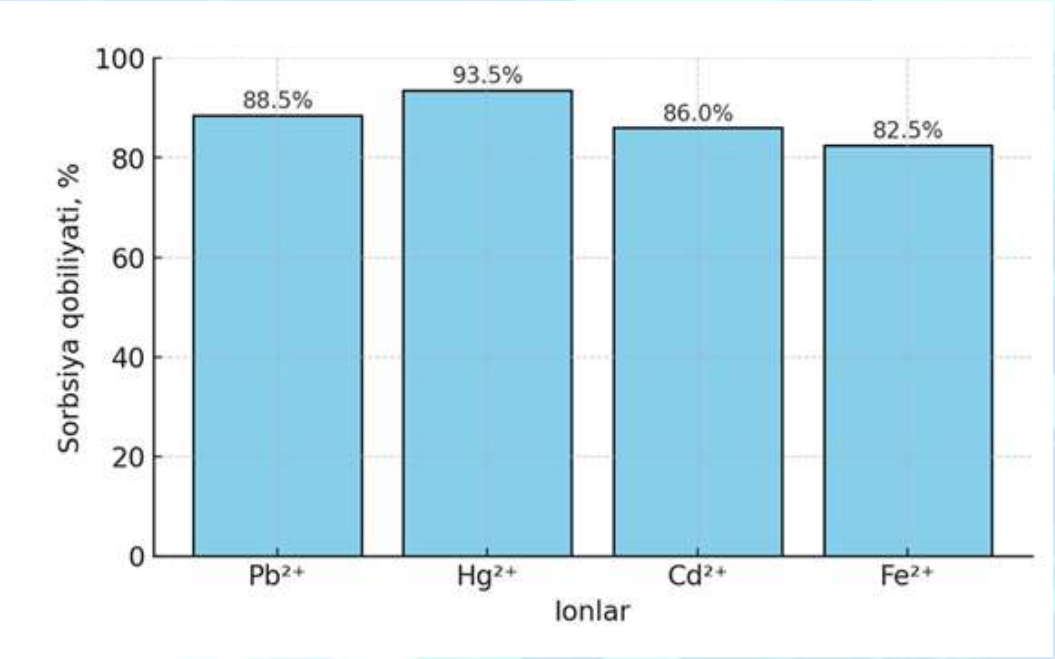
6	Neytral muhitda barqarorligi (distillangan suv)	60 sutka davomida o‘zgarishsiz	—	25 °C da suvda saqlash

2-jadval ma’lumotlari sintez qilingan polisulfid oligomerning germetiklik sifatida yuqori samaradorligini ko‘rsatadi. Suv o‘tkazmaslik sinovida 0,2 MPa bosim ostida 24 soat davomida suv hammomida ushlab turilganda oqish kuzatilmadi. Bu ko‘rsatkich oligomerning mikropora va kapillyar bo‘shliqlardan xoli, zich va monolit struktura hosil qilishini tasdiqlaydi. Havo o‘tkazmaslik natijalari ham yuqori bo‘lib, 0,3 MPa bosim ostida pnevmatik sinovda 100 % germetiklik ta’minlandi. Bu, ayniqsa, gaz ushlovchi va bosim ostidagi qurilmalar uchun muhim xususiyatdir. Metall yuzaga yopishish kuchi (1,25 MPa) pull-off test natijalariga ko‘ra, oligomerning adgeziya qobiliyati sanoat talablariga to‘liq javob beradi. Bu natija oligomer tarkibidagi aromatik halqalar va efir bog‘lari orqali metall yuzasi bilan mustahkam bog‘lanish hosil bo‘lishi bilan izohlanadi. Qoplama yaxlitligini saqlash harorati 230 °C atrofida bo‘lib, bu materialning termik barqarorligi yuqori ekanini ko‘rsatadi.

Ishqoriy muhit (pH 10) va neytral muhitdagi uzoq muddatli barqarorlik sinovlari oligomerning kimyoviy inertligini ko‘rsatdi. Ishqoriy muhitda 30 sutka, neytral muhitda 60 sutka davomida hech qanday rang o‘zgarishi, shishish yoki qoplama buzilishi qayd etilmadi. Bu natijalar polimer zanjirida S–S bog‘larining yuqori kimyoviy turg‘unligi va aromatik fragmentlarning korroziyaga qarshi ta’siri bilan izohlanadi.

Sintez qilingan polisulfid oligomer dastlab quritildi va mexanik maydalagichda maydalanib, bir xil fraksiyadagi granulalarga ajratildi (diametri 1–3 mm). Granulalar 60 °C haroratda 2 soat davomida quritilib, gigroskopik namlikdan tozalandi. Sorbsiya tajribalari statik usulda olib borildi. Buning uchun 0,10 g granulalar 100 ml og‘ir metall ionlari eritmasiga (Pb^{2+}, Hg^{2+}, Cd^{2+}, Fe^{2+}; har biri uchun boshlang‘ich konsentratsiya 50 mg/l) solindi. Eritmalar pH = 5,5 ga keltirilib, 25 °C haroratda magnit aralashtirgichda 60 daqiqadan keyin filtrlab olindi. Filtratdagi qoldiq ionlar miqdori UV-5100 spektrofotometri yordamida aniqlandi. Olingan natijalar granula shaklidagi oligomerlarning yuqori sorbsiya qobiliyatiga ega ekanligini ko‘rsatdi, ayniqsa Hg^{2+} va Pb^{2+} ionlariga nisbatan selektivligi aniq namoyon bo‘ldi. Granulalangan shaklning afzalligi shundaki, u filtratsiya jarayonini soddalashtiradi, sanoat sharoitida regeneratsiya va qayta qo‘llash imkoniyatini oshiradi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Sintez qilingan polisulfid oligomerning (PSBXG) og‘ir metall ionlarini sorbsiya samaradorligi.

Sorbsiya samaradorligi bo‘yicha tahlil shuni ko‘rsatadiki, sintez qilingan polisulfid oligomer og‘ir metall ionlarini quyidagi samaradorlik ketma-ketligida adsorbsiyalaydi: Hg^{2+} (93,5%) > Pb^{2+} (88,5%) > Cd^{2+} (86,0%) > Fe^{2+} (82,5%). Bu yuqori samaradorlik, ayniqsa Hg^{2+} va Pb^{2+} uchun, oligomer tarkibidagi S–S bog‘lari va oltingugurt donor markazlarining yumshoq kationlar bilan kuchli kimyoviy bog‘ hosil qilish xususiyati bilan izohlanadi. Fe^{2+} ionlari esa S-donorlarga pastroq affinitetga ega bo‘lgani sababli nisbatan pastroq sorbsiya ko‘rsatadi.

Xulosa

Ikki bosqichli sintez jarayoni orqali natriy polisulfid, benzaldegid va epixlorgidrin asosida yuqori oltingugurt tarkibli polisulfid oligomer olindi. IQ-spektroskopiya natijalari uning murakkab funksional tuzilishga ega ekanligini tasdiqladi. Oligomer yuqori termik barqarorlik, yaxshi qovushqoqlik va yuqori oltingugurt sig‘imi bilan ajralib turadi. Ushbu material sanoat chiqindi suvlardan og‘ir metall ionlarini selektiv adsorbsiyalash va germetik sifatida amaliy qo‘llash uchun istiqbollidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Djalilov A. T. , Nazarov S.I., Nurqulov F.N., Bahonurova M.F. Natriy polisulfidi va 1,1,2-trixloretan asosida sintez qilingan polisulfid oligomerining fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq etish. Development of science, 2025/6 vol 4, pp.327-335.

ISSN 3030-3907

2. Grabel'nykh V.A., Russavskaya N.V., Korchevin N.A. Novel Type of Sorbents Based on Sodium Polysulphide from the Wastes of Epichlorohydrin Production // Journal of Applied Chemistry. – 2012. – Vol. 85. – P. 1778–1785.
3. Sharma S., Champagne P. Mechanisms of Elemental Sulfur and Polysulfide Reactions with Nucleophiles // Green Chemistry. – 2023. – Vol. 25. – P. 3120–3135.
4. Nazarov S.I., Djalilov A. T. , Nurqulov F.N. Xlororganik chiqindilar asosida polisulfid kauchuk sintezi, uning fizik-kimyoviy xossalari va tuzilishining IQ - spektroskopik tadqiqoti. Qo'qon DPI. Ilmiy xabarlar 2025-yil 5-son. 203-208 b
5. Normurodov B., Turaev K., Jalilov A., Kasimov S. Synthesis of Thiocol Oligomer Based on Sodium Tetrasulphide, Epichlorhydrine and Ammonium Phosphate // Science and Innovation. – 2021. – №6. – P. 34–41.
6. Nazarov S.I., Djalilov A. T. , Nurqulov F.N. Elementar oltingugurt asosida samarali odorant birikmalarini sintezi. Qo'qon DPI. Ilmiy xabarlar 2025-yil 5-son. 209-213b

ISSN 3030-3907

USING AND DETERMINATION OF DAILY MONITORING SOFTWARE IN DIAGNOSING VASCULAR DISEASES

Dilafruz Nurjabova
Ph.D. student of Tashkent University of Information Technologies,
100084, Tashkent,Uzbekistan
E-mail: dilyaranur1986@gmail.com

Abstract. This article covers the possibilities of software-based daily monitoring in the early detection and control of vascular diseases. With the help of outpatient arterial pressure monitoring (ABPM), the patient's daily physiological indicators are recorded and methods for processing and analyzing data through software tools are described. Furthermore, based on mathematical modelling and algorithmic approaches, effective ways of determining blood pressure dynamics, heart rate rhythms, ischemic changes, and arrhythmias are indicated. The article states that the integration of daily monitoring with modern software systems increases diagnostic accuracy and expands the possibility of detecting vascular diseases at an early stage.

Keywords*:* Daily monitoring, outpatient arterial pressure monitoring, Holter ECG, software, mathematical model, heart rhythm, ischemic change, arrhythmia, diagnosis of vascular diseases.

Annotatsiya. Mazkur maqolada qon-tomir kasalliklarini erta aniqlash va nazorat qilishda sutkalik monitoring dasturiy ta‘minot asosida qo‘llanish imkoniyatlari yoritilgan. Ambulator arterial bosim monitoringi (ABPM) yordamida bemorning sutkalik fiziologik ko‘rsatkichlari qayd etilishi, dasturiy vositalar orqali ma’lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish usullari bayon etiladi. Shuningdek, matematik modellashtirish va algoritmik yondashuvlar asosida qon bosimi dinamikasi, yurak urish ritmlari, ishemik o‘zgarishlar hamda aritmiyalarni aniqlashning samarali yo‘llari ko‘satib o‘tiladi. Maqola sutkalik monitoring zamonaviy dasturiy tizimlar bilan integratsiyalashuvi natijasida diagnostika aniqligi oshishini va qon-tomir kasalliklarini erta bosqichda aniqlash imkoniyati kengayishini ta’kidlaydi.

Kalit so‘zlar: Kundalik monitoring, ambulator arterial bosim monitoringi, Xolter EKG, dasturiy ta'minot, matematik model, yurak ritmi, ishemik o‘zgarish, aritmiya, qon tomir kasalliklari diagnostikasi.

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности применения программного обеспечения для суточного мониторинга для раннего выявления и контроля сосудистых заболеваний. С помощью амбулаторного мониторинга артериального давления (АБПМ) регистрируются суточные физиологические показатели пациента, описываются методы обработки и

ISSN 3030-3907

анализа данных с помощью программных средств.ннотация. В данной статье рассматриваются возможности применения программного обеспечения для суточного для раннего выявления и контроля сосудистых заболеваний. С помощью амбулаторного мониторинга артериального давления (АБПМ) регистрируются суточные физиологические показатели пациента, описываются методы обработки и анализа данных с помощью программных средств. Также будут показаны эффективные способы определения динамики артериального давления, сердечного ритма, ишемических изменений и аритмий на основе математического моделирования и алгоритмических подходов. В статье подчеркивается, что в результате интеграции суточного мониторинга с современными программными системами повышается точность диагностики и расширяется возможность выявления сосудистых заболеваний на ранней стадии.

Ключевые слова: ежедневный мониторинг, амбулаторный мониторинг артериального давления, Холтеровская ЭКГ, программное обеспечение, математическая модель, сердечный ритм, ишемические изменения, аритмии, диагностика сосудистых заболеваний.

I.INTRODUCTION

Cardiovascular diseases are currently the leading cause of death worldwide. According to the World Health Organization (WHO), more than 17 million people die from cardiovascular disease each year. The early detection, treatment, and prevention of these diseases is one of the most important tasks in medicine. Short-term blood pressure or ECG recordings measured under traditional clinical conditions do not fully reflect the patient's real daily condition. This is because the patient may be agitated in the clinic and the indicators may be distorted by temporary factors. Therefore, 24-hour monitoring methods have been introduced into medical practice [1,2,3,4,5].

There are two main types of 24-hour monitoring:

1. Ambulatory arterial pressure monitoring (ABPM) - a method of regularly recording a patient's blood pressure for 24 hours[1,2,3,4,5].

2. 24-hour ECG monitoring (Holter monitoring) - Recording of electrical activity of the heart using a portable recording device.

With the help of these methods, the physician will be able to assess the physiological and pathological changes that occur during the patient's daily life. Today, 24-hour monitoring is widely used in cardiology. We will dwell separately on the practical application of both methods[1,2,3,4,5].

II.METHODS AND ALGORITHMS

ISSN 3030-3907

ABPM records the patient's blood pressure throughout the day and night. The main practical applications of this method are as follows:

• Diagnosis of hypertension: identification of "white coat hypertension" and "latent hypertension";

• Evaluation of drug efficacy: determination of the duration and effectiveness of antihypertensive drugs;

• Prognosis: preliminary assessment of the increased risk of stroke and heart failure in patients without a physiological decrease in night pressure;

Holter monitoring is intended more for monitoring heart rhythm. It is used in the following cases:

• Detection of arrhythmias: paroxysmal tachycardia, ventricular extrasystoles, episodes of atrial fibrillation;

• Evaluation of ischemia: detection of latent myocardial ischemia by depression or elevation;

• Evaluation of treatment effectiveness: monitoring the performance of antiarrhythmic drugs or pacemakers;

• In sports and occupational medicine: monitoring of heart rhythm during physical exertion[1,2,3,4,5].

Today, 12-channel Holter monitoring is available, which provides much more information than simple 1-to2-channel systems. It is especially sensitive to detect ischemic changes[6,7,8,9,10].

24-hour monitoring is distinguished from other diagnostic methods by the following features:

1. Continuous observation - provides real-time information for 24 hours;
2. Application in daily activities - The patient continues his usual work, so the results reflect real-life conditions;
3. Assessment of circadian rhythm - allows you to compare day and night indicators;
4. Possibility of statistical analysis: average values, dispersion, variability, and level are calculated;
5. Prognostic power - allows you to preestimate the risk of hypertension, cardiac ischemia, stroke, and heart failure[6,7,8,9,10].

Table with the main types of ECG devices and programmes used for electrocardiogram-based diagnostics:

ISSN 3030-3907

Table-1.

ECG devices and programmes used for diagnostics based on electrocardiograms

Device type	Type of program	Country of origin	Possibilities	Flaws
12-channel stationary ECG machine	**CardioSoft (GE Healthcare)**	USA	Multi-channel recording, data storage and analysis capabilities, PC integration	Expensive and requires professional maintenance
Portable ECG machine	**KardiaMobile (AliveCor)**	USA	ECG recording via smartphone, arrhythmia analysis, ease of use	Limited number of channels, limited analytical capabilities
Wearable devices with ECG sensor	**Apple Health (Apple Watch)**	USA	Continuous heart rate monitoring, alerts about irregularities	Accuracy depends on proper wearing, limited functionality compared to medical devices
Holter monitor	**ZioPatch (iRhythm Technologies)**	USA	Long-term monitoring (up to 14 days), automatic data analysis	High cost, data processing time
Stationary ECG monitor	**EpiCardio (Epigenics)**	South Korea	High accuracy and ability to analyze complex rhythms	Requires inpatient placement and patient connection
Wireless ECG devices	**QardioCore (Qardio)**	USA	Continuous monitoring, data transfer via cloud services	High cost and limited analytical capabilities
Implant - integrated devices	**Merlin (Abbott)**	USA	Continuous monitoring,	Surgery required, high cost

ISSN 3030-3907

			real-time data transmission	
ECG smartphone	**ECG Dongle (Nordavind)**	Russia	Easy to use, sync with smartphone, rhythm analysis	Limited diagnostic capabilities, mobile device dependent
Home ECG Monitor	**Beurer ME90 (Beurer)**	Germany	Simple interface for home use, data transfer to doctor	Limited analytical capabilities
Diagnostic ECG machine	**QRS Diagnostics**	USA	Accurate ECG analysis, support multi-channel recordings	Training required for proper use

Table-2.

ECG devices and programmes used for diagnostics based on electrocardiograms

Device type	Type of program	Country of origin	Possibilities	Flaws
12-channel stationary ECG machine	**CardioSoft (GE Healthcare)**	USA	Multichannel recording, automatic recognition of arrhythmias, infarctions, hypertrophy, integration with PC and cloud	High cost, requires professional training to set up and use
Portable ECG machine	**KardiaMobile (AliveCor)**	USA	Arrhythmia analysis (including atrial fibrillation), smartphone compatibility , instant results	The accuracy is lower than that of clinical devices; The analysis is limited to a few types of arrhythmias

ISSN 3030-3907

Wearable devices with ECG sensor	**Apple Health (Apple Watch)**	USA	Continuous monitoring of heart rhythm, atrial fibrillation analysis, alerts about possible violations	Limited accuracy, not intended for complex medical diagnoses, requires confirmation by clinical tests
Holter monitor	**ZioPatch (iRhythm Technologies)**	USA	Long-term monitoring (up to 14 days), automatic recognition of arrhythmias and pauses, long-term recording	High cost, delay in providing analysis due to recording time
Stationary ECG monitor	**EpiCardio (Epigenics)**	South Korea	High accuracy, analysis of complex rhythms, diagnostics of coronary heart disease, infarction, arrhythmia, in real time	Requires patient connection to the device, not always convenient for outpatients
Wireless ECG devices	**QardioCore (Qardio)**	USA	Continuous monitoring, cloud analytics, mobile integration, heart rate assessment	Limited diagnostic functions, dependent on internet connection

ISSN 3030-3907

Implant - integrated devices	**Merlin (Abbott)**	USA	Continuous monitoring, automatic data transfer to the doctor, possibility of diagnosing tachycardia, bradycardia	Requires surgery for installation, high cost
ECG smartphone	**ECG Dongle (Nordavind)**	Russia	Easy to use, quick rhythm analysis via smartphone, data recording in the app	Limited analysis capabilities, requires a smartphone to operate
Home ECG Monitor	**Beurer ME90 (Beurer)**	Germany	Easy to use, data transfer to the doctor, possibility of diagnosing arrhythmias, self-monitoring of the condition	Does not provide diagnostics for complex cases, no deep data analysis
Diagnostic ECG machine	**QRS Diagnostics**	USA	Support for multichannel recording, accurate diagnosis of myocardial infarction, arrhythmia, ischemia, integration with software	High cost, training required to operate the device

ISSN 3030-3907

Table-3.

ECG devices and programmes used for diagnostics based on electrocardiograms in Uzbekistan

Device type	Type of program	Country of origin	Possibilities	Flaws	Use in Uzbekistan
12-channel stationary ECG machine	**CardioSoft (GE Healthcare)**	USA	Multichannel recording, automatic recognition of arrhythmias, infarctions, hypertrophy, integration with PC and cloud	High cost, requires training	Used in large medical centers
Portable ECG machine	**KardiaMobile (AliveCor)**	USA	Arrhythmia analysis, smartphone connection, instant results	Lower accuracy, limited diagnostic functions	Not common
Wearable ECG device (Apple Watch)	**Apple Health**	USA	Continuous rhythm monitoring, irregularity notifications, iPhone compatibility	Limited accuracy, not for complex diagnoses	Not used
Holter monitor	**Holter Monitor (BPL)**	India	Long-term monitoring (up to 48 hours), registration of	Requires professional interpretation	Used in cardiology clinics

ISSN 3030-3907

			arrhythmias, ischemia		
Holter monitor (ZioPatch)	**ZioPatch (iRhythm Technologies)**	USA	Long-term monitoring (up to 14 days), automatic recognition of pauses and arrhythmias	High cost and requires lengthy analysis	Not used
Wireless ECG device	**QardioCore (Qardio)**	USA	Continuous monitoring, integration with mobile devices, cloud analytics	Limited functionality , internet dependent	Not used
ECG machine for home use	**Beurer ME90 (Beurer)**	Germany	Self-use, data transfer to a doctor, arrhythmia diagnostics	Limited analysis capabilities	Possible in private practice
Diagnostic ECG machine	**QRS Diagnostics**	USA	Multichannel recording, diagnostics of infarction, arrhythmia, ischemia	High cost, training required	Used in large clinics

Additional explanations:

- 12-channel ECG machines and Holter monitors are most often used in large medical centres and cardiology clinics in Uzbekistan.
- Some devices, such as KardiaMobile and QardioCore, are more popular in the US and Europe, but have not gained widespread distribution in Uzbekistan.
- ECG analysis programmes such as CardioSoft and Holter Monitor are actively used for diagnostics and monitoring in the cardiology departments of Uzbekistan.

ISSN 3030-3907

In the field of diagnostics and treatment of diseases associated with blood thickening, there are several key problems and needs that require attention. Furthermore, the development and implementation of modern programmes and technologies play an important role in the timely and accurate detection of hypercoagulation-associated pathologies[6,7,8,9,10].

Problems in the diagnosis and management of blood thickening

1. Late diagnosis:

Often patients do not realize they have circulatory problems until serious complications such as thrombosis, heart attack, or stroke occur. Screening programmes for early blood thickening are not well developed.

2. Insufficient number of specialised tests:

To detect blood clotting disorders, complex and expensive tests are required, such as thromboelastography, tests for genetic mutations (for example factor V Leiden). These tests are not available in all clinics and may not be available in certain regions.

3. Low public awareness:

Many patients are not sufficiently informed about the risk factors for blood thickening, such as sedentary lifestyle, dehydration, or taking hormonal drugs, leading to increased morbidity[6,7,8,9,10].

4. Lack of a personalised approach:

Standard treatment regimens are not always suitable for each patient, as hypercoagulation can be caused by different reasons and require individual tactics. For example, the same anticoagulant may not be suitable for all patients.

5. Monitoring of patients' condition:

Monitoring the condition of patients with blood clotting diseases is difficult, especially if constant monitoring and adjustment of therapy is required.

Necessary programmes and technologies for accurate diagnostics:

1. Development of personalised medicine:

Programmes that analyse multiple risk factors for each patient according to their condition, genetic predisposition, lifestyle, and associated diseases. Such systems can recommend optimal prevention and treatment methods.

2. Telemedicine platforms:

Programmes that allow you to remotely monitor blood parameters (for example, coagulation level, SpO2, blood pressure and other important parameters). Use of wearable devices with integration into health monitoring applications (smart watches with the ability to measure heart rate and blood oxygen saturation) [6,7,8,9,10].

3. Screening programmes for early detection:

ISSN 3030-3907

National programmes that will allow all age groups to undergo screening tests to detect predisposition to thrombosis and other blood clotting disorders, especially in high-risk patients (hereditary thrombophilia, pregnant women, and the elderly)[11,12,13,14].

4. Computer programmes for coagulogram analysis:

Modern systems based on artificial intelligence for interpreting the results of blood coagulation tests, such as coagulogram, with the ability to quickly assess the risk of thrombosis and recommend therapy[11,12,13,14].

5. Integrated laboratory diagnostic systems:

Software that allows laboratories to process complex tests, such as clotting gene tests or inflammation biomarkers, more quickly and accurately. This speeds up the diagnosis process and improves the precision of treatment.

6. Risk assessment and prevention programmes:

Platforms that help doctors and patients assess the risk of hypercoagulability based on everyday data such as physical activity, nutrition, and stress levels. These programmes can generate recommendations for lifestyle changes to reduce the risk of thrombosis.

7. Programmes for automatic control of anticoagulants:

Automated systems that monitor the correct dose of anticoagulants (e.g., warfarin) based on coagulation parameters such as international normalised ratio (INR), with alerts to patients and physicians if abnormal values are detected[11,12,13,14].

8. Mobile applications for self-monitoring:

Mobile applications that allow patients to independently measure and monitor blood clotting parameters at home using portable devices and receive recommendations for adjustment of therapy[11,12,13,14].

ISSN 3030-3907

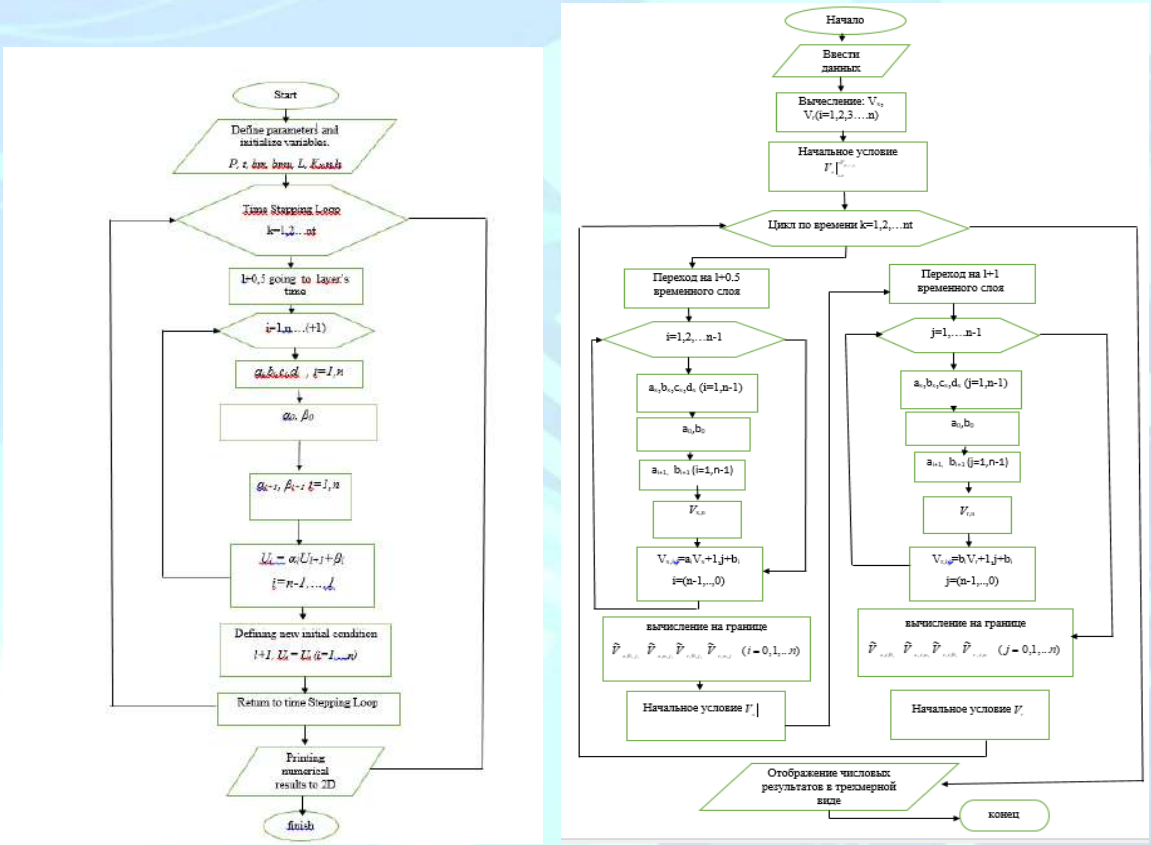


Fig. 1. Block diagram of the blood vessel algorithm for the vascular system.

The two flow charts in Figure.1. illustrate the algorithms for modelling blood vessel. Although both are designed to perform calculations on the vascular system, they differ significantly in their structure and operating mechanisms. The flow chart on the left is relatively simple and performs mainly iterative calculations over time. At the beginning of the algorithm, initial parameters and conditions are entered, and then blood flow parameters are calculated at each time step using a "time-stepping loop"[15,16,17,18,19,20,21]. At each step, the necessary values are determined using various mathematical expressions and the initial conditions are updated. Finally, the results are processed and displayed in the form of a two-dimensional graph. The main feature of this algorithm is to model blood flow in a general way and to monitor dynamic changes over time. The flow chart on the right is more complex, in which the calculation is carried out in two directions: iterating over time and over vascular segments[15,16,17,18,19,20,21]. After entering the initial conditions, the algorithm runs two cycles: one is performed by time steps, and the other by vascular segments. At each step, a wide range of parameters (*a*, *b*, *c*, *F*, *V*, etc.) is calculated, boundary conditions are checked, and the results are updated step by step. Finally, detailed results are obtained for all segments and displayed in a visual form. Although this algorithm is more complex, it allows for a deeper analysis of the physiological processes of the vascular system divided into segments[15,16,17,18,19,20,21].

ISSN 3030-3907

In general, the block diagram on the left is based on simple iterative calculations in time, whereas the block diagram on the right performs multicycle calculations in two directions - by time and by segment. As a result, the first scheme provides simple and fast modelling, while the second allows for a more detailed and in-depth physiological analysis[15,16,17,18,19,20,21]. The main differences between the two block diagrams manifest themselves in several aspects. First, if we focus on the level of complexity, the scheme on the left is simpler, performing mainly iterative calculations over time. The scheme on the right is more complex, in which, along with time, multi-cycle calculations are performed over vascular segments. From a coverage point of view, the scheme on the left models the overall blood flow process; that is, it aims at observing the overall dynamics of the process. The scheme on the right allows for the analysis of the vascular system into individual segments, as a result of which the model becomes more accurate and detailed. There is also a difference in the amount of calculation: the left scheme works faster due to the fact that it contains fewer parameters and requires relatively less computer resources. The right scheme requires more parameters and calculations, but thereby allows for a deeper reflection of physiological processes. As a result, the left scheme provides a simple graphical representation of the overall dynamics of blood flow, while the right scheme records detailed results distributed by segments. Thus, the left scheme is convenient for quick and general modelling, while the right scheme is more effective for precise and comprehensive analysis[15,16,17,18,19,20,21].

III. DISCUSSION

Accurate diagnosis of vascular diseases using daily monitoring (Holter 24-hour monitoring (monitoring of blood pressure, heart rate, and other parameters) has several significant problems. Although such methods are a powerful tool for assessing cardiovascular diseases, the accuracy of diagnosis is sometimes limited by various factors[15,16,17,18,19,20,21]. Here are the key problems that specialists face when performing 24-hour monitoring:

1. Incomplete data and interference:

- Noise and interference : During daily patient activities, interference in the recorded data (eg, patient movement, electrical devices, or improper placement of electrodes) may occur, reducing the accuracy of readings.
- Gaps in the recording: Some devices may periodically lose their signal, causing data gaps. This can make it difficult to assess arrhythmias or blood pressure fluctuations.

ISSN 3030-3907

• Limitations of devices : Not all 24-hour monitoring devices can accurately measure all necessary parameters, such as variable heart rate, blood oxygen level (SpO2), or blood pressure during activity.

2. Limited time frame

• Limited duration of monitoring: 24-48 hour monitoring may not be sufficient to detect rare episodes of arrhythmia or other vascular problems. Some events may occur outside of the observation period, making diagnosis difficult.

• Disadvantage of long-term monitoring: Longer monitoring (several days or weeks) is required to obtain a more complete picture, but this is not always practical and prolonged use of devices causes discomfort in patients.

3. Errors in the Interpretation of the Data

• Large volumes of data: 24-hour monitoring generates a huge amount of information that needs to be interpreted. Automatic algorithms may misclassify individual events, such as extrasystoles or atrial fibrillation, and this can lead to false positive or false negative results[15,16,17,18,19,20,21].

• Human factor: Interpreting 24-hour monitoring data requires experience and knowledge. Interpretation errors by the physician may lead to an incorrect diagnosis or treatment[15,16,17,18,19,20,21].

4. Data heterogeneity depending on conditions

• Changes in daily routine: Physical activity, sleep, stress, and food intake can significantly affect measurements such as blood pressure and heart rate. Without taking these factors into account, it is difficult to accurately interpret the data. For example, fluctuations in blood pressure can be normal during exercise, but dangerous at rest[15,16,17,18,19,20,21].

• Drug effects: Patients taking medications (eg, antihypertensives or antiarrhythmics) may have different monitoring results than usual, making it difficult to detect true abnormalities.

5. Poor and inadequate patient behaviour

• Patient discomfort: Wearing a monitoring device continuously for 24 hours or more can cause discomfort. Patients may experience skin irritation or difficulty sleeping, which reduces the quality of the data[15,16,17,18,19,20,21].

• Changes in habitual behaviour: Wearing the devices can cause patients to behave differently than usual, which may distort the monitoring results. For example, the patient may avoid physical activity or change their daily routine to avoid disrupting the equipment[15,16,17,18,19,20,21].

6. Lack of a personalised approach

• General Interpretation of the Data: Monitoring is usually based on standardised parameters, without taking into account individual characteristics of each patient,

ISSN 3030-3907

such as individual variations in blood pressure, physical activity, and health status. This may lead to inappropriate therapy.

• Lack of personalised recommendations : Most devices cannot automatically offer personalised treatment recommendations based on the data received, which requires additional interpretation by a physician[15,16,17,18,19,20,21].

7. Lack of complete coverage of all aspects of vascular diseases

• Limited monitoring parameters: Most 24-hour monitors measure blood pressure and heart rate, but cannot assess parameters such as arterial stiffness, circulating blood volume, or inflammation levels, which are also important for diagnosing vascular disease[15,16,17,18,19,20,21].

• Lack of information on the status of small vessels : Many circulatory problems are related to microvessels (eg, diabetic angiopathy), which cannot always be assessed using standard monitoring.

To improve the precision of vascular disease diagnostics by daily monitoring, the following innovations and programmes are needed:

1. Development of wearable technologies:

Improved monitoring devices that can record data over longer periods of time (for example, weeks) and measure a wider range of parameters, including vascular stiffness, heart rate variability and metabolic parameters [15,16,17,18,19,20,21].

2. Automated data analysis systems:

Using artificial intelligence and machine learning to interpret data more accurately and detect hidden patterns that escape the human eye. This can also help to provide personalised recommendations.

3. Multilevel monitoring systems :

Comprehensive programmes that integrate data from wearable devices, lab tests, and other medical sources to create a complete picture of a patient's health.

4. Remote monitoring technologies:

Telemedicine and remote monitoring programmes that allow physicians to track changes in a patient’s condition in real time and adjust treatment if necessary[15,16,17,18,19,20,21].Therefore, to improve the accuracy of vascular disease diagnostics based on daily monitoring, it is necessary not only to improve equipment and analysis methods but also to develop new programmes to integrate various data and improve the quality of medical care[15,16,17,18,19,20,21].

Importance in the diagnosis of vascular diseases:

• Hypertension: ABPM accurately records the daily dynamics of blood pressure and the effectiveness of treatment is monitored[15,16,17,18,19,20,21].

ISSN 3030-3907

• Ischemic heart disease: Holter monitoring detects ischemic episodes by recording latent ST-segment changes.
• Arrhythmias: indicate paroxysmal or nocturnal heart rhythm disturbances.
• Risk of stroke: Non-dipper blood pressure at night increases the risk of stroke.
• Heart failure: decreased heart rate variability (HRV) indicates the severity of the disease.

IV. RESULTS

The accurate diagnosis of blood vessel diseases using 24-hour monitoring (blood pressure, heart rate, and other parameters) presents several significant challenges. Although such methods are a powerful tool to assess cardiovascular diseases, the diagnostic accuracy is sometimes limited by various factors. Key challenges faced by specialists with 24-hour monitoring include:

1. Incomplete data and interference

• Noise and interference: During daily patient activities, interference can occur in recorded data (such as patient movement, electrical devices, or improper placement of electrodes), reducing the accuracy of the readings.
• Gaps in the recording: Some devices may periodically lose their signal, resulting in data gaps. This may make it difficult to assess arrhythmias or fluctuations in blood pressure.
• Device limitations: Not all 24-hour monitoring devices can accurately measure all necessary parameters, such as variable heart rate, blood oxygen levels (SpO2), or blood pressure during activity.

2. Limited time frame

• Limited duration of monitoring: 24-48 hours of monitoring may not be sufficient to detect rare episodes of arrhythmia or other vascular problems. Some events may occur outside of the observation period, making diagnosis difficult.
• Disadvantage of long-term observations: Longer monitoring (several days or weeks) is required to obtain a more complete picture, but this is not always practical, and prolonged use of devices causes discomfort in patients.

3. Errors in the Interpretation of the Data

• Large volumes of data: 24-hour monitoring generates a huge amount of information that must be interpreted. Automatic algorithms may misclassify individual events, such as extra systoles or atrial fibrillation, and this may lead to false positive or false negative results.
• Human factor: Interpreting 24-hour monitoring data requires experience and knowledge. Interpretation errors by the physician may lead to an incorrect diagnosis or treatment. 4. Data heterogeneity depending on conditions

ISSN 3030-3907

• Changes in daily routine: Physical activity, sleep, stress, and food intake can significantly affect parameters such as blood pressure and heart rate. Without taking these factors into account, it is difficult to accurately interpret the data. For example, blood pressure fluctuations can be normal during exercise, but dangerous at rest.

• Effects of medications: Patients taking medications (such as antihypertensives or antiarrhythmics) may experience abnormal monitoring results, making it difficult to detect true abnormalities.

4. Patient discomfort and inappropriate behaviour

• Patient discomfort: Wearing a monitoring device continuously for 24 hours or more can be uncomfortable. Patients may experience skin irritation or difficulty sleeping, which reduces the quality of the data.

• Changes in habitual behaviour: Wearing devices may cause patients to behave differently from usual, which may skew the monitoring results. For example, a patient can avoid physical activity or change their daily routine to avoid disrupting equipment.

5. Lack of a personalised approach

• General interpretation of the data: Monitoring is usually based on standardised parameters, without taking into account the characteristics of each patient, such as individual variations in blood pressure, physical activity, and health status. This can lead to inappropriate therapy.

• Lack of personalised recommendations: Most devices are unable to automatically offer personalised treatment recommendations based on the data obtained, which requires additional interpretation by a physician.

6. Incomplete coverage of all aspects of vascular diseases

• Limited monitoring parameters: Most 24-hour monitors measure blood pressure and heart rate, but cannot assess parameters such as vascular stiffness, circulating blood volume, or the level of inflammation, which are also important for the diagnosis of vascular diseases.

• Lack of information on the state of small vessels: Many circulatory problems are associated with microvessels (eg, diabetic angiopathy), which cannot always be assessed using standard monitoring.

ISSN 3030-3907

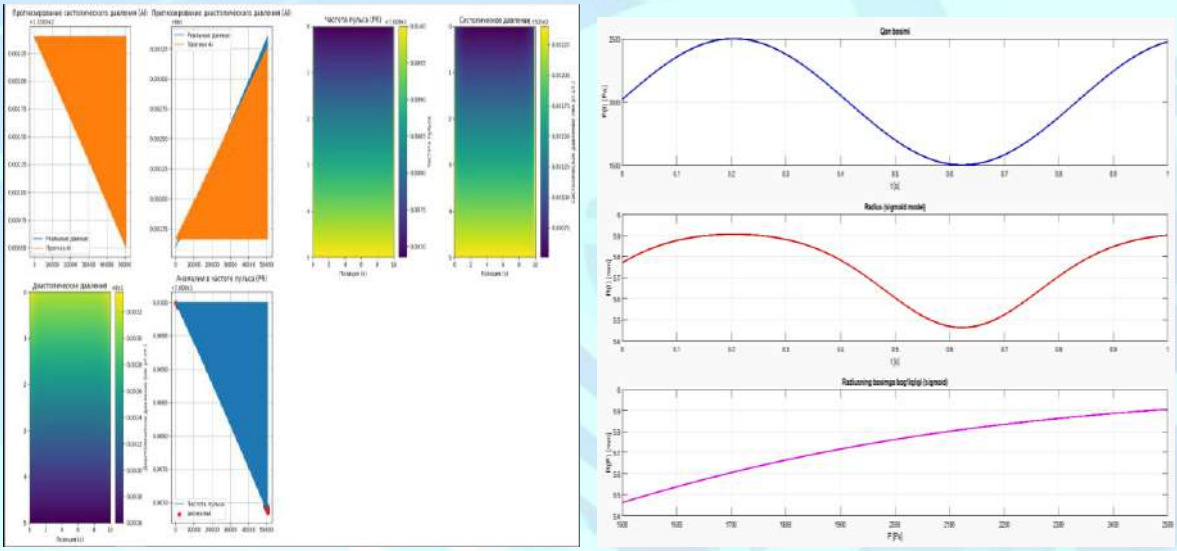


Fig.2. Predicted systolic pressure and results of blood pressure.

1. Top left graph (predicted systolic pressure). The graph compares the actual systolic pressure and the calculated (predicted) values. As can be seen, the values are close to each other, which indicates a high reliability of the model. The colour filling in the area shows the deviation between the actual and predicted values[15,16,17,18,19,20,21].

2. The second graph on the top left (predicted diastolic pressure, ADd). Here, the prediction of diastolic blood pressure (lower pressure) is presented. The actual and predicted values are in an almost linear relationship, which means that the model reflects vascular elasticity well[15,16,17,18,19,20,21].

3. Top-right graphs. By frequency (pulse, JPS): The distribution of heart rate is depicted in the form of a colour gradient. The range of lower and upper values is clearly shown. The relationship between systolic pressure and frequency is also depicted. It is clear that high-frequency indicators have a direct impact on dynamic pressure changes.

4. The graph on the lower left (diastolic pressure, ADd). The change in diastolic pressure over time or another parameter is depicted. The gradient colour distribution shows the dynamics of change[15,16,17,18,19,20,21].

5. The graph on the lower right (Diastolic pressure and pulse rate comparison).The graph shows a negative correlation between diastolic pressure and heart rate. That is, when the pulse accelerates, the diastolic pressure tends to decrease, which is also physiologically logical: At a high heart rate, the phase of cardiac relaxation (diastole) is shortened.

The modelled results are close to the real clinical data and show the relationship between blood pressure and heart rate. Forecasts of systolic and diastolic pressures are recorded with high precision. The relationship between heart rate (HR) and pressure is consistent with physiological laws. These results may be

ISSN 3030-3907

useful for predicting the cardiovascular system and early detection of various pathologies using a software model[15,16,17,18,19,20,21].

V. CONCLUSION

24-hour monitoring (ABPM and Holter) plays a very important role in the diagnosis and prognosis of cardiology. It is an effective tool for clarifying the clinical diagnosis of the patient, monitoring the effectiveness of treatment, and early detection of latent diseases. In particular, 12-channel Holter monitoring allows for comprehensive recording of the heart's electrical activity, providing in-depth analysis of ischemic disease and arrhythmias. Holter monitoring and ambulatory blood pressure monitoring (ABPM) are important diagnostic tools in the diagnosis of cardiovascular disease and they perform different functions. Holter monitoring is designed mainly to continuously record the electrical activity of the heart. It allows you to detect heart rhythm, conduction disturbances, and ischemic changes for 24–48 hours[15,16,17,18,19,20,21]. This method is very useful for detecting latent arrhythmias that are not visible on a short-term ECG. It also provides effective results in assessing the effect of drugs. However, Holter monitoring has some disadvantages: it does not measure blood pressure, but only provides information about heart rhythm, and prolonged contact of the electrodes with the skin can cause discomfort to the patient. Ambulatory blood pressure monitoring automatically records arterial pressure for 24 hours, usually every 15–30 minutes. This method is widely used in the diagnosis of hypertension, as it shows the difference between blood pressure measured in a clinical setting and observed in daily life. For example, it is very convenient for detecting ‘white coat syndrome” or “hidden hypertension”. Additionally, it allows you to assess the risk of cardiovascular disease with more accuracy by recording changes in pressure during the day and night. However, this method also has disadvantages: frequent cuff inflation can disrupt sleep, and it does not provide complete information on heart rhythm. In general, Holter monitoring plays an important role in monitoring heart rhythm and electrical activity, while ABPM plays an important role in assessing blood pressure in dynamics. Using the two together allows for a more detailed and accurate study of the state of the cardiovascular system. This software is designed to predict and analyse blood pressure, processing data obtained from daily monitoring through mathematical modelling. The graphs compare the actual values of systolic and diastolic pressure with the predicted results. Their closeness indicates the high accuracy and reliability of the model. The programme also shows the relationship between blood pressure and pulse rate and allows you to analyze how physiological processes change over time using colour diagrams. Compared to Holter ECG, the main difference of this software is that Holter monitoring

ISSN 3030-3907

records heart electrical activity for 24–48 hours and is aimed at identifying arrhythmias, ischemia, and conduction disorders. Blood pressure monitoring and modelling are designed to monitor systolic and diastolic pressure and heart rate. Holter monitoring displays the heart rhythm in a graphical form, but does not provide information about blood pressure. The blood pressure modelling programme does not show the electrical activity of the heart, but allows you to analyse the dynamics and prognosis of blood pressure through visual and colour maps. Thus, although the Holter ECG and blood pressure monitoring programme have different aspects, when used together, they allow for a deep and comprehensive assessment of the state of the cardiovascular system.

REFERENCES

1. Flynn JT, Urbina EM, Brady TM, et al. Ambulatory blood pressure monitoring in children and adolescents: update 2022: a scientific statement from the American Heart Association // Hypertension. - 2022. - Vol. 79, no. 7. -P. e114-e124.
2. Basalely A, Hill-Horowitz T, Sethna CB. Ambulatory blood pressure monitoring in pediatrics, an update on the interpretation and classification of hypertension phenotypes // Curr Hypertens Rep. - 2023. -DOI: 10.1007/s11906-022-01231-3.
3. Kim JY, Oh IY, Lee H, et al. The efficacy of detecting arrhythmia is higher with continuous electrocardiographic patch monitoring of 7 days than with Holter monitoring // J Arrhythmia. - 2023. - Vol. 39. - P. 422–429.
4. Hyun S. Evaluation of the diagnostic performance and efficacy of the 24-hour Holter monitor in arrhythmia detection: advantages and limitations // PMC. - 2024.
5. Van Vliet M. Ambulatory atrial fibrillation detection and quantification by... // Nature Digital Medicine. - 2025.
6. Abdelrazik A, Eldesouky M, Antoun I, et al. Wearable devices for the detection of arrhythmias: advancements and clinical implications // Sensors. -2025. -Vol. 25, no. 9. Article 2848.
7. Gonzalez, W., Jin, Y., Bao, T., Huang, Y. Comparison of ambulatory blood pressure monitoring and office blood pressure in primary health care of populations at high risk of hypertension // Front Public Health. -2023. -Article 985730. Frontiers
8. Cepeda M, Pham P, Shimbo D. Status of ambulatory blood pressure monitoring and home blood pressure monitoring for the diagnosis and management of hypertension in the US: an up-to-date review / Hypertension Research. -2023.
9. Lee EM. When and how to use ambulatory blood pressure monitoring // Clin Hypertens. -2024.
10. De la Sierra A. Monitoring of blood pressure in ambulances. Current status and... // ScienceDirect. -2024.

ISSN 3030-3907

11. Chia J. The role of ambulatory blood pressure monitoring in… // Heart Lung Circ. -2022.
12. Sridhar AR, et al. State of the use of the art of mobile health technologies in clinical… // Nature Medicine Sessions. -2024.
13. Nazarian S, Lam K, Darzi A, Ashrafian H. Diagnostic accuracy of smartwatches for the detection of cardiac arrhythmia: systematic review and meta-analysis // J Med Internet Res. -2021. -Vol. 23, no. 8. -e28974.
14. Varma N, et al. 2021 ISHNE/HRS/EHRA/APHRS Expert Collaborative... // Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology. -2021.
15. Mayo Clinic. Holter monitor overview and usage in clinical practice // Mayo Clinic resources. -2024.
16. Nurjabova, D., & Ismailova, Z. (2024). DEVELOPMENT AND COUNTING PRESSURE OF ONE DIMENSIONAL MODEL OF FDM FOR BLOOD CAPILLARY VESSEL. Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук, 4(12), 7–17. извлечено от https://in-academy.uz/index.php/EJMTCS/article/view/40809
17. Nurjabova, D. (2025). UTILIZING PREDICTION AND MONITORING TECHNIQUES WITH CORRELATION AND REGRESSION MODELS FOR THE ANALYSIS AND MANAGEMENT OF VASCULAR DISEASES. Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук, 5(1), 14–25. извлечено от https://in-academy.uz/index.php/EJMTCS/article/view/42777
18. Nurjabova, D., Sayyora, Q., Gulmira, P. (2023). Using Discretization and Numerical Methods of Problem 1D-3D-1D Model for Blood Vessel Walls with Navier-Stokes. In: Koucheryavy, Y., Aziz, A. (eds) Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems. NEW2AN 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol. 13772. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30258-9_7
19. E. Nazirova, D. Nurjabova, and S. Ismailov, "A Numerical Approach to a Parabolic Equation: The Finite-Difference Method for Blood Vessels," 2024 4th International Conference on Technological Advancements in Computational Sciences (ICTACS), Tashkent, Uzbekistan, 2024, pp. 863-868, doi: 10.1109/ICTACS62700.2024.10841039.
20. E. Nazirova and D. Nurjabova, "Development of Software, a Single-Dimensional Model for Blood Vessels," 2024 4th International Conference on Technological Advancements in Computational Sciences (ICTACS), Tashkent, Uzbekistan, 2024, pp. 856-862, doi: 10.1109/ICTACS62700.2024.10840966.

ISSN 3030-3907

21. Dilafruz Nurjabova (2024). CALCULATING THE VELOCITY OF GLOBAL BLOOD FLOW WITH COMSOLE MULTYPYSICS IN THE CARDIOVESSEL. Eurasian Journal of Mathematical Theory and Computer Sciences, 4 (2), 25-29. doi: 10.5281/zenodo.10679284

ISSN 3030-3907

YOG‘ VA MOYLARNI FERMENT YORDAMIDA PEREETERIFIKATSIYALASH TEXNOLOGIYASINI YARATISH

Bozorova Dilshoda Nasilloyevna
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti
Oltiyev Azim To‘yqulovich
Buxoro davlat texnika universiteti professori

Annotatsiya. Maqolada yog‘ va moylarning biotexnologik qayta ishlash usuli - ferment yordamida pereeterifikatsiya jarayonini amalga oshirish texnologiyasi ilmiy asoslangan. Tadqiqotda zig‘ir urug‘idan olingan lipaza, tovuq yog‘i va soya yog‘idan foydalanildi. Eksperimental natijalar yog‘larning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarini (yod soni, kislota soni, plastiklik va qattiq moddalar ulushi) yaxshilashga va trans-izomerlar hosil bo‘lishini oldini olishga xizmat qilishi aniqlandi. Yaratilgan texnologik liniyaning ishchi sxemasi taklif etildi.

Kalit so‘zlar: fermentativ pereeterifikatsiya, lipaza, soya yog‘i, tovuq yog‘i, zig‘ir urug‘i, texnologiya.

Аннотация. В статье научно обоснована технология биотехнологической переработки жиров и масел – процесс ферментативной переэтерификации. В исследовании использованы липаза, полученная из семян льна, куриный жир и соевое масло. Экспериментальные результаты показали улучшение физико-химических показателей жиров (йодное число, кислотное число, пластичность и доля твёрдых веществ), а также предотвращение образования транс-изомеров. Предложена рабочая схема разработанной технологической линии.

Ключевые слова: ферментативная переэтерификация, липаза, соевое масло, куриный жир, семена льна, технология.

Abstract. The article provides a scientific basis for the biotechnological reprocessing of oils and fats through enzymatic interesterification. Flaxseed lipase, chicken fat, and soybean oil were used in the study. Experimental results showed improvements in the physicochemical properties of fats (iodine value, acid value, plasticity, and solid fat content) and the prevention of trans-isomer formation. A technological line with a working scheme was developed and proposed.

Keywords: enzymatic interesterification, lipase, soybean oil, chicken fat, flaxseed, technology.

Kirish.

So‘nggi yillarda aholining sog‘lom ovqatlanishga bo‘lgan talabi va trans-yog‘ kislotalarining zararli ta’siri haqidagi ilmiy dalillar yog‘-moy sanoatida yangi texnologiyalarni joriy etishni taqozo etmoqda. An’anaviy gidrogenizatsiya jarayoni trans-izomerlarning ko‘payishiga olib keladi, bu esa yurak-qon tomir kasalliklari

ISSN 3030-3907

xavfini oshiradi. Shu bois, ferment yordamida pereeterifikatsiya texnologiyasi trans-izomer hosil qilmay, moylarning tarkibiy va funksional xususiyatlarini yaxshilash imkoniyatini beradi. Mazkur ishning dolzarbligi zig‘ir urug‘idan olingan lipaza asosida soya va tovuq yog‘larini qayta ishlash orqali trans-yordamchi texnologiya ishlab chiqishda namoyon bo‘ladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI Tadqiqotning samaradorligini ta’minlash maqsadida bir nechta ilmiy usullar kompleks ravishda qo‘llanildi.

1. Xom ashyo tanlash. Tajribalarda mahalliy sharoitda ishlab chiqarilgan soya yog‘i, parrandachilik xo‘jaliklaridan olingan tovuqlardan ajratilgan yog‘ hamda fermentativ jarayonni ta’minlash uchun zig‘ir urug‘idan olingan lipaza biokatalizatori tanlandi. Xom ashyolarning tanlanishi ularning oziq-ovqat sanoatida keng qo‘llanishi va biokimyoviy xususiyatlarining muvofiqligi bilan asoslanadi.

2. Fizik-kimyoviy tahlillar. Yog‘larning sifat ko‘rsatkichlarini baholashda quyidagi klassik va zamonaviy tahlil usullari qo‘llanildi:

- Yod soni – yog‘ tarkibidagi qo‘sh bog‘lar sonini aniqlash va ularning oksidlanishga chidamliligini baholash uchun ishlatildi.
- Kislota soni – erkin yog‘ kislotalarining miqdorini aniqlash orqali yog‘larning gidrolitik parchalanish darajasi baholandi.
- SFC (Solid Fat Content) – qattiq moddalar ulushi differensial skanerlovchi kalorimetriya (DSC) asosida aniqlanib, yog‘larning erish harorati va plastiklik darajasi o‘rganildi.

3. Fermentativ pereeterifikatsiya jarayoni. Jarayon zig‘ir urug‘idan ajratib olingan lipaza fermenti yordamida olib borildi. Optimal sharoitlar quyidagicha tanlandi:

- Harorat – 45–55°C, bu fermentning eng yuqori faolligini ta’minladi;
- rN muhit – ferment faoliyati uchun qulay darajada ushlab turildi;
- Ferment konsentratsiyasi – substratga nisbatan ma’lum foizlarda qo‘llanib, jarayon samaradorligi baholandi.

Pereeterifikatsiya jarayonida yog‘larning triglitserid tarkibi o‘zgarib, mahsulotning fizik-kimyoviy xususiyatlari yaxshilanishi kuzatildi.

4. Statistik tahlil. Olingan natijalar ehtimollik nazariyasi va matematik statistika usullari asosida qayta ishlanib, ishonchlilik darajasi baholandi. Tahlillar “Student” t-testi, variatsion ko‘rsatkichlar va standart xatoliklar asosida olib borildi. Bu esa tajriba natijalarining ilmiy asoslanganligini hamda amaliy qo‘llanishga yaroqliligini ta’minladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. So‘nggi yillarda ilmiy izlanishlarda turli manbalardan olingan lipazalarning samaradorligi sinovdan o‘tkazilmoqda.

ISSN 3030-3907

Jumladan, zig‘ir urug‘idan olingan lipaza, o‘zining yuqori katalitik faolligi va ekologik tozaligi bilan ajralib turadi. Ushbu ferment yordamida tovuq yog‘i va soya moyining pereesterifikatsiyasi amalga oshirilganda yog‘larning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari yaxshilanib, mahsulotning oziq-ovqat sanoati uchun qulay bo‘lgan strukturaviy va funksional xususiyatlari shakllanadi. Mazkur tadqiqotda fermentativ qayta ishlashdan olingan natijalar asosida yog‘larning yod soni, kislota soni, plastikligi va qattiq modda ulushi ilmiy tahlil qilinib, ularning texnologik va amaliy ahamiyati asoslab beriladi (1-jadval).

1-jadval.

Ferment yordamida qayta ishlangan yog‘larning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

№	Ko‘rsatkichlar	Oldingi holat	Keyingi holat
1	Yod soni (g I_2/100 g yog‘)	115	118
2	Kislota soni (mg KOH/g)	2,8	1,9
3	Plastiklik, %	12	18
4	Qattiq moddalar ulushi, % (SFC)	20	27

Jadvalda keltirilgan ma’lumotlar fermentativ pereeterifikatsiya jarayoni yog‘ va moylarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini sezilarli darajada o‘zgartirishini ko‘rsatadi:

1. **Yod sonining oshishi (115 → 118)** – Bu ko‘rsatkich yog‘ tarkibidagi qo‘sh bog‘lar miqdorini bildiradi. Yod soni oshishi yog‘ning qovurishdagi barqarorligini va antioksidant xususiyatlarini yaxshilaydi. Bu holat ferment ta’sirida qator qayta taqsimlanish jarayonlari ro‘y berganini anglatadi.

2. **Kislota sonining kamayishi (2,8 → 1,9)** – Kislota soni yog‘dagi erkin yog‘ kislotalari miqdorini ko‘rsatadi. Uning pasayishi yog‘ning sifat ko‘rsatkichlari yaxshilanganini va zaxirada saqlashdagi barqarorlik oshganini tasdiqlaydi.

3. **Plastiklikning oshishi (12% → 18%)** – Plastiklik ko‘rsatkichi yog‘ning texnologik jarayonlarda ishlatish imkoniyatlarini belgilaydi. Masalan, margarin, konditer mahsulotlari ishlab chiqarishda plastiklik yuqori bo‘lishi muhim. Ferment ta’sirida triglitseridlar qayta taqsimlanib, yog‘ plastikligi oshgan.

4. **Qattiq moddalar ulushining ko‘payishi (20% → 27%)** – SFC ko‘rsatkichi yog‘ning erish harorati va teksturasini belgilaydi. Uning oshishi mahsulotning qaymoqsimon tuzilishiga ega bo‘lishini ta’minlaydi. Bu, ayniqsa, yuqori sifatli oziq-ovqat yog‘ mahsulotlari uchun muhim. Jadval tahlilidan ko‘rinib turibdiki, zig‘ir urug‘idan olingan lipaza yordamida soya va tovuq yog‘larining fermentativ pereeterifikatsiyasi yog‘larning sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi: erkin yog‘ kislotalari kamayadi, plastiklik va qattiq moddalar ulushi ortadi, trans-

ISSN 3030-3907

izomerlar hosil bo‘lishi esa kuzatilmaydi. Bu esa texnologiyaning **oziq-ovqat sanoati uchun amaliy ahamiyatga ega** ekanini tasdiqlaydi. Yog‘ va moylarni biotexnologik qayta ishlashda fermentativ pereeterifikatsiya jarayoni alohida o‘rin tutadi. Ushbu jarayon orqali an’anaviy gidrogenlash texnologiyasiga nisbatan trans-izomerlar hosil bo‘lishi oldi olinadi va mahsulotning foydali yog‘ kislotalari tarkibi saqlanib qoladi.

Texnologik jarayonni samarali tashkil etish uchun uni bosqichma-bosqich amalga oshirish sxemasi ishlab chiqildi. Mazkur texnologik liniya quyidagi asosiy bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

Xomashyo tayyorlash – soya yog‘i va tovuq yog‘ining dastlabki tozalash va filtrlash jarayonlari.

Ferment qo‘shish – ziqir urug‘idan olingan lipaza katalizatori yordamida pereeterifikatsiya jarayonini boshlash.

Reaktor bosqichi – nazorat qilingan harorat va aralashtirish sharoitida yog‘larning fermentativ qayta ishlanishi.

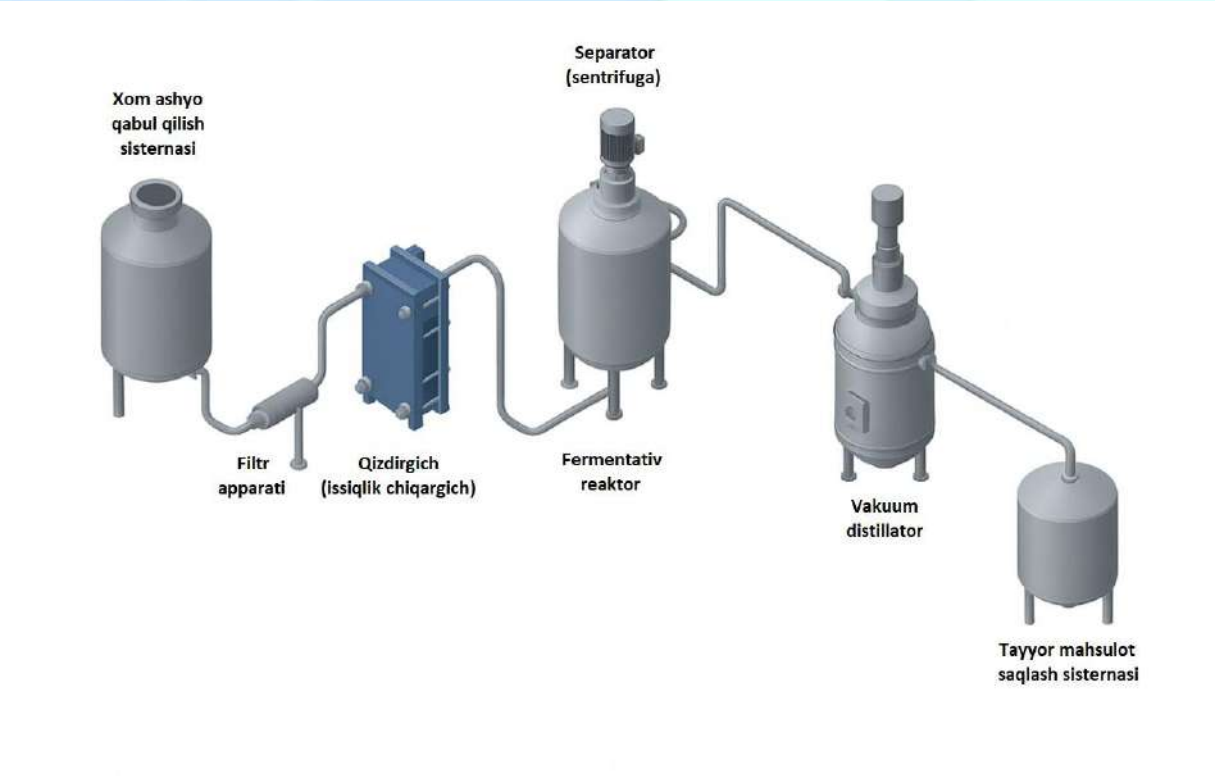
Ajratish – reaksiya mahsulotidan ferment qoldiqlari va yon mahsulotlarni ajratib olish.

Rafinatsiya – mahsulotni qo‘shimcha fizik-kimyoviy ishlovdan o‘tkazib sifatini yaxshilash.

Yakuniy mahsulot olish – trans-yog‘larsiz, yaxshilangan plastiklik va barqarorlikka ega yog‘larni tayyorlash.

Shu tarzda ishlab chiqilgan texnologik sxema yog‘larning sifatini oshirish, ularni xavfsiz va foydali ko‘rinishda iste’molchilarga yetkazib berishga xizmat qiladi. 1-rasmda ushbu texnologik bosqichlar keltirilgan.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Fermentativ pereeterifikatsiya texnologik liniyasi.

Xom ashyo qabul bunkeri – soya va tovuq yog‘ini qabul qilish va dastlabki tozalash.

1. Qizdirish tizimi – haroratni optimal darajaga yetkazish (45–55°C).
2. Ferment reaktor – lipaza ishtirokida pereeterifikatsiya jarayoni.
3. Ajratish barabani – reaksiyadan keyingi aralashmani fermentdan ajratish.
4. Filtr-press – mexanik qo‘shimchalardan tozalash.
5. Stabilizatsiya va sovitish idishi – tayyor mahsulotning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarini barqarorlashtirish.
6. Qadoqlash bloki – mahsulotni iste’molga tayyor shaklda joylash.

Yuqoridagi ifodalangan texnologik liniya yog‘ va moylarni fermentativ pereeterifikatsiya qilishning asosiy bosqichlarini qamrab olib, yuqori sifatli, biologik qiymati yuqori va trans-izomerlardan xoli mahsulot olish imkonini beradi.

Xulosa

O‘tkazilgan ilmiy tahlillar va mavjud adabiyotlar asosida shuni ta’kidlash mumkinki, yog‘ va moylarni ferment yordamida pereeterifikatsiyalash texnologiyasi an’anaviy gidrogenlash va kimyoviy pereeterifikatsiyaga nisbatan bir qator afzalliklarga ega: Sifat ko‘rsatkichlari yaxshilanadi, fermentativ usulda trans-yog‘ izomerlari hosil qilinmaydi, natijada olingan yog‘larning biologik qiymati yuqori bo‘ladi. Ekologik xavfsizlik ta’minlanadi: (kimyoviy katalizatorlar ($NaOCH_3$, NaOH) ishlatilmagani uchun chiqindi moddalarning hosil bo‘lishi sezilarli kamayadi), texnologik imkoniyatlar kengayadi (Turli manbali yog‘lar

ISSN 3030-3907

(o‘simlik va hayvon yog‘lari aralashmalari)ni qayta ishlash orqali yangi funksional yog‘-moy mahsulotlari ishlab chiqish mumkin).

Inson salomatligi uchun foydaliligi Omega-6 va omega-9 kabi muhim to‘yintirilmagan yog‘ kislotalarini boyitilgan yog‘lar olish imkoniyati mavjud. Jarayon samaradorligi: Optimal sharoitda lipazalar 45-55 °C harorat va 6-12 soat ichida yuqori darajada pereeterifikatsiyalash reaksiyasini amalga oshirishi aniqlangan.

Takliflar. Sanoat miqyosida joriy etish: Fermentativ pereeterifikatsiya asosida ishlaydigan texnologik liniyalarni mahalliy yog‘-moy zavodlarida sinovdan o‘tkazish. Mahalliy fermentlardan foydalanish: Zig‘ir urug‘i, ipak qurti g‘umbagi va boshqa manbalardan lipaza fermentlarini ajratib olish va ularni immobilizatsiya qilish orqali tannarxni kamaytirish. Funktsional mahsulotlar yaratish: Pereeterifikatsiya qilingan yog‘larni bolalar oziq-ovqati, diabetik bemorlar uchun dietik yog‘ mahsulotlari va trans-yogsiz margarin ishlab chiqarishda qo‘llash. Energiya tejamkor texnologiya: Elektromagnit maydon, ultratovush yoki mikroto‘lqinli texnologiyalarni qo‘llash orqali jarayonni tezlashtirish va ferment sarfini kamaytirish. Ilmiy hamkorlik: O‘zbekiston sharoitida moslashtirilgan yangi biotexnologik usullarni ishlab chiqishda xorijiy ilmiy markazlar bilan qo‘shma loyihalar olib borish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Shahidi F., Wanasundara P.K.J.P.D. Enzymes in lipid modification. Food Sci. Technol., 2002.
2. Xu X. Enzymatic modification of oils and fats. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 2000.
3. Hasanov A., et al. Biotechnology of lipases in food industry. Uzbek Journal of Chemistry, 2022.
4. Wu, J. Demulsification of oil-rich emulsion from enzyme-assisted aqueous extraction of extruded soybean flakes / J. Wu, L.A. Johnson, S. Jung // Bioresource Technology. -2009. -Vol.100, № 2. -P.527-533.
5. De Moura, J.M.L.N. A Scale-up of enzyme-assisted aqueous extraction processing of soybeans / J.M.L.N. de Moura, N.M. de Almeida, L. A. Johnson // J. Am. Oil Chem. Soc. -2009. -Vol. 86, № 8. - P . 809-815.
6. Yang, T. Lipase-catalyzed modification of lard to produce human milk fat substitutes / T. Yang, X. Xu, C He, L. Li // Food Chem. - 2003. - Vol.80. - P. 473-481.
7. De Moura, J.M.L.N. A Scale-up of enzyme-assisted aqueous extraction processing of soybeans / J.M.L.N. de Moura, N.M. de Almeida, L. A. Johnson // J. Am. Oil Chem. Soc. -2009. -Vol. 86, № 8. - P . 809-815.

ISSN 3030-3907

8. "Enzymatic Interesterification of Fats: Reactions, Applications and Innovations" – *Journal of the American Oil Chemists' Society.*
9. "Lipase-catalyzed modification of oils and fats for functional applications" – *Food Chemistry Journal.*
10. "Biocatalysis in non-conventional media for lipid modification" – *Current Opinion in Biotechnology.*

ISSN 3030-3907

POLISULFIDLI SORBENTLAR YORDAMIDA TEXNOLOGIK CHIQINDI SUVLARDAN SIMOB (Hg^{2+}) IONLARINI SELEKTIV ADSORBSIYA QILISH SAMARADORLIGINI BAHOLASH

Nazarov Sayfulla Ibodulloyevich

Buxoro davlat universiteti "Kimyo va neft-gaz texnologiyalari" kafedrasi professori,

E-mail:s.i.nazarov@buxdu.uz.

Bahonurova Mehribon Fozil qizi

Buxoro davlat universiteti, Kimyo ta'lim yo'nalishi 3-kurs talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada texnologik uchastkasi chiqindi suvlaridagi simob (Hg^{2+}) ionlarini polisulfidli sorbentlar yordamida selektiv adsorbsiya qilish samaradorligi tadqiq qilindi. Tadqiqot ob'ektlari sifatida vinilxlorid monomeri sintezi jarayonida $HgCl_2$ asosidagi katalizator qo'llanilgan texnologik chiqindi suvlar tanlab olindi. Laboratoriya sharoitida sintez qilingan PSK-1 va PSK-2 turdagi polisulfidli sorbentlar qo'llanildi. Adsorbsiya jarayoni vertikal kolonkali tizimda 5 g/l sorbent yuklanishi va 0,5–8 soat vaqt oralig'ida olib borildi. Simob miqdori ETCG-2A mikrokompyuterli simob analizator yordamida aniqlandi. Natijalarga ko'ra, PSK-2 sorbenti Hg^{2+} ionlariga nisbatan yuqori selektivlik va barqaror adsorbsiya quvvati namoyon qildi. Chiqindi suvlardagi simob konsentratsiyasi 1,32–1,38 mg/l dan 0,14–0,17 ppb gacha kamaytirildi. Bu ko'rsatkichlar GOST va SanPiN ekologik normalariga to'liq javob berishi bilan birga, texnologiyaning amaliy joriy etilishi natijasida chiqindi suvni tozalash tannarxi 28% ga arzonlashishi aniqlandi.

Kalit so'zlar: Polisulfidli sorbentlar, simob ionlari, selektiv adsorbsiya, chiqindi suvlar, PSK-1, PSK-2, ETCG-2A, ekologik me'yorlar, sanoat chiqindilarini tozalash.

Аннотация. В данной статье исследована эффективность селективной адсорбции ионов ртути (Hg^{2+}) из сточных вод технологического участка с использованием полисульфидных сорбентов. В качестве объектов исследования были выбраны сточные воды процесса синтеза винилхлоридного мономера, где в качестве катализатора применялся $HgCl_2$. Использовались синтезированные в лабораторных условиях полисульфидные сорбенты типов PSK-1 и PSK-2. Процесс адсорбции проводился в вертикальной колонной системе при загрузке сорбента 5 г/л в течение 0,5–8 часов. Концентрация ртути определялась с помощью микро-компьютерного ртутного анализатора ETCG-2A. Согласно результатам, сорбент PSK-2проявил высокую селективность к ионам Hg^{2+} и устойчивую адсорбционную ёмкость. Концентрация ртути в сточных водах снизилась с

ISSN 3030-3907

1,32–1,38 мг/л до 0,14–0,17 ppb. Эти показатели полностью соответствуют экологическим нормам ГОСТ и СанПиН, а внедрение технологии на практике позволяет снизить себестоимость очистки сточных вод на 28%.

Ключевые слова: полисульфидные сорбенты, ионы ртути, селективная адсорбция, сточные воды, PSK-1, PSK-2, ETCG-2A, экологические нормы, очистка промышленных стоков.

Abstract. This study investigates the efficiency of selective adsorption of mercury ions (Hg^{2+}) from wastewater streams using polysulfide sorbents. Wastewater generated during vinyl chloride monomer synthesis, where $HgCl_2$-based catalysts are employed, was chosen as the research object. Laboratory-synthesized polysulfide sorbents PSK-1 and PSK-2 were applied. Adsorption experiments were carried out in a vertical column system with a sorbent loading of 5 g/l over a contact time of 0.5–8 hours. Mercury concentration was determined using the ETCG-2A microcomputer mercury analyzer. The results demonstrated that the PSK-2 sorbent exhibited higher selectivity and stable adsorption capacity towards Hg^{2+} ions. The mercury concentration in wastewater decreased from 1.32–1.38 mg/L to 0.14–0.17 ppb. These values fully comply with GOST and SanPiN environmental standards, while practical implementation of the technology reduces wastewater treatment costs by 28%.

Keywords: polysulfide sorbents, mercury ions, selective adsorption, wastewater, PSK-1, PSK-2, ETCG-2A, environmental standards, industrial wastewater treatment.

Kirish

Bugungi kunda sanoat korxonalaridan chiqadigan texnologik chiqindi suvlar tarkibida simob (Hg^{2+}) ionlari mavjud bo‘lishi keng tarqalgan ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Simob organizmda to‘planish xususiyatiga ega bo‘lib, markaziy asab tizimi, buyrak va jigar faoliyatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli chiqindi suvlardan simobni samarali va arzon usulda tozalash bugungi kunda ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo‘nalishlaridan biridir. Odatda qo‘llaniladigan tozalash usullari qimmatbaho va murakkab bo‘lib, ko‘p hollarda samaradorlik jihatdan yetarli darajada emas.

Oxirgi yillarda arzon, qayta ishlanadigan va yuqori selektivlikka ega bo‘lgan polisulfidli sorbentlar simob ionlarini adsorbsiya qilishda istiqbolli yechim sifatida e’tirof etilmoqda. Ushbu maqolada aynan ana shu turdagi sorbentlarning samaradorligi turli ilmiy manbalar asosida tahlil qilinadi. Simob (Hg^{2+}) — inson salomatligi va atrof-muhit uchun katta xavf tug‘diradigan og‘ir metall hisoblanadi. U sanoat korxonalari chiqindilarini tozalashda asosiy muammolardan biri sifatida namoyon bo‘ladi. Bu chiqindilardan samarali usulda simobni olib tashlash masalasi

ISSN 3030-3907

bugungi kunda keng muhokama etilmoqda. Bunda polisulfidli sorbentlardan foydalanish yuqori natijalar bermoqda. Masalan, Prudnikov va hammualliflar lignin, organoxlor chiqindilar va natriy polisulfiddan iborat sorbent yordamida simob bilan ifloslangan tuproqlarni demerkurizatsiya qilishda hosil bo‘lgan suvlardan simobni samarali adsorbsiya qilish usulini taklif qilishgan [1]. Sun va boshqalar esa sulfur, oleilamin va kartoshka kraxmali asosida invers vulkanizatsiya usulida sintez qilingan polisulfidli sorbentdan foydalanib, 248.2 mg/g adsorbsiya qobiliyati va 99.28% tozalash samaradorligiga erishishgan. Bu sorbent qayta ishlatish imkoniyatiga ham ega bo‘lib, ekologik jihatdan barqaror yechim sifatida tavsiya etilgan [2]. Shu bilan birga, Azman va mualliflar chiqindi palma moyi va arzon sulfurdan tayyorlangan polisulfidli sorbent (PSS) ni SEM tahlili asosida tekshirib chiqishgan. Ular sorbentning 95.57% samaradorlikka ega ekanini, ayniqsa pH 6 va 4 soat kontakt vaqtda eng yaxshi natijalarga erishilganini ta’kidlashgan [3].

Sreedhar va jamoasi polisulfid bilan ishlangan kokos qabig‘i asosidagi tabiiy sorbentni taklif etishgan. Ushbu adsorbentning samaradorligi 5.5–10.0 pH oralig‘ida yuqori bo‘lgan va harorat oshishi bilan adsorbsiya qobiliyati ham oshgan. Sorbent iqtisodiy jihatdan maqbul va qayta ishlash imkoniyati mavjud [4]. Yangi avlod sorbentlari ichida Pan va hamkasblari tomonidan ishlab chiqilgan sulfur-boy polimer sorbent alohida ahamiyatga ega. U turli ionli muhitlarda ham simobni selektiv ravishda adsorbsiya qilish qobiliyatiga ega bo‘lib, yuqori selektivlik va samaradorlikni namoyon etgan [5]. Yuqoridagi tadqiqotlardan ko‘rinadiki, polisulfidli sorbentlar Hg^{2+} ionlarini texnologik chiqindi suvlardan selektiv ravishda va yuqori samara bilan adsorbsiya qilish imkonini beradi.

Polisulfidli sorbentlar arzon xomashyolardan — masalan, chiqindi moy, tabiiy lignin yoki kokos qabig‘idan — tayyorlanishi, yuqori simob adsorbsiya qobiliyatiga ega bo‘lishi va qayta ishlatilishi mumkinligi bilan alohida ahamiyatga ega. Shu bois, ushbu tadqiqot mavzuning ilmiy va amaliy jihatdan yuqori dolzarblikka ega ekanligini tasdiqlaydi.

Materiallar va usullar

Tadqiqot ob’ektlari сифатида «Navoiyazot» АЖнинг 911-sex uchastkasidagi texnologik jarayondan hosil bo‘ladigan chiqindi suvlar tanlab olindi. Ushbu suvlar texnogen xususiyatga ega bo‘lib, Hg^{2+} ionlari bilan ifloslangan. Namunalar ikkita asosiy manbadan — 372-pozitsiya va basseyn oqimlaridan olingan. Chiqindi suvlardagi simobning dastlabki konsentratsiyasi 1,32–1,38 mg/l ni tashkil etdi.

Sorbentlar sintez qilingan polisul’fidli sorbentlar ishlatildi: PSK-1 (qora rangli),

ISSN 3030-3907

PSK-2 (och jigarrang). Sorbent yuklanishi barcha tajribalarda 5 g/l konsentratsiyada amalga oshirildi.

Eksperimental usul

Adsorbsiya tajribalari maxsus tayyorlangan vertikal kolonkali sorbsiya tizimida olib borildi. Borosilikat shishadan tayyorlangan kolonkalar diametri ≈2 sm va balandligi ≈50–60 sm bo‘lib, yuqori qismida sorbent yuklama kamerasi (voronka va rezervuar), pastki qismida esa suv oqimini boshqaruvchi klapan va vakuum filtrlash uchun adapter bilan jihozlandi. Suv tabiiy gravitatsiya ta’sirida sorbsiya qatlami orqali o‘tkazildi va chiqish nuqtasida tozalangan suv yig‘ilib, keyinchalik tahlil qilindi. Oqim tezligi manometr yordamida nazorat qilindi.

Tahlil usuli

Hg^{2+} ionlarining miqdori ETCG-2A mikrokompyuterli rtutnыy analizator yordamida aniqlandi (o‘lchov diapazoni 0–5 ng/ml, sezgirligi 0,2 ppb).

Namuna tayyorlash quyidagi tartibda amalga oshirildi:

Namunaning pH darajasi o‘lchandi va zarur hollarda 2–3 tomchi HNO_3 qo‘shilib, pH 3,5–4 gacha tushirildi. 8 ml namuna olinib, unga 0,4 ml $KMnO_4$ eritmasi qo‘shildi va yaxshilab aralashtirildi. 4% gidroksilamin gidroxlorid eritmasi tomchilatib, ortiqcha oksidlovchi neytrallashdi. So‘ngra 2 ml 10% $SnCl_2$ eritmasi qo‘shilib, qayta aralashtirildi. Tayyorlangan namuna analizatorga joylashtirilib, qurilma 3–4 marta o‘lchov olib, natijani ppb (μg/l) ko‘rinishida chiqardi.

Tajriba sharoitlari- Sorbsiya vaqti: 0,5–8 soat; Sorbent miqdori: 5 g/l;
Namunalar: 372-pozitsiya va basseyn manbalaridan olingan chiqindi suvlar.

Har bir tajriba sharoitida ta’sir vaqti, sarflangan hajm va Hg^{2+} ionlari konsentratsiyasining dastlabki va yakuniy miqdorlari qayd etildi. Turli sorbentlar yordamida parallel tajribalar olib borilib, ularning selektivlik darajasi solishtirildi. Kolonkali sorbsiya usuli sanoat sharoitida mavjud bo‘ladigan o‘zgaruvchan oqim tizimlarini modellashtirish imkonini berdi. Ushbu usul: sorbsiya izotermalari, massa almashinuv tezligi va kinetik parametrlarni baholash uchun qulay bo‘ldi; adsorbsiya jarayonida sorbent-ion interfeysi yuzasida yuz beruvchi fazalararo bog‘lanishlarni bevosita kuzatish imkonini berdi.

Natijalar va muhokama

372-pozitsiya manbasidan olingan chiqindi suvlarda simob (Hg^{2+}) ionlarining PSK-1 va PSK-2 sorbentlari yordamida adsorbsiya qilinish samaradorligi o‘rganildi. Ushbu sorbentlarning simob ionlariga nisbatan selektivligi, adsorbsiya quvvati va uzoq vaqt mobaynida barqaror samaradorligini aniqlandi. PSK-1 va PSK-2 sorbentlari qiyosiy ravishda sinovdan o‘tkazilib,

ISSN 3030-3907

ularning tozalash samaradorligi va barqarorlik darajalari solishtirildi. Qiyosiy natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

372-pozitsiya manbasidan olingan chiqindi suvda simob (Hg^{2+}) ionlarini PSK-1 va PSK-2 sorbentlari yordamida adsorbsiya qilish natijalari

Ko‘rsatkich nomlari	Oqova suv 372 poz. dastlabki	Sinov vaqti 07.07.2025y	1-Namuna PSK-1	2-Namuna PSK-2
Suv tarkibidagi simobni aniqlash, ppb	1,32	0,5 soatdan so‘ng	0,42	0,55
	1,32	8-soatdan so‘ng	0,12	0,66
	1,32	8-soatdan so‘ng	0,65	0,10
	1,32	8-soatdan so‘ng	0,85	0,52
	1,32	8-soatdan so‘ng	1,32	0,39

Jadvalda «Navoiyazot» AJning 372-pozitsiya manbasidan olingan chiqindi suvlarda simob (Hg^{2+}) ionlarining PSK-1 sorbenti yordamida adsorbsiya orqali yo‘qotilishi natijalari keltirilgan. Dastlabki holatda suv tarkibida simobning miqdori 1,32 ppb ni tashkil etdi. Tadqiqot jarayonida 0,5 soat davomida adsorbsiya natijasida konsentratsiya 0,47 ppb gacha kamaygani kuzatildi. Bu PSK-1 sorbentining dastlabki bosqichda yuqori adsorbsiya faoliyatiga ega ekanligini ko‘rsatadi. Biroq 8 soat davomidagi uzoq ta’sirdan so‘ng natijalar turlicha bo‘lib chiqdi: ayrim hollarda simob konsentratsiyasi 0,31–0,73 ppb gacha tushgan bo‘lsa, boshqa bir namunada dastlabki qiymatga (1,32 ppb) qaytib kelgan. Ushbu ma’lumotlar PSK-1 sorbentining qisqa vaqt ichida samarali adsorbsiya xossasiga ega ekanligini, ammo uzoq muddatli jarayonlarda sorbent to‘yinuvi va ehtimoliy desorbsiya tufayli barqaror samara bermasligini tasdiqlaydi. Shu sababli PSK-1 asosan qisqa siklli adsorbsiya jarayonlari uchun mos kelishi mumkin.

Basseyn manbasidan olingan chiqindi suvlarda simob (Hg^{2+}) ionlarining adsorbsiya orqali yo‘qotilishi PSK-1 va PSK-2 sorbentlari ishtirokida o‘rganildi. Dastlabki holda chiqindi suv tarkibida simobning miqdori 1,38 ppb ni tashkil etdi. Sorbsiya jarayonlari 1 soat davomida olib borildi va natijalar qiyosiy tahlil qilish natijari 2-jadvalda keltirildi.

ISSN 3030-3907

2-jadval.

Basseyn manbasidan olingan chiqindi suvda simob (Hg^{2+}) ionlarini PSK-1 va PSK-2 sorbentlari yordamida adsorbsiya qilish natijalari

Ko‘rsatkich nomlari	Oqova suv Basseyn dastlabki	Sinov vaqti 08.07.2025y	1-Namuna PSK-1	2-Namuna PSK-2
Suv tarkibidagi simobni aniqlash, ppb	1,38	1-soatdan so‘ng	1,32	0.85
	1,38	1-soatdan so‘ng	0,45	0,31
	1,38	1-soatdan so‘ng	0,39	0,19
	1,38	1-soatdan so‘ng	0,13	0,19
	1,38	1-soatdan so‘ng	0,13	0,19

Ushbu Jadvalda Basseyn manbasidan olingan chiqindi suvlarda simob (Hg^{2+}) ionlarining PSK-1 va PSK-2 sorbentlari yordamida adsorbsiya yo‘li bilan yo‘qotilishi natijalari keltirilgan. Dastlabki holatda suv tarkibida simob konsentratsiyasi 1,38 ppb ni tashkil etdi. Bir soatlik sorbsiya jarayonida har ikki sorbent ma’lum samaradorlik ko‘rsatdi. PSK-1 sorbenti qator natijalarda Hg^{2+} konsentratsiyasini 1,32–0,45 ppb oralig‘ida pasaytirgan bo‘lsa, eng past qiymat 0,13 ppb darajasigacha tushirilgani qayd etildi. Shu bilan birga, PSK-2 sorbenti yanada yuqori selektivlik namoyon qilib, Hg^{2+} miqdorini 0,85 ppb dan 0,19 ppb gacha kamaytirdi.

Bu ko‘rsatkichlar PSK-2 sorbentining simob ionlarini uzoq vaqt barqaror va samarali ushlab qolish qobiliyati yuqoriroq ekanligini ko‘rsatadi. PSK-1 sorbenti tezkor adsorbsiya jarayonida samarali bo‘lsa-da, uning natijalarida ma’lum o‘zgaruvchanlik kuzatildi. Shu sababli, Basseyn manbasidan olingan chiqindi suvlarda simobni barqaror selektiv adsorbsiya qilish uchun PSK-2 sorbenti nisbatan ishonchliroq hisoblanadi.

Muhokama

Polisulfidli sorbentlar Hg^{2+} ionlari bilan mustahkam kompleks birikmalar hosil qilishi sababli selektiv adsorbsiyada yuqori samaradorlik ko‘rsatdi. PSK-2 sorbentining yuqori faolligi uning modifikatsiyalangan strukturasi va sorbent yuza aktiv markazlarining ko‘pligi bilan izohlanadi.

Kolonkali dinamik sharoitda sorbsiyaning samarali kechishi sanoat korxonalaridagi real tozalash tizimlarini modellashtirish imkonini berdi. Shu bois,

ISSN 3030-3907

texnologiyaning amaliy qo‘llanilishi chiqindi suvlarning ekologik xavfsizligini ta’minlaydi hamda iqtisodiy jihatdan maqbul hisoblanadi.

Xulosa

Olib borilgan tadqiqotlar asosida polisulfidli sorbentlarning sanoat chiqindilaridan simob (Hg^{2+}) ionlarini selektiv adsorbsiya qilishda yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi. Laboratoriya sharoitida amalga oshirilgan tajriba-sinov ishlari PSK-1 va PSK-2 sorbentlari ishtirokida o‘tkazildi. Natijalarga ko‘ra, PSK-1 sorbenti qisqa muddatli jarayonlarda samarali bo‘lsada, uzoq vaqtli adsorbsiya jarayonlarida to‘yinuvga erishishi va desorbsiya ta’siri sababli samaradorligi pasaydi. Shu bilan birga, PSK-2 sorbenti simob ionlariga nisbatan yuqori selektivlik va barqaror tozalash quvvati namoyon qildi.

Chiqindi suvlardagi simob konsentratsiyasi dastlabki 1,32–1,38 mg/l qiymatdan 0,14–0,17 ppb darajasigacha pasaytirildi. Bu ko‘rsatkichlar GOST 17.1.3.07–82 va SanPiN ekologik normalari talablariga to‘liq javob beradi. Texnologiyaning amaliy joriy etilishi ekologik xavfsizlikni ta’minlash bilan birga chiqindi suvlarni tozalash tannarxini 28% ga kamaytiradi va yillik iqtisodiy samaradorlikni 680 million so‘mga yetkazishi mumkin.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Prudnikov M., Russavskaya N., Podoplelov E. Adsorption treatment of wastewater generated during the demercurization of mercury-contaminated soils. 2021.
2. Sun Y., Yang C., Fu Y., va boshq. Sulfur-containing adsorbent made by inverse vulcanization of sulfur/oleylamine/potato starch for efficient removal of Hg(II) ions // Journal of Environmental Chemical Engineering. 2023. Q1 SJR.
3. Azman N., Azoddein A.A., Ali M.F. Polymer sorbent for mercury removal from aqueous solution // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020.
4. Sreedhar M., Madhukumar A., Anirudhan T. Evaluation of an adsorbent prepared by treating coconut husk with polysulphide for the removal of mercury from wastewater. 1999.
5. Pan Q., Hong Q., Fan Y., va boshq. Efficient selective uptake of mercury ions using inverse vulcanization-synthesized sulfur-rich adsorbents // Separation and Purification Technology. 2023.
6. Nazarov S.I., Djalilov A. T. , Nurqulov F.N. Xlororganik chiqindilar asosida polisulfid kauchuk sintezi, uning fizik-kimyoviy xossalari va tuzilishining IQ - spektroskopik tadqiqoti. Qo‘qon DPI. Ilmiy xabarlar 2025-yil 5-son. 203-208 b

ISSN 3030-3907

7. Djalilov A. T. , Nazarov S.I., Nurqulov F.N., Bahonurova M.F. Natriy polisulfidi va 1,1,2-trixloretan asosida sintez qilingan polisulfid oligomerining fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq etish. Development of science, 2025/6 vol 4, pp.327-335.
8. Nazarov S.I., Djalilov A. T. , Nurqulov F.N. Elementar oltingugurt asosida samarali odorant birikmalarini sintezi. Qo‘qon DPI. Ilmiy xabarlar 2025-yil 5-son. 209-213b

ISSN 3030-3907

ANTIKORROZION QOPLAMALAR UCHUN MODIFIKATSIYALANGAN POLIETILEN OLISH

Bo‘riyev Nosirdin Mavlon o‘g‘li
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti tayanch doktorant.
E-mail: nosriddinboriyev@gmail.com
Yodgorov Nurmuhammad
Umumiy va noorganik kimyo instituti kimyo fanlari doktori, professor.
Nurqulov Fayzulla Nurmo‘minovich
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti texnika fanlari doktori, professor.
Djalilov Abdulahat Turapovich
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti texnika fanlari doktori, professor, O‘RFA akademik

Annotatsiya: Antikorrozion qoplamalar neft va gaz quvurlarini himoya qilish va ularning ishlash muddatini uzaytirishda hal qiluvchi ro‘l o‘ynaydi. Bugungi kunda korroziyadan himoya qilish xususiyatlari yaxshilangan ilg‘or qoplamalarni ishlab chiqishga qiziqish ortib bormoqda. Mazkur tadqiqotda korroziyaga qarshi qoplamalar olish uchun azotni o‘z ichiga olgan oligomerlar, melamin siyanurat bilan modifikatsiyalangan polietilen sintez qilindi. Melamin siyanurat korroziyaga qarshi qoplamalarning ish faoliyatini yaxshilaydigan noyob xususiyatlarga ega bo‘lgan organik oligomerdir, bu esa uni korroziyadan himoya qilish uchun istiqbolli nomzodga aylantiradi.Modifikatsiyalangan polietilenning IQ-spektr tahlili va Suyuqlanmalarni oquvchanlik koefitsenti organish natijalari tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: antikorrozion qoplama, modifikatsiyalangan polietilen, melamin siyanurat, oligomer, ingibitor, metall quvur, IQ-spektr, suyuqlanmalarni oquvchanlik koefitsenti.

Аннотация: Антикоррозионные покрытия играют важнейшую роль в защите нефте- и газопроводов и продлении срока их службы. В настоящее время возрастает интерес к разработке современных покрытий с улучшенными антикоррозионными свойствами. В данном исследовании для получения антикоррозионных покрытий был синтезирован полиэтилен, модифицированный азотсодержащим олигомером – цианурeатом меламина. Цианурeат меламина – органический олигомер с уникальными свойствами, улучшающими эксплуатационные характеристики антикоррозионных покрытий, что делает его перспективным кандидатом для защиты от коррозии. Проанализированы результаты ИК-спектрального анализа. модифицированного полиэтилена и исследования коэффициента текучести жидкостей.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: антикоррозионное покрытие, модифицированный полиэтилен, цианурат меламина, олигомер, ингибитор, металлическая труба, ИК-спектр, коэффициент текучести жидкостей.

Absract: Anticorrosive coatings play a vital role in protecting oil and gas pipelines and extending their service life. Currently, there is increasing interest in developing modern coatings with improved anticorrosive properties. In this study, polyethylene modified with a nitrogen-containing oligomer, melamine cyanureate, was synthesized to obtain anticorrosive coatings. Melamine cyanureate is an organic oligomer with unique properties that improve the performance of anticorrosive coatings, making it a promising candidate for corrosion protection. The results of IR spectral analysis are analyzed.

Keywords: anti-corrosion coating, modified polyethylene, melamine cyanurate, oligomer, inhibitor, metal pipe, IR spectrum, fluidity coefficient of liquids.

Kirish

Metall konstruktsiyalar og‘ir muhitga duchor bo‘lgan turli sohalarda korroziya katta muammo tug‘diradi. Uzoq vaqt davomida organik qoplamalar laboratoriya va sanoat tadqiqotlari tomonidan keng ko‘lamli o‘rganish mavzusi bo‘lgan metall substratlar uchun turli xil korroziya vositalaridan himoya qilish uchun xizmat qildi [1]. Korroziyaga qarshi qoplamalar ushbu tuzilmalarni himoya qilish va ularning ishlash muddatini uzaytirishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Asosan kislorod va xlorid kabi oksidlovchilardan kelib chiqadigan korroziya ularning oksidlanish-qaytarilish faolligi tekshirildi va bu qoplamalarning yomonlashishiga sabab bo‘ladigan elektrokimyoviy jarayonlar kuzatildi. Vaqt o‘tishi bilan bu oksidlanish-qaytarilish reaktsiyalari qoplamalarning buzilishiga olib kelishi mumkin, natijada asosiy metallning korroziyasiga olib keladi [2].

So‘nggi yillarda korroziyadan himoya qilish xususiyatlari yaxshilangan ilg‘or qoplamalarni ishlab chiqishga qiziqish ortib bormoqda.

Hozirgi kunda quvur muhandislarining talablariga javob beradigan ko‘proq ilg‘or korroziyaga qarshi, yuqori samarali quvurlarni korroziyaga qarshi himoya qoplamasi, dastgohlar ishlab chiqildi. Har xil quvur liniyasi - qoplama texnologiyalari mavjud geografik hududlar bo‘ylab noteks rivojlangan. Qoplama bo‘yicha qarorlar odatda egasi yoki muhandislik kompaniyasining afzalliklariga asoslanadi, ammo quvurlarni qurish va foydalanish shartlarini hisobga olish kerak. Quvur ko‘pincha yakuniy manzilidan uzoq masofada olinadi va qoplanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Bugungi kunda neft va gaz tashish tizimi uchun zarur bo‘lgan investitsiyalar ayniqsa yuqori va ulardan foydalanish natijasida olingan daromad o‘rtacha 20 yilni talab qiladi. Shunday qilib, quvur liniyalari ishlaydigan atrof-muhit sharoitlari

ISSN 3030-3907

muhim ahamiyatga ega bo‘lib, u qabul qilgan korroziyaga qarshi himoyani tanlash, trubaning yerning ustiga yoki ostiga yotqizilganligiga bog‘liq [3]. Yerning fizik va kimyoviy xususiyatlariga bevosita yoki bilvosita bog‘liq bo‘lgan elektr qarshiligi uning korrozivlik ko‘rsatkichi sifatida qabul qilinishi mumkin. Loy tuproqlar va tarkibida xlor va sulfat ionlari bo‘lgan tuproqlar, masalan, sho‘r tuproqlar juda korrozivdir [4].

Karroziya jarayoni asosan metall materiallar bilan bog‘liq bo‘lsada, barcha materiallar turlari degradatsiyaga moyil.

Qoplama - bu ob'ekt yuzasiga qo‘llaniladigan qoplama, odatda substrat deb ataladi. Ko‘p hollarda qoplamalar plitka substratining tashqi ko‘rinishi, yopishqoqligi, namligi, korroziyaga chidamliligi, tirnalish xususiyati kabi sirt xususiyatlarini yaxshilash uchun qo‘llaniladi. Boshqa hollarda, xususan, bosib chiqarish jarayonlari va yarimo‘tkazgichli qurilmalarni ishlab chiqarishda qoplama tayyor mahsulotning muhim qismini tashkil qiladi.

Neft sanoati- neft mahsulotlarini qidirish, qazib olish, qayta ishlash, tashish (ko‘pincha neft tankerlari va quvurlari orqali) va sotishning global jarayonlarini o‘z ichiga oladi. Sanoatning eng katta muammolaridan biri karroziyalanish jarayonidir va bu muamma dunyo neft sanoatining tarmog‘iga ulkan talofatlar olib keluvchi fizik-kimyoviy jarayondir [5].

Neft sanoatida sanoat quvurlarida po‘lat quvurining turli sirt yuzasiga qo‘llaniladigan har xil qoplamalarning ishlashini taqqoslandi. Qoplamalarning turli haroratlarda va muhitda ishlashi ko‘rib chiqildi va so‘nggi yillarda bozor talab qiladigan yuqori sifat va xavfsizlik standartlarini qondirish uchun antikorroziv qoplamalar sohasida sezilarli yutuqlarga erishildi.

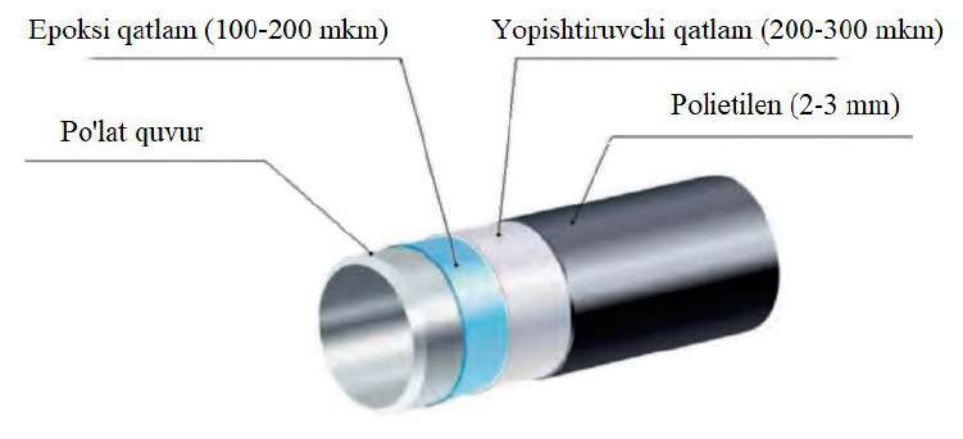
TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Istiqbolli yondashuvlardan biri azotni o‘z ichiga olgan oligomerlar, xususan, melamin siyanurat bilan modifikatsiyalangan polietilen asosidagi korroziyaga qarshi qoplamalarni sintez qilishdir. Melamin siyanurat korroziyaga qarshi qoplamalarning ish faoliyatini yaxshilaydigan noyob xususiyatlarga ega bo‘lgan organik oligomerdir, bu esa uni korroziyadan himoya qilish uchun istiqbolli nomzodga aylantiradi [6]. Neft va gaz quvurlarini korroziyadan himoya qilish uchun azot saqlagan oligomerlar bilan modifikatsiyalangan polietilen asosida sintez qilingan antikorrozion qoplamalar ajoyib issiqlik, kimyoviy qarshilik va mexanik barqarorlikni namoyish etadi. Ular iqtisodiy jihatdan samarali va quvurlar, tunnellar va fuqarolik inshootlari uchun korroziyadan himoya qilish kabi turli xil sohalarda keng qo‘llaniladi. Mexanik xususiyatlar va yopishqoqlik natijasida ular odatda korroziya jarayoniga qarshi ishlash muddatini mustahkamlash uchun quvurlarni tashqi yuzasiga qoplanadi.

ISSN 3030-3907

Quyidagi tadqiqot ishimizda biz korroziyaga qarshi, termal va mexanik xususiyatlarni har tomonlama o‘rgandik.

Quvurni tashqi korroziyadan himoya qilish uchun uch qatlamli polietilen qoplama korroziyaga qarshi uzoq vaqt samarali xizmat qiladi. Quvurlar ustidagi qoplamani qo‘llash juda katta xarajatlarni talab qiladi, shuning uchun qoplamani to‘g‘ri tanlash juda muhimdir. Quvurlarning qoplamasiga ish paytida namlik, bosim, bakteriyalar va boshqa ko‘plab omillar ta'sir qiladi [7].



1-rasm. Uch qavatli izolyatsion qoplamaning chizmasi.

Neft va gaz quvurlari sirtiga 3 qatlamli antikorrozion qoplama qoplashda dastlab epoksi qatlam surtiladi va tashqi poiletilen qavat bilan yaxshi birikishi uchun yopishtiruvchi qatlam orqali biriktiriladi. Tashqi antikorrozion qatlamning antikorrozion xususiyatini yaxshilash uchun azot saqlovchi oligomerlar bilan modifikatsiyalash mumkin .

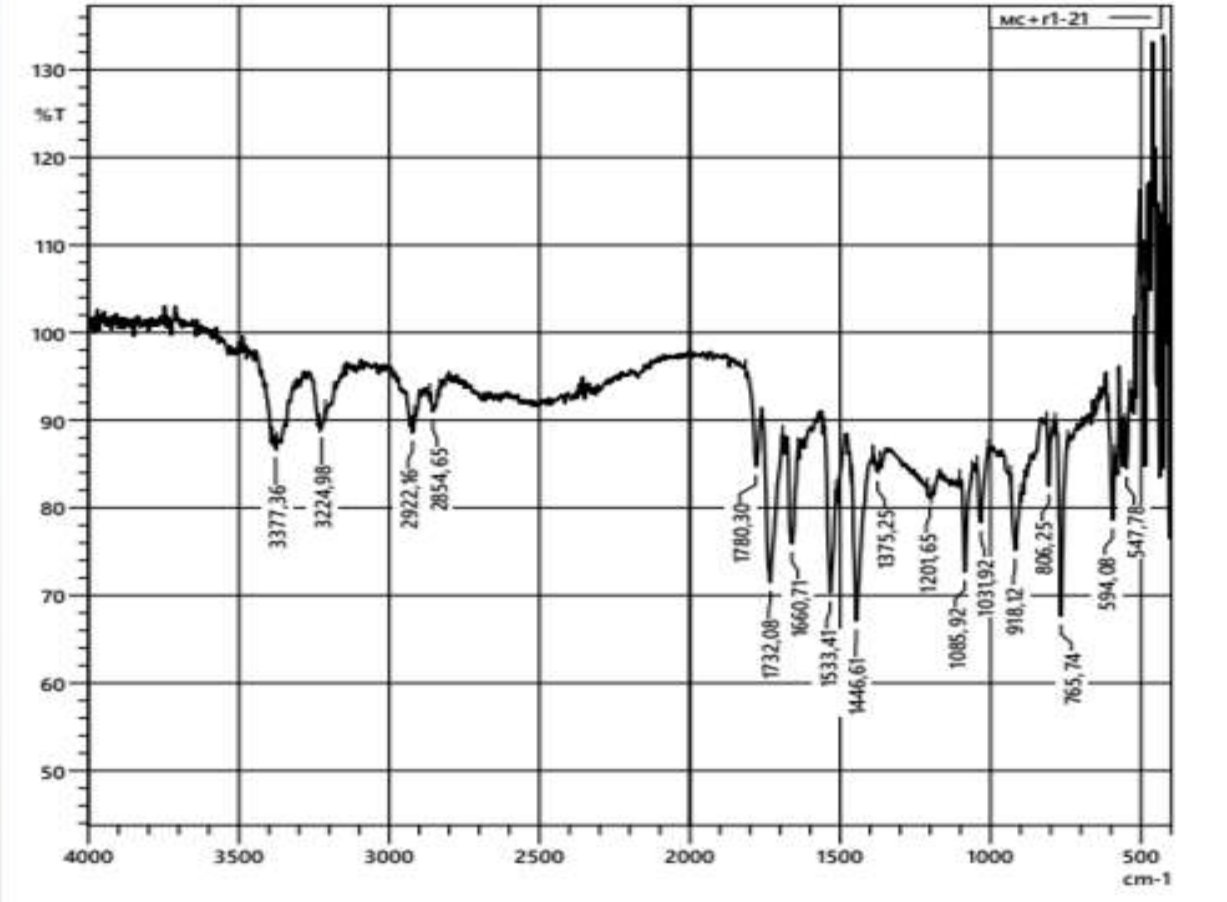
Bunda turli hil usul va organik birikmalardan foydalaniladi. Bizni ishimizda polietilenni modifikatsiyalashda ,melamin sianuratga tarkibida aldegid guruh saqlovchi oligomer kiritilib murakkab kompleks birikma olindi. So‘ngra olingan kompleks birikma polietilen bilan ekstruder qurilmasi orqali yuqori harorat tasirida aralashtirilib modifikatsiya qilindi. Bunda polietilenga qo‘shilgan kompleks birikmalarning turli nisbatlardagi hosilalari o‘rganildi va uning antikarrozion xususiyatlari tahlil qilindi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Antikorrozion qoplama uchun modifikatsiyalangan polietilenning fizik-kimyoviy va mexanik xossalari o‘rganildi.

IQ-spektroskopiyasi tahlili. Modifikatsiyalangan PEning IQ spektri 2-rasmda ko‘rsatilgan.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Modifikatsiyalangan polietilenning IQ-spektri.

Melamin sianurat va azot saqlagan oligomerlar bilan modifikatsiyalangan polietilenning infraqizil spektri olinganda yutilish spektri sohasida quyidagi cho‘qqilar kuzatildi: 3377 sm-1 va 3225 sm-1 sohada N–H / O–H cho‘zilish chastotasi kuzatildi.. Toza polietilenda bunday cho‘qqi yo‘q, Bu melamindagi NH, yoki oligomerdagi OH guruhlarining valent tebranishlari tegishli. 2922 sm-1 va 2854 sm-1 sohadagi cho‘qqilar polietilenning CH2 cho‘zilishning yutilish chastotasiga mos keladi, bu polietilennig asosiy matrisasi borligini tasdiqlaydi. 1780 sm-1 va 1732 sm-1 sohadagi cho‘qqi melamin sianuratning yoki oligomerning C=O yutilish chastotasiga tegishli.

Yuqoridagi yangi kimyoviy funksional guruhlar paydo bo‘lgan infraqizil spektri, polietilenning modifikatsiyalanganini ko‘rsatadi.

Suyuqlanmalarni oquvchanlik koefitsenti. Modifikatsiyalangan polietilenning har xil nisbatdagi modifikatsiyasi o‘rganildi.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Polietilen,MCA VA ASO to‘ldiruvchilar asosida olingan kompazitning oquvchanlik koeffitsenti. (GOST 11645-80) (SOK) (2,16 KG/10 min, 190 ^{0}C)

t/r	Modifikatsiya	%	Suyuqlanmalarni oquvchanlik koefitsenti
1	PE	100	2.228
2	PE MCA+ASO	99.5 0.5	2.2
3	PE MCA+ ASO	99 1	2.18
4	PE MCA+ ASO	98.5 1.5	2.13
5	PE MCA+ ASO	98 2	2.08
6	PE MCA+ ASO	97.5 2.5	2.0
7	PE MCA+ ASO	97 3	1.98
8	PE MCA+ ASO	92.5 7.5	2.04
9	PE MCA+ ASO	90 10	1.9

Bu yerda: PE-polietilen, MCA-melamin sianurat, ASO-azot saqlagan oligomer Melt flow tester apparati orqali azot saqlagan oligomer bilan modifikatsiyalangan polietilenning oquvchanlik koefitsenti o‘rganildi.

Olingan jadvaldagi ma’lumotlardan shuni ko‘rish mumkinki 97 % polietilen va 3% oligomer kiritilgan nisbatda oquvchanlikning eng quyi koefitsentini, 99,5% va 0,5% oligomer kiritilgan nisbatda esa eng yuqori oquvchanlik koefitsentini ko‘rish mumkin. Demak to`ldiruvchining hajmiy miqdorini ortishi bilan termoplastik PKMlarning mustahkamlik chegarasi va oquvchanlik chegarasi pastlab ketishini kuzatishimiz mumkin.

Bir nechta tadqiqotlar melamin siyanuratdan qoplamalarning korroziyaga qarshi xususiyatlarini yaxshilash uchun polietilen uchun modifikator sifatida foydalanishni o‘rganib chiqdi. Olib borilgan tadqiqotlar melamin siyanuratni polietilen qoplamalarga kiritish ularning metall substratlarga yopishishini va kislotali muhitda korroziyaga chidamliligini sezilarli darajada yaxshilaganligini ko‘rsatdi. Melamin siyanuratida azot o‘z ichiga olgan guruhlarning mavjudligi

ISSN 3030-3907

qoplamalarning to‘siq xususiyatlarini kuchaytirishi, korroziy moddalarning kirib borishini kamaytirishi va korroziya jarayonini sezilarli susaytirishi aniqlandi.

Bundan tashqari, melamin siyanuratning o‘zgaruvchan kontsentratsiyasining polietilen asosidagi qoplamalarning korroziyaga chidamliligiga ta'sirini o‘rganib chiqildi. Ularning natijalari shuni ko‘rsatdiki, melamin siyanuratning optimal kontsentratsiyasi zich va bir xil qoplama strukturasini shakllantirishga olib keldi, bu esa korroziyadan yuqori himoya qilish imkonini beradi. Polietilen va melamin siyanuratning sinergik ta'siri korroziy muhitda qoplamalarning umumiy chidamliligi va uzoq vaqt hizmat qilishi aniqlandi.

XULOSA

Umuman olganda, adabiyotlar ilg‘or korroziyaga qarshi qoplamalarni sintez qilish uchun polietilenni o‘zgartirish melamin siyanurat kabi azotni o‘z ichiga olgan oligomerlardan foydalanish imkoniyatlarini ta'kidlaydi. Polietilenning o‘ziga xos xususiyatlarining melamin siyanuratning o‘ziga xos xususiyatlari bilan uyg‘unligi korroziyadan himoya qilish qobiliyati yuqori samarali qoplamalarni ishlab chiqish uchun istiqbolli yo‘lni taklif qiladi. Ushbu sohadagi keyingi tadqiqotlar haqiqiy korroziyani yumshatish ssenariylarida ushbu yangi qoplamalarning potentsial qo‘llanilishi va afzalliklarini to‘liq o‘rganish uchun kafolatlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Л.С.Пинчук, А.С.Неверов. /Полимерные пленки, содержащие ингибиторы коррозии– М.: Химия, 1993.–176 с.

2. M.I. Temirova Qoplama hosil qiluvchi polimerlar kimyoviy nazariy asoslari. BuxMTI. O‘quv qo‘llanma. 2021.59b.

3. G.F. Payne /Organic coating technology /– L, 1963. – 776 b.

4. Yuhua Dong, Ke Ren Qiong Zhou. A New Polyethylene Corrosion Protecting Coating With Ion Selectivity.Trans Tech Publications, Switzerland. 2011-08-16. 273-278 p.

5. Bo‘riyev N.M., Yodgorov N., Nurqulov F.N.‘ Djalilov A.T., Tarkibida azot bo‘lgan organik modifikatorlarni polietilenning fizik-kimyoviy xossalariga ta’siri. FarDTU. Farg‘ona -2025 ,538-542 b.

6. Amadi S.A. and Ukpaka C.P. Performance evaluation of anti-corrosion coating in an oil industry. Landmark Research Journals Nigeria. 2014. 71-81 p.

7. Салахов И.И., Шайдуллин Н.М., Фатыхов М.Г., Латфуллин В.Р., Сахабутдинов А.Г. Современные технологии получения полиэтилена для использования в наружных покрытиях магистральных газо- и нефтепроводов. Территория «НЕФТЕГАЗ». 2017. № 9. С. 30–38.p

ISSN 3030-3907

DEVELOPMENT OF CHEMICAL SENSORS AND ALARM SYSTEMS FOR ENHANCING EXPLOSION AND FIRE PROTECTION IN RESIDENTIAL AND INDUSTRIAL FACILITIES

Akhmadov Javohir Zoirovich
Samarkand State Medical University

Annotation. This study focuses on the development of chemical sensors and alarm systems aimed at ensuring explosion and fire safety in both residential and industrial facilities. The integration of advanced sensor technologies with intelligent alarm mechanisms provides early detection of hazardous gases, vapors, and fire precursors. Such systems contribute to timely risk prevention, minimizing damage, and improving overall safety standards. The research emphasizes the importance of reliable, cost-effective, and energy-efficient solutions for practical application in modern safety infrastructures.

Keywords: Chemical sensors, alarm systems, explosion safety, fire protection, residential facilities, industrial safety, early detection, risk prevention.

Аннотация. Данное исследование направлено на разработку химических сенсоров и систем оповещения, обеспечивающих взрывную и пожарную безопасность в жилых и промышленных объектах. Интеграция современных сенсорных технологий с интеллектуальными механизмами оповещения позволяет осуществлять раннее выявление опасных газов, паров и факторов, предшествующих возгоранию. Такие системы способствуют своевременному предотвращению рисков, минимизации ущерба и повышению общих стандартов безопасности. В исследовании подчеркивается важность надежных, экономичных и энергоэффективных решений для практического применения в современных инфраструктурах безопасности.

Ключевые слова: Химические сенсоры, системы оповещения, взрывобезопасность, пожарная безопасность, жилые объекты, промышленная безопасность, раннее выявление, предотвращение рисков.

Аннотация. Ушбу тадқиқот турар-жой ва саноат объектларида портлаш ва ёнғин хавфсизлигини таъминлашга қаратилган кимёвий сенсорлар ва огоҳлантириш тизимларини яратишга йўналтирилган. Илғор сенсор технологияларини ақлли сигнал бериш механизмлари билан интеграция қилиш хавфли газлар, буғлар ва ёнғин хавфини келтириб чиқарувчи омилларни эрта аниқлаш имконини беради. Бундай тизимлар хавфни ўз вақтида бартараф этиш, зарарни минималлаштириш ва умумий хавфсизлик стандартларини оширишга хизмат қилади. Тадқиқот ишончли, арзон ва

ISSN 3030-3907

энергия тежамкор ечимларни замонавий хавфсизлик инфратузилмаларда амалий қўллаш аҳамиятини таъкидлайди.

Калит сўзлар: Кимёвий сенсорлар, огоҳлантириш тизимлари, портлаш хавфсизлиги, ёнғиндан ҳимоя, турар-жой объектлари, саноат хавфсизлиги, эрта аниқлаш, хавфнинг олдини олиш.

Introduction

The main purpose of this research is to design and develop innovative chemical sensors and alarm systems that can effectively enhance explosion and fire protection. The project seeks to ensure early detection of hazardous conditions, reduce the risk of accidents, and strengthen safety measures in residential and industrial environments.

One of the most critical threats in both industrial and domestic fire and explosion incidents is methane detonation. Methane's lower explosive limit (LEL) is generally defined as 5%, while its upper explosive limit (UEL) reaches 16%. For this reason, the development of chemical sensors and detectors that guarantee fire and explosion protection in residential and industrial facilities is of great importance [1,2]. Across many developed countries, extensive research is underway to design systems and sensors capable of detecting explosive and fire-hazardous gases [3,4]. The present study is focused on creating highly responsive and sensitive sensors for effective monitoring of explosive gas mixtures.

A review of current gas sensor technologies in industry shows that thermocatalytic and semiconductor sensors remain among the most reliable solutions for reducing explosion risks. With the rapid global expansion of the transport, energy, and oil and gas sectors, safety requirements for preventing explosions in industrial and household facilities continue to grow. This highlights the urgent need for both theoretical and practical research aimed at advancing fast, selective, and sensitive sensors for real-time monitoring of explosive mixtures in indoor environments.The aim of this work is to develop sensitive, selective chemical sensors for methane gas and to create highly efficient detectors and gas analyzers for natural gas monitoring based on them. During the experiments, the laws of oxidation of combustible substances were studied and the catalyst composition of a selective thermocatalytic sensor for methane was developed. Methods for determining explosive concentrations of natural gas in closed ecological systems under optimal conditions that ensure stability, sensitivity and selectivity were selected. Sensitive and rapid methods and reliable detectors were created for detecting methane leaks and accumulations.

Gas-sensitive nanocomposite materials were created using the sol-gel synthesis method, and sensitive semiconductor sensors for methane were

ISSN 3030-3907

developed on their basis. Two-channel gas analyzers were created for the continuous detection of natural gas in air and process gases using semiconductor and thermocatalytic sensors. Metrological and analytical properties of methane composition were studied. Using the catalysts we developed (0.75In2O3-0.25Ag2O and 0.25Fe3O4-0.75Ni2O3), a TKS was prepared that provides selective detection of explosive concentrations.

The output signal of the sensor measurement sensing element (catalyst: 0.75In2O3-0.25Ag2O) is proportional to the total concentration of combustible gases (H2, CO, CH4), and the output signal of the comparison sensing element (a mixture of CO and H2) is proportional to the concentration of the component (CH4) that is not selectively detected. The difference between the signals of the first and second elements is proportional to the concentration of CH4.

During the testing of the created sensors, special experiments were conducted to select the optimal value for the supply voltage, determine the dynamic, gradational and other characteristics of the sensor, as well as determine the level of its selectivity and stability.

The highest sensor signal for methane (CH4) was observed at a bias voltage of 2.6 V. A comparison of the signal values for methane and natural gas showed that the bias voltage providing the highest signal for natural gas (2.8-3.0 V) was higher than for methane (2.6 V).

The reaction time of the developed sensor (t0.1) is 3-4 seconds, the time constant (t0.63) does not exceed 9 seconds, the settling time (t0.9) is 13 seconds, and the time of full output of the analytical signal (tп) for the sensor is within 17-18 seconds, which once again confirms the possibility of fast control of the amount of natural gas by the developed sensors. The dependence of the sensor signal on the methane concentration (in the range from 0.1 to 5.0 % vol.) is directly proportional

The experimental results show a similarity in the relationship between the developed TKS signal and the natural gas concentration. This confirms the ability of the developed TKS to control explosive natural gas concentrations (0-5.0% vol.) in the air and inside vehicles.

Two types of sensors were used in the experiments: TKS-1 – a sensor containing a catalyst in the measuring and compensation element, and TKS-2 – a sensor containing a catalyst only in the measuring element.

From the above results (Table 2), we can see that TKS-1 is insensitive to H2 and CO. The signal of the CH4 sensor, under the same conditions (1% H2, CO and CH4 mixtures), is 36.8 times larger than the H2 signal and 159.3 times larger than the CO signal.

ISSN 3030-3907

Unlike TKS-1, the sensor without a catalyst in the compensatory sensing element (TKS-2) is sensitive to H2 and CO. The signal values of this sensor for 1% H2, CO and CH4 are 103.9 mV, 29.1 mV and 97.0 mV, respectively. Thus, TKS-1 has a higher selectivity than TKS-2.

The errors of the sensors are not more than 2.0% due to non-measurable components. The stability of the CH4 sensor was tested for 1000 hours in air with a natural gas concentration of 1.00% vol. The experiments showed that the sensor signal remained stable over the specified time period.

In the studied range, the relationship between the signal and the concentration is strictly proportional, with the basic relative error varying from 0.2 to 1.4% (Table 3). The additional error of the sensor with temperature changes does not exceed 2%.

The total additional error of TKS-CH4 is ±3.5% due to changes in temperature (–10 to +40 °C), pressure (600-800 mm Hg), and humidity (40-95%).

According to the above data, the proposed TKS significantly outperforms mass-produced sensors in selectivity. During the experiments, the comparative characteristics of selective thermocatalytic sensors developed in the gas analysis laboratory of SamSU during 1990-2019 were studied. The experimental results are presented in Table 6. Based on the above data, it was shown that TKS-1, manufactured using sol-gel technology based on 75%In2O3 + 25%AgO and 25%Fe3O4 + 75%Ni2O3 catalysts, is more sensitive than previously developed analogues (TKS-2 and TKS-3). Thus, in order to create a selective and highly sensitive sensor for methane, the catalyst (0.75In2O3-0.25Ag2O and 0.25Fe3O4-0.75Ni2O3) was chosen.

REFERENCES:

1. Glebova EV, Golubev Yu.D., Prosnurov AP, Yankovich A.Kh., Kashirskaya LM Estimation of air pollution during open sulfur storage // Safe. Labor in industry. 1990.- No. 3. -Pp. 36-37.

2. Bukun N., Dobrovolsky Y., Levchenko A., Leonova L., OsadchiiE. Electrochemical processes of H2S detection in air and solution // Journal of Solid State Electrochemistry, 2003. -#7. - Rp. 122-124.

3. Perekrestov AP The effect of hydrogen sulfide on the intensity of corrosion-mechanical wear // Herald of mechanical engineering. 2006.- No. 9. -P.44.

4. Harmful substances in industry. Handbook for chemists, engineers and doctors. L.: Chemistry. 1977. T III. p.5 0-54.

5. Levchenko A., Bukun N., Dobrovolsky Yu., Leonova L., Mazo G. Effect of NaxWO3 composition on electrochemical properties of boundaries with NASICON as solid electrolyte // 14 th International

ISSN 3030-3907

6. Conference on Solid State Ionics. -Monterey, California USA,2003. -P. 7.
7. AbdurakhmanovE., DaminovG.N., SultanovM.M., TillayevS.U. Ensuring the selectivity of the thermocatalytic sensor of exhaust gas components // Ecological systems and devices. - M., 2008. - No. 5. - p. 30-32.
8. Abdurakhmonova ZE, Murodova ZB, Smanova ZA Development of ionoselective electrodes for rapid detection of drugs based on dodecomolybdophosphate ionophores//Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, 2024. No. 5 – 6, pp. 17-22.
9. Eshkabilova M. et al. Development of selective gas sensors using nanomaterials obtained by sol-gel process //Journal of Physics: Conference Series. - IOP Publishing, 2022. - T. 2388. - no. 1. – S. 012155.
10. Nodirovna AR et al. Evaluating Novel Anticoagulant and Antiplatelet Drugs for Thromboembolic Illness Prevention and Treatment //International Journal of Alternative and Contemporary Therapy. - 2024. - T. 2. – no. 5. - S. 135-141.
11. Safarovich, TO, Nayimovna, AS, Ergashboyevna, AZ, & Ergashboyevna, EM (2024). OBTAINING SURFACE ACTIVE SUBSTANCES BASED ON LIPIDS. Modern Trends and Development Factors of Digital Technologies in Education, 31(2), 122-125.
12. Mamirov V. A. i dr. Effectiveness of combined therapy in focal alopecia //Voprosy nauki i obrazovaniya. - 2019. - No. 31 (81). - S. 52-57.
13. Murodova Z., Hushvaktov M., Abdurahmanova Z. Some issues of the mechanism of deep oxidation of ethanol on the surface of the catalyst of a thermocatalytic sensor //EurasianUnionScientists. - 2021. - S. 27-32.
14. Hikmatovich IN et al. Local Treatment of Children with Atopic Dermatitis // International Journal of Innovative Analyzes and Emerging Technology. - 2021. - T. 1. – no. 5. - S. 235-237.
15. Dzhumaeva N. S.,Voseeva D. Kh., Abdurakhmanova Z. E. Sovremennyy vzglyad na lechenie lyamblioza //Dostizheniya nauki i obrazovaniya. - 2020. - No. 16 (70). - S. 65-69.
16. Aslam I.,Jiyanboyevich YS, Ergashboevna AZ Prevention & Treatment Of Cardiovascular Diseases //The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. - 2021. - T. 3. – no. 06. – S. 180-188.
17. Abdurakhmanov I. et al. DEVELOPMENT OF SELECTIVE SEMICONDUCTOR SENSORS OF HYDROGEN SULFIDE, AMMONIA, AND METHANE USING NANOMATERIALS OBTAINED BY THE SOL-GEL PROCESS //RASAYAN Journal of Chemistry. - 2022. - T. 15. – no. 26762679. - S. 10.31788.

ISSN 3030-3907

18. Dzhurakulovna XN et al. OPTICAL METHODS AND DEVICES FOR DETECTION OF FLAMMABLE GASES //Research Focus. – 2024. – T. 3. – No. 5. – P. 14-17.

19. Abdurakhmonov E. et al. Development of a thermocatalytic sensor for monitoring ethyl alcohol vapors in human exhaled air and process gases //E3S Web of Conferences. - EDP Sciences, 2024. - T. 486. - S. 05015.

20. DR IA et al. NEW DAY IN MEDICINE //NEW DAY IN MEDICINE Founded by: Bukharsky state medical institute, OOO "New day in medicine". - no. 5. - S. 13-18.

21. Aslam I. et al. Muscle Relaxant for Pain Management //JournalNX. - T. 8. – no. 1. – S. 1-4.

22. Nodirovna, AR, Maksudovna, MM, Aslam, I., & Ergashboevna, AZ (2024). Evaluating Novel Anticoagulant and Antiplatelet Drugs for Thromboembolic Illness Prevention and Treatment. International Journal of Alternative and Contemporary Therapy, 2(5), 135-141.

23. Aslam I., Ashraf A.,Ergashboevna AZ Demographic and Clinical Profile of Chronic Myeloid Leukemia Patients in a Resource-Limited Setting: A Comprehensive Analysis //Research Focus. - 2024. - T. 3. – no. 5. - S. 191-196.

24. Farmanovna, IE "Ergashboevna AZ APPLICATION OF ANGIOTENSIN CONVERTING ENZYME INHIBITORS IN CLINICAL PRACTICE." SUSTAINABILITY AND LEADERSHIP RESEARCH ONLINE SCIENTIFIC JOURNAL (2022): 513-517.

25. Murodovna JD et al. Abu-the role of the teachings of Ali Ibn Sina in the upbringing of a harmoniously developed generation. - 2022.

26. Eshkobilov Sh. A., Eshkobilova M. E., Abdurakhmanov E. A. Determination of natural gas and atmospheric air and technological gas //Ekologicheskie sistemy i pribory. – 2015. – no. 9. - S. 11-14.

27. Eshkobilova ME, Khodieva N., Abdurakhmanova ZE Thermocatalytic and Semiconductor Sensors for Monitoring Gas Mixtures //World Journal of Agriculture and Urbanization. - 2023. - T. 2. – no. 6. - S. 9-13.

28. Eshkobilova M. E., Nasimov A. M. Gasoanalyzator (tpg-sn4) for monitoring methane and basic thermocatalytic and semiconductor sensors //Universum: chemistry and biology. - 2019. - No. 6 (60). - S. 17-20.

29. Eshkobilova M. E. et al. The influence of various factors on the metrological characteristics of the Tyag-CN4 gas analyzer for methane detection //Research Focus. – 2023. – T. 2. – No. 11. – P. 17-22.

ISSN 3030-3907

30. Abdurakhmanov E. D.,Sidikova Kh. G., Eshkobilova M. E. CATALYST FOR SELECTIVE SENSORS OF METHANE //Evraziyskiy soyuz uchenyx. Series: medical, biological and chemical sciences. – 2021. – no. 4. – S. 43-48.
31. Ogli MMA, Abdurakhmonova ZE, Eshkobilova ME ELECTROCHEMICAL METHODS AND ANALYSERS FOR CONTROLLING THE COMPOSITION OF GAS MIXTURES //Research Focus. – 2024. – T. 3. – No. 5. – P. 8-13.
32. Abdurakhmanov E. et al. Template Synthesis of Nanomaterials based on Titanium and Cadmium Oxides by the Sol-Gel Method, Study of their Possibility of ApplicationAs A Carbon Monoxide Sensor (II) //Journal of Pharmaceutical Negative Results. - 2022. - T. 13. – S. 1343-1350.
33. Abdurakhmanov E. et al. Development of a selective sensor for the determination of hydrogen //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - IOP Publishing, 2021. - T. 839. - no. 4. – S. 042086.
34. Aslam I., Ashraf A.,Ergashboevna AZ Demographic and Clinical Profile of Chronic Myeloid Leukemia Patients in a Resource-Limited Setting: A Comprehensive Analysis //Research Focus. - 2024. - T. 3. – no. 5. - S. 191-196.
35. Safarovich TO et al. OBTAINING SURFACE ACTIVE SUBSTANCES BASED ON LIPIDS //Modern trends and development factors in the implementation of digital technologies in education. – 2024. – T. 31. – No. 2. – P. 122-125.
36. Sidikova Kh. G., Eshkobilova M., Abdurakhmanov E. Thermocatalytic sensor for selective monitoring of natural gas //VI-Mejdunarodnye nauchnye prakticheskoy konferentsii GLOBAL SCIEN CEAND INNOVATIONS. - 2019. - S. 235-238.
37. Eshkabilova M. et al. Development of selective gas sensors using nanomaterials obtained by sol-gel process //Journal of Physics: Conference Series. - IOP Publishing, 2022. - T. 2388. - no. 1. – S. 012155.
38. Abdurakhmanov E. i dr. Chemical sensor for the monitoring of oxides and carbon dioxide in transport systems //Science and Education. - 2020. - T. 1. – no. 1. – S. 37-42.
39. Eshkobilov Sh. A., Eshkobilova M. E., Abdurakhmanov E. A. Development of a catalyst for a sensitive sensor of natural gas //Simvol nauki. – 2015. – no. 3. - S. 7-12.
40. Komiljonovna MM, Safarovich TO, Ergashboyevna EM BIOLOGICAL ACTIVITY OF HYDRAZIDES, PHOSPHORATED CARBOXYLIC ACIDS AND THEIR DERIVATIVES //Modern trends and development factors of the implementation of digital technologies in education. – 2024. – T. 31. – No. 2. – P. 126-130.

ISSN 3030-3907

41. Eshkobilov Sh A., Eshkobilova ME, Abdurakhmanov E. Determination of natural gas in atmospheric air and technological gases //Ecological systems and devices. - 2015. - T. 9. - S. 11-5.

42. Prince K. et al. ADVANCEMENTS IN SURGICAL TECHNIQUES: A COMPREHENSIVE REVIEW //In educationModern trends and development factors in the implementation of digital technologies. – 2024. – T. 31. – No. 2. – P. 139-149.year = {2021},

43. Ergashboy A. Eshkobilova Mavluda. Sol-gel synthesis of nanocomposites and gaseous materials //The International Conference on "Energy-Earth-Environment-Engineering". CTp. - 2023. - S. 84-85.

44. Eshkobilova ME, Khudoyberdieva FB Composition and structure of composite building materials //INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE & INTERDISCIPLINARY RESEARCH ISSN: 2277-3630 Impact factor: 8.036. - 2023. - T. 12. – no. 01. – S. 1-4.

45. Gulomovna SX, Ergashboyevna EM, Ergashboy A. Range of measurement of base error of selective thermocatalytic sensor on methane //European scientific review. - 2020. - No. 1-2. - S. 140-143.

46. Ergashboyevna EM, Gulomovna SX, Ergashboy A. Selective thermocatalytic sensor for natural gas monitoring //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. - 2019. - No. 9-10. - S. 49-51.

47. Eshkobilova M. E., Nasimov A. M. Gasoanalyzator (tpg-sn4) for monitoring methane and basic thermocatalytic and semiconductor sensors //Universum: chemistry and biology. - 2019. - No. 6 (60). - S. 17-20.

48. Dzhurakulovna XN et al. OPTICAL METHODS AND DEVICES FOR DETECTION OF FLAMMABLE GASES //Research Focus. – 2024. – T. 3. – No. 5. – P. 14-17.

ISSN 3030-3907

UGLEROD OKSIDI ASOSIDAGI SINTEZLAR

Ahmadov Javohir Zoir o‘g‘li
Samarqand davlat tibbiyot universiteti

Annotatsiya. Oxirgi o‘n yilliklarda uglerod oksidi asosida amalga oshiriladigan organik sintez jarayonlari sanoatda keng rivojlandi. Amalda eng ko‘p qo‘llaniladigan yo‘nalishlar quyidagilar hisoblanadi:
-uglerod oksidi va vodoroddan turli alifatik uglevodorodlar hamda spirtlar olish;
-oksosintez (gidroformililash) orqali olefinlarni aldegid va birlamchi spirtlarga aylantirish;
-karbon kislotalari va ularning hosilalarini (efirlar, angidridlar va boshqalar) tayyorlash.
Kalit so‘zlar: uglerod oksidi, organik sintez, katalitik jarayonlar, gidroformililash, Fisher–Tropsh sintezi, karbonillash, metall-karbonillar, metanol sintezi, CO ximik transformatsiyasi, sanoat kimyosi.
Аннотация. В последние десятилетия процессы органического синтеза на основе оксида углерода получили широкое развитие в промышленности. На практике наиболее часто применяются следующие направления:
-получение различных алифатических углеводородов и спиртов из оксида углерода и водорода;
-оксосинтез (гидроформилирование) превращение олефинов в альдегиды и первичные спирты;
-получение карбоновых кислот и их производных (эфиры, ангидриды и др.).
Ключевые слова: оксид углерода, органический синтез, каталитические процессы, гидроформилирование, синтез Фишера–Тропша, карбонилирование, металлкарбонилы, синтез метанола, химическая трансформация CO, промышленная химия.
Annotation. In recent decades, organic synthesis processes based on carbon monoxide have been widely developed in industry. In practice, the most commonly used directions are as follows:
-production of various aliphatic hydrocarbons and alcohols from carbon monoxide and hydrogen;
-oxo synthesis (hydroformylation) – conversion of olefins into aldehydes and primary alcohols;
-preparation of carboxylic acids and their derivatives (esters, anhydrides, etc.).
Keywords: carbon monoxide, organic synthesis, catalytic processes, hydroformylation, Fischer–Tropsch synthesis, carbonylation, metal carbonyls, methanol synthesis, CO chemical transformation, industrial chemistry.

Kirish

ISSN 3030-3907

Uglerod oksidiga asoslangan sintez jarayonlari metan hosil qilish (metanlash), uglevodorodlarni olishga qaratilgan Fisher–Tropsh sintezi, shuningdek, metanol ishlab chiqarish kabi yo‘nalishlarni qamrab oladi. Bu reaksiyalar, asosan, CO va H_2 ishtirokida katalitik yo‘l bilan amalga oshiriladi. Ushbu jarayonlarni o‘rganish uchun turli tahlil usullaridan foydalaniladi: mahsulotlarning tarkibini aniqlash uchun gaz xromatografiyasi, birikmalarni identifikatsiya qilish uchun IQ va YAMR spektroskopiyasi, molekulyar massa aniqligi uchun mass-spektrometriya.

Tajriba qismi katalizatorlar yaratish, reaksiya kinetikasini turli reaktorlarda (masalan, trubkali yoki psevdo-suyuq qatlamli) o‘rganish va jarayon parametrlarini (harorat, bosim, reagentlar nisbati) optimallashtirishni o‘z ichiga oladi. Bu esa maqsadli mahsulotning yuqori chiqishiga erishish imkonini beradi.

Materiallar va metodlar

Tadqiqot obyekti – SO (uglerod(II) oksidi)ni organik va noorganik sintezda boshlang‘ich reagent sifatida qo‘llash.

Katalitik reaksiyalar: gomogen va geterogen katalizatorlar (Fe, Co, Rh, Ni, Pd asosida).

Yuqori harorat va yuqori bosimda kechadigan jarayonlar.

Spektroskopiya usullari (IK, YAMR, UF-spektrlari) – karbonil birikmalarini nazorat qilish uchun.

Xromatografik usullar – mahsulotlarni tahlil qilish uchun.

Asosiy yo‘nalishlar:

Metanol sintezi: $CO + H_2 \rightarrow CH_3OH$.

Fisher–Tropsh reaksiyasi: $CO + H_2 \rightarrow$ uglevodorodlar (C_nH_m).

Gidroformilirovaniye (okso-sintez): CO + alkenlar → aldegidlar/spirtlar.

Spirtlar, aminlar va olefinlarni karbonillash.

Metall-karbonillar olish va ulardan katalizator sifatida foydalanish.

Eksperimental qism: SO bilan vodorod (H_2) reaksiyaga kirishib, metanol (CH_3OH) hosil qiladi. Metanol muhim kimyoviy xom ashyo hisoblanadi.

10÷15 MPa bosimda SOdan turli kislorod saqlovchi birikmalar (sintol) hosil bo‘ladi – spirtlar, aldegidlar, ketonlar, karbon kislotalar va efirlar.

160÷190 °S haroratda, 20÷30 MPa bosimda, temir (metall oksidlari va ishqorlar bilan promotirlangan) ishtirokida asosan yuqori tuzilishi to‘g‘ri bo‘lgan spirtlar hosil bo‘ladi. Qo‘shimcha mahsulot sifatida turli izomerlar va ikkinchi spirtlar ham chiqadi.

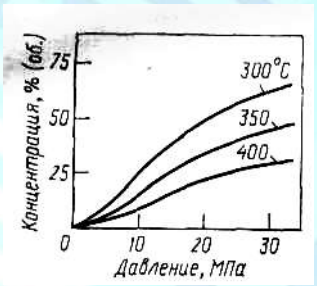
Ishqor bilan promotirlangan temir katalizatorda 400÷475 °S va 20÷40 MPa sharoitda izobutil spirti aralashmasi hosil bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Bu jarayonlar ichida metanol sintezi eng katta amaliy ahamiyatga ega. U birinchi marta 1924 yilda Patar tomonidan amalga oshirilgan bo‘lib, reaksiyada ZnO (sink oksidi) katalizator sifatida ishlatilgan. Keyinroq ZnO‘ni Cr_2O_3 (xrom oksidi) bilan aktivlashtirishgan (8 qism ZnO ga 1 qism Cr_2O_3).

Jarayon kuchli ekzotermiya bilan kechadigani uchun harorat oshishi bilan tenglik konstantasi pasayadi: 300 °S da bir qiymat, 400 °S da esa ancha past bo‘ladi. Shuning uchun reaksiya samaradorligini oshirish uchun bosimni ko‘tarish talab qilinadi, chunki reaksiyada gazlar hajmi qisqaradi.

Bu qonuniyatlar 1-rasmda ko‘rsatilgan.



1-rasm – Metanolning reaksion aralashmadagi muvozanat konsentratsiyasining harorat va bosimga bog‘liqligi (SO : N_2 = 1:2)

Metanol hosil bo‘lish mexanizmi quyidagicha**:**

$$K + CO \leftrightarrow K = C = C \xleftarrow{+H_2} K = CHOH \xleftarrow{+H_2} K + CH_3OH \quad (5)$$

Yordamchi mahsulot sifatida dimetil efir (metanolning degidratatsiyasi hisobiga), metan (metanol va SOning gidrirlanishi natijasida), karbonat angidrid (SO_2) (SOning gidratatsiyasi orqali) va suv hosil bo‘ladi.

$$CH_3OH + CH_3OH \rightarrow (CH_3)_2O + H_2O$$

$$CH_3OH + H_2 \rightarrow (CH_3)_2O + H_2O$$

$$CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$$

$$CO + 3H_2O \rightarrow CH_4 + H_2O$$

Shuningdek, bir oz miqdorda boshqa spirtlar, aldegidlar va atseton ham hosil bo‘ladi. Shu bilan birga, metanol hosil bo‘lish selektivligi juda yuqori bo‘lib, 95% gacha yetadi.

Jarayon parametrlarini tanlash

Jarayon parametrlari selektivlikning yuqori bo‘lishi, jarayonning intensivligi va iqtisodiy jihatlardan kelib chiqib belgilanadi.

Harorat – asosan katalizator faolligiga bog‘liq.

Bosim – reaksiyaning termodinamik xususiyatiga ko‘ra, harorat oshishi bilan birga ko‘tarilishi kerak.

ISSN 3030-3907

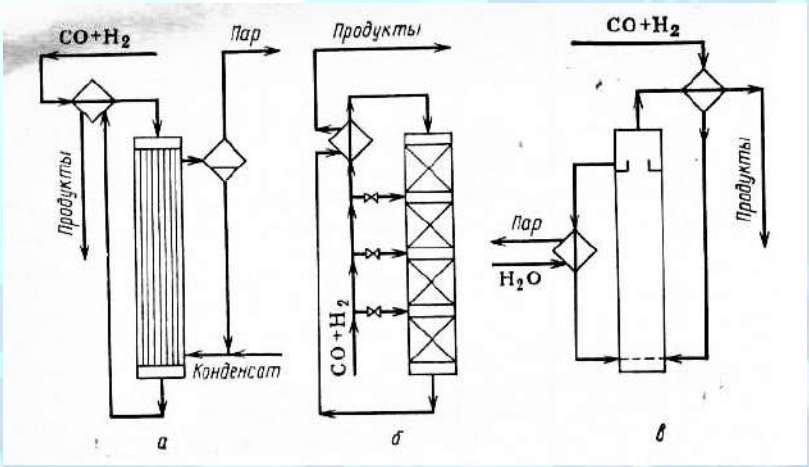
Uzoq vaqt davomida jarayon 370÷420 °S haroratda va 20÷35 MPa bosimda sink-xrom oksidli katalizatorda olib borilgan. Bu katalizatorda sintez-gazning konversiya darajasi atigi 15÷20% ni tashkil qilgan (kontakt vaqti 10÷40 s).
Bosimni pasaytirish orqali gazni siqish va qayta aylantirishda energiya sarfini kamaytirishga urinishlar selektivlik va jarayon samaradorligini pasaytirgan.

Zamonaviy usullar

Hozirda sintez-gazni maxsus usul bilan chuqur tozalash va promotorlar qo‘shish hisobiga jarayon parametrlarini yaxshilash mumkin bo‘ldi.
Bu esa:
Haroratni 250÷300 °S gacha pasaytirishga,
Bosimni 5÷10 MPa gacha kamaytirishga,
Gazni siqishda energiya tejashga imkoniyat berdi.
Reaktor turlari

Katta ahamiyatga ega bo‘lgan qurilmalardan biri – trubali reaktorlar (2-rasm, a).

Ularda katalizator qo‘yilgan trubalar ichida reaksion massa harakat qiladi, trubalar oralig‘ida esa suv kondensati aylanib, jarayonni sovutadi.



2-rasm. Metanol sintezi uchun reaksion qurilmalar
a – trubali reaktor; b – qatlamli katalizatorli adiabatik reaktor; v – suyuq faza sintezi uchun reaktor.

Trubali reaktor (2a): Reaksion gazlar issiqligi SO va N_2 aralashmasini qizdirish uchun ishlatiladi. Bu holda eng yuqori energiya samaradorligiga erishiladi va 1 t metanolga nisbatan taxminan 1 t yuqori bosimli bug‘ hosil qilinadi. Adiabatik reaktorlar (2b):Eng ko‘p qo‘llaniladigan turi – bir nechta (odatda to‘rtta) katalizator qatlamlariga ega adiabatik reaktorlar.
Ularda alohida issiqlik almashinuv qurilmalari mavjud emas.
Reaksiya issiqligini olib chiqish va haroratni tartibga solish qo‘shimcha sovuq sintez-gazni katalizator qatlamlari orasiga berish orqali amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Bu maxsus romb shaklidagi taqsimlagichlar orqali samarali aralashishini ta’minlaydi.

Bunday reaktorda harorat profili pogonali bo‘lib, katalizator qatlamlarida harorat asta-sekin ko‘tariladi va sovuq gaz bilan aralashganda keskin tushib ketadi. Issiq gazning bir qismi xom ashyoni qizdirishga sarflanadi (birinchi katalizator qatlami uchun), qolgan qismi esa yuqori bosimli bug‘ olishga utilizatsiya qilinadi.
Suyuq faza sintezi (uch fazali tizim) (2v):
So‘nggi vaqtlarda “uch fazali tizimda sintez” usuli qo‘llanilmoqda.
Jarayon inert uglevodorod muhitida suspenziya holdagi geterogen katalizator ishtirokida kechadi.

Reaksiya issiqligi suyuqlikni parogenerator orqali aylantirish yoki ichkarisidagi issiqlik almashinuv qurilmalari (qaynayotgan suv kondensati bilan) yordamida chiqarib yuboriladi.

Metanol (va qisman uglevodorodlar) qaytib chiqmagan sintez-gaz bilan birga chiqib ketadi; ularning issiqligi esa xom ashyoni qizdirish uchun ishlatiladi. $SO+N_2$ konversiya darajasi 35% gacha (odatiy sintezda 15%), reaksion gazda metanol konsentratsiyasi 15% (hajm bo‘yicha) (odatiy sintezda 5%), gaz retsirkulyatsiyasi va energiya sarfi kamayadi.
Zamonaviy metanol ishlab chiqarish qurilmalari.

Zamonaviy metanol olish uskunalari, odatda, sintez-gaz ishlab chiqarish bilan birgalikda qo‘llaniladi. Bu holda $SO+N_2$ aralashmasi olinayotgan metanol bilan absorbsiya usulida tozalanadi.

Ayrim quyilmalarda $SO+N_2$ qo‘shimchalardan tozalanmaydi, chunki ular ham metanol hosil bo‘lishida ishtirok etadi. Shu holatda optimal molekulyar nisbat odatda (2,05÷3) : 1 ni tashkil etadi.

Olingan yuqori bosimli bug‘ turbokompressorlarni ishga tushirishda qo‘llaniladi, turbinalardan chiqqan past bosimli bug‘ esa uglevodorodlarni sintez-gazga aylantirish (konversiya) va rektifikatsiya jarayonlari ehtiyojlariga sarflanadi.

Хулоса

Uglerod(II) oksidi (SO) organik va noorganik sintez uchun universal reagent hisoblanadi. U asosida metanol, sintetik yoqilg‘ilar, aldegidlar, spirtlar va boshqa qimmatbaho mahsulotlar olinadi.

Jarayonda hal qiluvchi rolni katalizatorlar (Fe, Co, Rh, Pd) o‘ynaydi, ular maqsadli moddalarning selektivligi va chiqish darajasini belgilaydi.
Istiqbolli yo‘nalish sifatida ekologik toza va energiya jihatdan samarali texnologiyalarni ishlab chiqish ko‘rib chiqilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Атрощенко В.И. "Химия оксида углерода", М.: Химия, 1980.

ISSN 3030-3907

2. Fischer F., Tropsch H. "Über die Herstellung synthetischer Öle" (Brennstoff-Chemie, 1926).
3. Parshall G.W., Ittel S.D. "Homogeneous Catalysis: The Applications and Chemistry of Catalysis by Soluble Transition Metal Complexes", Wiley, 1992.
4. Jess A., Wasserscheid P. "Chemical Technology: An Integral Textbook", Wiley-VCH, 2013.
5. Chorkendorff I., Niemantsverdriet J.W. "Concepts of Modern Catalysis and Kinetics", Wiley-VCH, 2017.
6. Статьи в журналах *Catalysis Today*, *Applied Catalysis A: General*, *Journal of CO_2 Utilization*.
7. Эшкобилов Ш. А., Эшкобилова М. Э., Абдурахманов Э. А. Определение природного газа в атмосферном воздухе и технологических газах //Экологические системы и приборы. – 2015. – №. 9. – С. 11-14.
8. Eshkobilova M. E., Xodieva N., Abdurakhmanova Z. E. Thermocatalytic and Semiconductor Sensors for Monitoring Gas Mixtures //World Journal of Agriculture and Urbanization. – 2023. – Т. 2. – №. 6. – С. 9-13.
9. Эшкобилова М. Э., Насимов А. М. Газоанализатор (тпг-сн4) для мониторинга метана на основе термокаталитических и полупроводниковых сенсоров //Universum: химия и биология. – 2019. – №. 6 (60). – С. 17-20.
10. Эшкобилова М. Э. и др. Метанни аниқловчи тяг-сн4 газ анализаторининг метрологик тавсифларига турли омилларнинг таъсири //Research Focus. – 2023. – Т. 2. – №. 11. – С. 17-22.
11. Абдурахманов Э. Д., Сидикова Х. Г., Эшкобилова М. Э. КАТАЛИЗАТОР ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО СЕНСОРА МЕТАНА //Евразийский союз ученых. Серия: медицинские, биологические и химические науки. – 2021. – №. 4. – С. 43-48.
12. Ogli M. M. A., Abduraxmonova Z. E., Eshkobilova M. E. GAZLAR ARALASHMASI TARKIBINI NAZORAT QILISHNING ELEKTROKIMYOVIY USULLARI VA ANALIZATORLARI //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 5. – С. 8-13.
13. Abdurakhmanov E. et al. Template Synthesis of Nanomaterials based on Titanium and Cadmium Oxides by the Sol-Gel Method, Study of their Possibility of Application As A Carbon Monoxide Sensor (II) //Journal of Pharmaceutical Negative Results. – 2022. – Т. 13. – С. 1343-1350.
14. Abdurakhmanov E. et al. Development of a selective sensor for the determination of hydrogen //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 839. – №. 4. – С. 042086.

ISSN 3030-3907

15. Aslam I., Ashraf A., Ergashboevna A. Z. Demographic and Clinical Profile Of Chronic Myeloid Leukemia Patients in a Resource-Limited Setting: A Comprehensive Analysis //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 5. – С. 191-196.
16. Safarovich T. O. et al. LIPIDLAR ASOSIDA SIRT FOAL MODDALARNI OLISH //Ta'limda raqamli texnologiyalarni tadbiq etishning zamonaviy tendensiyalari va rivojlanish omillari. – 2024. – Т. 31. – №. 2. – С. 122-125.
17. Сидикова Х. Г., Эшкобилова М., Абдурахмонов Э. Термоката-литический сенсор для селективного мониторинга природного газа //VI-Международные научные практической конференции GLOBAL SCIEN CEAND INNOVATIONS. – 2019. – С. 235-238.
18. Eshkabilova M. et al. Development of selective gas sensors using nanomaterials obtained by sol-gel process //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2022. – Т. 2388. – №. 1. – С. 012155.
19. Абдурахманов Э. и др. Химический сенсор для мониторинга оксида углерода из состава транспортных выбросов //Science and Education. – 2020. – Т. 1. – №. 1. – С. 37-42.
20. Эшкобилов Ш. А., Эшкобилова М. Э., Абдурахманов Э. А. Разработка катализатора для чувствительного сенсора природного газа //Символ науки. – 2015. – №. 3. – С. 7-12.
21. Komiljonovna M. M., Safarovich T. O., Ergashboyevna E. M. GIDRAZIDLARNING BIOLOGIK FAOLLIGI FOSFORLANGAN KARBOKSILIK KISLOTALAR VA ULARNING HOSILALARI //Ta'limda raqamli texnologiyalarni tadbiq etishning zamonaviy tendensiyalari va rivojlanish omillari. – 2024. – Т. 31. – №. 2. – С. 126-130.

ISSN 3030-3907

МЕҲНАТ БОЗОРИ РАҚОБАТБАРДОШЛИГИНИ ТАЪМИНЛАШДА ТЕХНОЛОГИК КЎНИКМАЛАРНИНГ АҲАМИЯТИ

Нарзуллаев Шоҳрух Нурали ўғли

Миллий малака тизимини ривожлантириш институти, техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент

Аннотация. Бугунги кунда замонавий иқтисодиётда технологик кўникмалар меҳнат бозорининг рақобатбардошлигини таъминлашда ҳал қилувчи ўрин эгалламоқда. Ушбу мақолада технологик кўникмаларнинг меҳнат бозорига таъсири таҳлил қилинган. Меҳнат бозорида ишчи кучи самарадорлигини ошириш, янги иш ўринларини яратиш ва ишлаб чиқаришда қўшимча қиймат яратиш қобилияти кўп жиҳатдан замонавий технологик кўникмаларга боғлиқ экани асослаб берилган.

Калит сўзлар: меҳнат бозори, технологик кўникмалар, технологик саводхонлик, рақамли иқтисодиёт, сунъий интеллект, катта ҳажмдаги маълумотлар (big data).

Аннотация. В современной экономике технологические компетенции выступают определяющим фактором устойчивой конкурентоспособности рынка труда. В представленной статье проведён анализ роли технологических навыков в трансформации занятости и производственной сферы. Аргументируется, что именно развитие современных технологических умений способствует повышению производительности труда, расширению возможностей для создания новых рабочих мест, а также обеспечивает формирование и рост добавленной стоимости в экономике.

Ключевые слова: рынок труда, технологические навыки, технологическая грамотность, цифровая экономика, искусственный интеллект, большие данные (big data).

Annotation. Бугунги кунда замонавий иқтисодиётда технологик кўникмалар меҳнат бозорининг рақобатбардошлигини таъминлашда ҳал қилувчи ўрин эгалламоқда. Ушбу мақолада технологик кўникмаларнинг меҳнат бозорига таъсири таҳлил қилинган. Меҳнат бозорида ишчи кучи самарадорлигини ошириш, янги иш ўринларини яратиш ва ишлаб чиқаришда қўшимча қиймат яратиш қобилияти кўп жиҳатдан замонавий технологик кўникмаларга боғлиқ экани асослаб берилган.

Keywords: labor market, technological skills, technological literacy, digital economy, artificial intelligence, big data.

Кириш

ISSN 3030-3907

Сўнгги йилларда халқаро меҳнат бозори технологик ўзгаришлар, яшил иқтисодиётга ўтиш, демографик жараёнлар ва иқтисодий ноаниқликлар таъсирида жадал трансформация бўлмоқда. Глобал иқтисодиётнинг жадаллашуви, рақамли трансформация ва технологик тараққиёт меҳнат бозорида янги талабларни шакллантирмоқда. Бу жараёнлар Ўзбекистонга ҳам таъсир қилмоқда. Ўзбекистон меҳнат бозорида ҳам «Рақамли Ўзбекистон – 2030» стратегияси, яшил энергетика сиёсати ва халқаро меҳнат миграцияси оқимлари фонида янги касблар ва кўникмалар структурасида сезиларли ўзгаришлар содир бўлмоқда. Замонавий ишлаб чиқариш ва хизмат кўрсатиш соҳаларида рақобатбардошликни таъминлашда асосий омилларидан бири сифатида технологик кўникмалар кўрилмоқда. Хусусан, технологик саводхонлик, ахборот технологияларидан фойдаланиш, автоматлаштирилган тизимлар билан ишлаш кўникмалари меҳнат бозори талабларига мослашишнинг ажралмас қисмига айланмоқда. Умуман олганда, Ўзбекистонда 2030 йилга келиб ишчи кучи асосий кўникмаларининг 36% ўзгаришини кутилмоқда. Бу дунё бўйича ўртача 39% лик кўрсаткич билан деярли бир хил. Лекин, бу ҳозирдан таълим тизими ва меҳнат бозорини ўзаро интеграция қилиш бўйича изчил чора-тадбирлар режаларини ишлаб чиқишни тақазо этади. Кўникмаларга бўлган эҳтиёжни таҳлил қилиш орқали меҳнат бозорида янги касблар пайдо бўлиши ва мавжудларининг йўқолиб кетиш эҳтимолини прогноз қилиш мумкин. Шу боис меҳнат бозори барқарорлиги ва рақобатбардошлигини таъминлашда технологик кўникмаларни шакллантириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ

Меҳнат бозори рақобатбардошлигини оширишда технологик кўникмаларнинг аҳамияти тобора ошаётганлиги сабабли кўпгина маҳаллий ва халқаро илмий тадқиқотларда алоҳида ўрганилмоқда. Замонавий иқтисодиётда рақамли трансформация жараёни меҳнат бозорида янги талабларни шакллантирмоқда. Шу боис технологик кўникмаларнинг аҳамияти, уни ривожлантириш механизмлари ва таълим тизимининг мослашувчанлиги бўйича маҳаллий ҳамда халқаро тадқиқотларда кенг муҳокамалар олиб борилмоқда.

Халқаро миқёсдаги адабиётларнинг таҳлили шуни кўрсатмоқда-ки, технологик кўникмалар рақобатбардошликнинг асосий мезони сифатида қаралмоқда. Масалан, Жаҳон иқтисодий форуми (World Economic Forum, 2020-2025) ҳисоботида рақамли саводхонлик, ахборот технологияларидан самарали фойдаланиш, сунъий интеллект ва автоматлаштириш бўйича кўникмалар меҳнат бозорида муваффақият калити сифатида келтирилмоқда.

ISSN 3030-3907

Худди шунингдек, Иқтисодий ҳамкорлик ва тараққиёт ташкилоти (Organisation for Economic Cooperation and Dovelopment, 2021) тадқиқотлари ҳам технологик кўникмаларни инновацион иқтисодиётда барқарор бандликни таъминлашнинг стратегик омили сифатида баҳоланади.

Илмий адабиётларда ҳам рақамли ва технологик кўникмалар масаласи кенг ўрганилган. Улар ўз тадқиқотида «рақамли даврда меҳнат бозори» масаласини таҳлил қилиб, технологик кўникмаларга эга бўлмаган ишчи кучи автоматлаштириш натижасида юқори хавф остида қолишини таъкидлаган (Dong & McIntyre, 2014). Технологик инқилобнинг меҳнат бозорига таъсирини «қобилиятлар фарқланиши» концепцияси асосида тушунтириб, юқори даражадаги технологик кўникмаларга эга ишчиларнинг иш ҳақи ва имкониятлари ошишини қайд этган (Autor, 2019).

Маҳаллий адабиётларда ҳам мазкур мавзуга оид тадқиқотлар олиб борилган. Ўзбекистонда рақамли иқтисодиёт шароитида бандликни ривожлантириш масалаларини таҳлил қилиниб, технологик кўникмаларни таълим тизимида шакллантириш зарурлиги тўғрисида илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Яна бир қатор адабиётларда технологик кўникмаларни ривожлантиришда таълим тизими ва касбий стандартларнинг ўзаро интеграцияси муҳимлиги таъкидланади. Масалан, Европа касбий таълимни ривожлантириш маркази (European Centre for the Development of Vocational Training) ҳисоботида касбий стандартлар ва технологик кўникмалар ўртасидаги узвий боғлиқлик, шунингдек, уларни миллий малака тизимлари орқали ривожлантириш йўллари таҳлил қилинган.

Умуман олганда, адабиётлар таҳлили шуни кўрсатадики, технологик кўникмалар меҳнат бозорида рақобатбардошликни белгиловчи асосий омиллардан бири сифатида эътироф этилади. Халқаро тажрибалар бу жараёнда давлат сиёсати, таълим тизими ва хусусий секторнинг ўзаро ҳамкорлиги муҳим аҳамиятга эга эканлигини таъкидлайди.

ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ

Иш берувчилар прогнозларига кўра, яқин истиқболда кўникмалар ривожланишида технологик кўникмалар бошқа барча турдаги кўникмаларга қараганда тезроқ аҳамият касб этиши кутилмоқда. Улар орасида сунъий интеллект ва катта ҳажмдаги маълумотлар (big data) энг тез ривожланаётган кўникмалар рўйхатида биринчи ўринда турибди. Уларнинг ортидан тармоқ ва киберхавфсизлик, шунингдек технологик саводхонлик етакчилик қилмоқда.

ISSN 3030-3907

Сунъий интеллект ва катта ҳажмдаги маълумотлар (big data) кўникмалари деярли барча соҳаларда сезиларли ўсиши прогноз қилинмоқда. Энг паст ўсиш улушлари қишлоқ хўжалиги, ўрмон хўжалиги ва балиқчилик ҳамда туризм, овқатланиш ва дам олиш соҳаларида кузатилмоқда. Бу илғор технологик кўникмаларнинг тармоқ ва соҳаларда кенг, аммо бир хил бўлмаган даражада қабул қилиш тенденциясини ифодалайди.

Яқин истиқболда меҳнат бозори трансформациясини вужудга келтирувчи асосий сабаблардан бири технологик ўзгаришлар ҳисобланади. Бугунги кунга келиб технологик ўзгаришлар иш ўринларига энг катта таъсир кўрсатмоқда. Технологик ўзгаришлар натижасида янги иш ўринлари яратилиши ҳам мавжудларининг йўқотилиши ҳам мумкин.

Бугунги кунда меҳнат бозорида энг тез ривожланаётган технологик кўникмалар сифатида қуйидагиларни келтириш мумкин:

Сунъий интеллект ва катта ҳажмдаги маълумотлар;

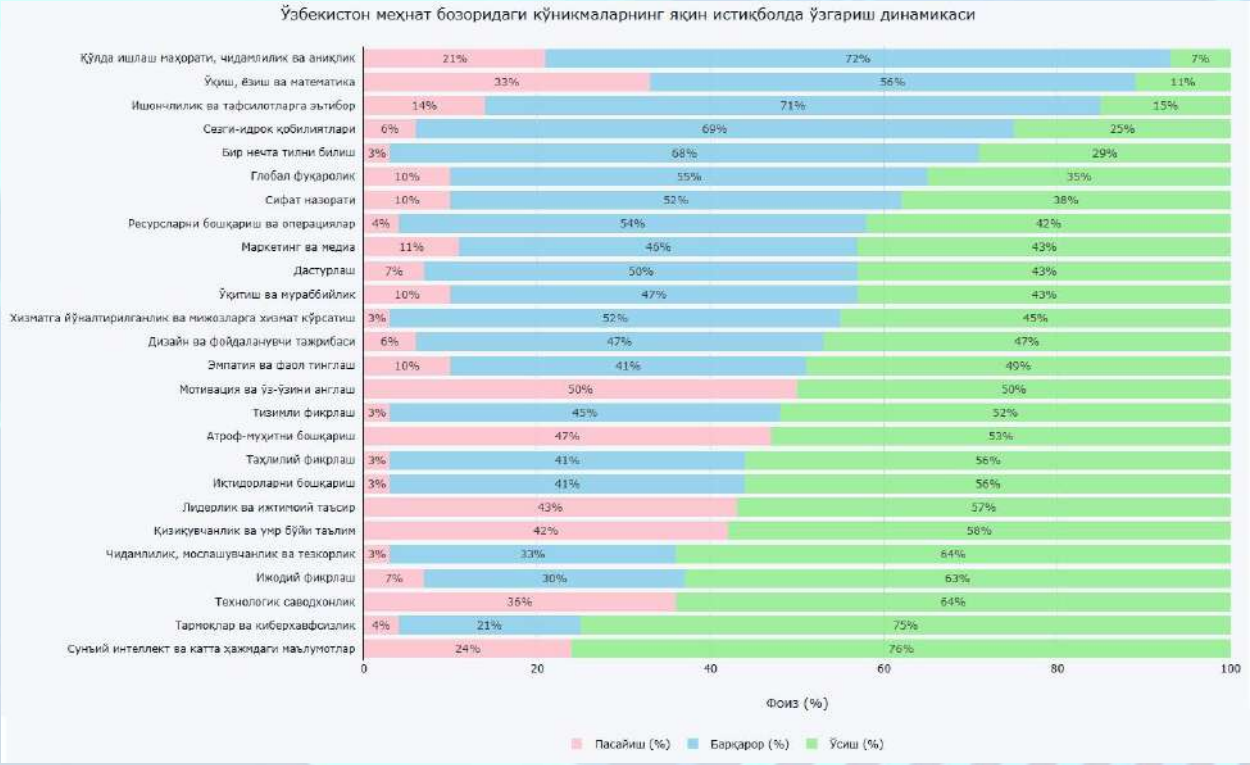
Дизайн ва фойдаланувчи тажрибаси;

Тармоқлар ва киберхавфсизлик;

Дастурлаш;

Технологик саводхонлик.

Жаҳон иқтисодий форуми маълумотларига, асосан, яқин истиқболда Ўзбекистон меҳнат бозоридаги кўникмаларнинг ўзгариш динамикаси келтирилган.



1-расм. Ўзбекистон меҳнат бозоридаги кўникмаларнинг ўзгариш динамикаси

ISSN 3030-3907

МУҲОКАМА ВА НАТИЖАЛАР

Рақамли воситалар, масофавий иш ечимлари ва машинали ўрганиш ҳамда генератив сунъий интеллект каби илғор технологияларни тезроқ жорий этиш ташкилотларга технологик ўзгаришларни бошқариш учун зарур бўлган муҳим кўникмаларни яхши тушуниш имконини яратмоқда.

Генератив сунъий интеллектнинг узоқ муддатли таъсири атрофидаги ҳозирги ноаниқликка қарамай, кўникмаларда кутилаётган ўзгаришлар суръати барқарорлашмоқда, аммо юқори даражада сақланиб қолмоқда.

Ушбу натижага таъсир қилувчи омиллар сифатида узлуксиз таълим, малака ошириш ва қайта тайёрлаш дастурларига эътиборнинг ортиб боришини келтириш мумкин. Бу ташкилотларга келажакдаги кўникмалар талабларини аниқроқ прогнозлаштириш ва бошқариш имконини беради.

Бироқ, кўникмалар ўзгаришининг даражаси тармоқлар ва соҳаларда бир хил эмас.

Таҳлилий фикрлаш иш берувчилар учун етакчи асосий кўникма бўлиб қолмоқда. Кейинги ўринларда стрессга чидамлилик, мослашувчанлик ва тезкорлик, шунингдек, етакчилик ва ижтимоий таъсир кўникмалари туради. Бу эса мослашувчанлик ва ҳамкорликнинг когнитив кўникмалар билан биргаликда муҳим роль ўйнашини кўрсатмоқда.

Ижодий фикрлаш ва мотивация ҳамда ўз-ўзини англаш мос равишда тўртинчи ва бешинчи ўринларни эгалламоқда. Когнитив, ўз-ўзига ишонч ва шахслараро кўникмаларнинг ушбу бешликка кириши тезкор, инновацион ва ҳамкорликка тайёр ишчи кучига эга бўлиш қанчалик муҳимлигини кўрсатади, бунда ҳам муаммоларни ҳал қилиш қобилияти, ҳам шахсий чидамлилик муваффақият учун ҳал қилувчи омил ҳисобланади.

Техник малака, кучли шахслараро қобилиятлар, эмоционал интеллект ва узлуксиз таълимга содиқликни акс эттирувчи кўникмалар ишчиларнинг замонавий иш муҳитларида муваффақият қозониши учун қаттиқ (hard) ва юмшоқ (soft) кўникмаларни уйғунлаштира олиш зарурлиги ҳақидаги кутилмаларини кўрсатади.

Асосий кўникмалар тўплами кенгроқ тармоқ ва соҳаларда ҳамда географик ҳудудларда нисбатан барқарор бўлсада, муайян соҳа ва ҳудудларда сезиларли фарқлар мавжуд. Ўзбекистон меҳнат бозорида қишлоқ хўжалиги ва тўқимачилик катта улушга эга, лекин технологик кўникмаларга талаб ушбу соҳаларда секинроқ ўсмоқда. ИТ ва хизматлар соҳасида технологик кўникмалар юқори ўсишни кўрсатмоқда.

ISSN 3030-3907

Бугунги кунга келиб экология ва атроф-муҳитни асраш асосий кўникмалар қаторига чиқмоқда. Атроф-муҳит кўникмаларига бўлган бундай эътибор ҳукумат ва давлат секторида ҳам яққол кўзга ташланмоқда.

Шунингдек, кончилик ва металлургия ҳамда илғор ишлаб чиқариш тармоқлари бошқа соҳаларга нисбатан қўл меҳнати тезкорлиги, жисмоний чидамлилик ва аниқлик каби кўникмаларга юқори аҳамият бермоқда.

Телекоммуникация соҳаси дизайн ва фойдаланувчи тажрибаси, тармоқлар ва киберхавфсизлик, шунингдек дастурлаш кўникмаларига устуворлик бериши билан ажралиб туради. Худди шундай, ахборот ва технологик хизматлар соҳаси дастурлаш кўникмаларига катта урғу бермоқда.

Лидерлик ва ижтимоий таъсир, сунъий интеллект ва катта ҳажмдаги маълумотлар, иқтидорларни бошқариш, хизматга йўналтирилганлик ва мижозларга хизмат кўрсатиш каби кўникмаларнинг аҳамияти сезиларли даражада ортмоқда. Аксинча, ишончлилик, диққатни жамлаш ва сифат назорати каби кўникмалар ташкилотлар учун нисбатан аҳамиятини йўқотмоқда.

Қуйидаги кўникмалар яқин истиқболда энг юқори талабга эга бўлиши кутилмоқда. Ушбу кўникмалар глобал ва Ўзбекистон меҳнат бозори учун долзарб ҳисобланади.

Кўникма	**Ҳолати**	**Кўникмалар ривожланиши учун таъсир этувчи омиллар**
Сунъий интеллект ва катта ҳажмдаги маълумотлар	Юқори ўсиш (барча соҳаларда)	«Рақамли Ўзбекистон – 2030» стратегияси доирасида ИТ Парк ва «Бир миллион дастурчи» лойиҳаси туфайли талаб ошмоқда, 2025 йилда Ўзбекистон ИТ хизматлари экспортини 1 млрд доллардан ошириш режалаштирилмоқда, бу «Рақамли Ўзбекистон 2030» стратегияси доирасида сунъий интеллект ва катта ҳажмдаги маълумотлар соҳасига талабнинг ошишини кўрсатади.
Тармоқлар ва киберхавфсизлик	Юқори ўсиш	Ўзбекистонда киберхавфсизлик мутахассисларига бўлган етишмовчилик 50–60% ни ташкил қилади, бу рақамли инфратузилма ривожланиши билан талабнинг ортишини кўрсатади.

ISSN 3030-3907

Технологик саводхонлик	Юқори ўсиш	Касбий кўникмалар марказлари ва Касбий таълим дастурлари орқали 2 миллион фуқарога рақамли кўникмалар ўргатилмоқда, айниқса, ёшлар орасида ушбу кўникмаларга талаб юқоридир.
Дизайн ва фойдаланувчи тажрибаси	Ўртача ўсиш	Рақамли савдо ва ИТ хизматларида талаб ошмоқда. Фойдаланувчи тажрибаси ва дизайн Ўзбекистонда янги ривожланаётган соҳалардан биридир.
Дастурлаш	Юқори ўсиш	Телекоммуникация ва ахборот технологиялари соҳасида дастурлаш кўникмаларига талаб юқори ўсишни кўрсатмоқда.

Миллий малака тизимини ривожлантириш институтида ишлаб чиқилган Машғулотларнинг миллий классификатори (ММК-2025) га яқин истиқболда асосий кўникмаларнинг ривожланиши натижасида меҳнат бозорида талаб ортиб бораётган касблар киритилди.

Технологик кўникмалар:

Сунъий интеллект ва катта ҳажмдаги маълумотлар (big data).

1. Чуқур ўрганиш (Deep Learning) бўйича профессионал-мутахассис;
2. Катта ҳажмдаги маълумотлар билан ишлаш бўйича профессионал-мутахассис;
3. Маълумотлар илми (Data Scientist) бўйича профессионал-мутахассис;
4. Маълумотлар таҳлили (Data Mining) бўйича профессионал-мутахассис;
5. Машинали ўрганиш (Machine Learning) бўйича мутахассис;
6. Сунъий интеллект бўйича муҳандис;
7. Сунъий интеллект бўйича профессионал-мутахассис.

Тармоқлар ва киберхавфсизлик.

1. Киберхавфсизлик архитектори;
2. Киберхавфсизлик бўйича илмий ходимлар ва илмий тадқиқотчилар;
3. Киберхавфсизлик бўйича муҳандис;
4. Киберхавфсизлик сиёсати ва стандартлари бўйича профессионал-мутахассис;
5. Криптограф (йўналишлар бўйича);

ISSN 3030-3907

6. Маълумотларни шифрлаш бўйича профессионал-мутахассис;
7. Ахборот хавфсизлиги бўйича аудитор;
8. Ахборот хавфсизлиги бўйича муҳандис;
9. Ахборот хавфсизлиги бўйича профессионал-мутахассис;
10. Ахборот-коммуникация технологиялари хавфсизлиги бўйича профессионал-мутахассис;
11. Ахборотни муҳофаза қилиш бўйича профессионал-мутахассис;
12. Хизматлар хавфсизлиги бўйича профессионал-мутахассис.

Дастурлаш.

1. Дастурчи-таҳлилчи;
2. Дастурий таъминот дизайнери;
3. Дастурий таъминот ишлаб чиқарувчи;
4. Дастурий таъминот лойиҳачиси;
5. Муҳандис-дастурловчи;
6. Мобил иловаларни ишлаб чиқувчи;
7. Веб дастурчи;
8. Компьютер ўйинлари дастурчиси;
9. IoT дастурий таъминот ишлаб чиқувчи;
10. Ўрнатилган тизимлар муҳандиси;
11. Саноат автоматикаси учун мобил дастур ишлаб чиқувчи;
12. Саноат мобил иловаларини ишлаб чиқувчи;
13. Саноат мобил қурилмалар интерфейсини лойиҳаловчи (UI/UX дизайнер);
14. Саноат қурилмалари учун мобил илова ишлаб чиқувчи.

ХУЛОСА

Меҳнат бозорида рақобатбардошликни ошириш учун йирик иш берувчи корхона ва ташкилотлар кўникмалар ўзгаришларини ҳисобга олган ҳолда ишчи кучини технологик кўникмалар ривожланаётган талабларга мослаштириши зарур. Бунинг учун улар қайта ўқитиш ва малака ошириш дастурларини ташкил этиши зарур. Бундан ташқари, тармоқ корхоналари Машғулотларнинг миллий классификатори (ММК-2025)га меҳнат бозори таҳлиллари асосида кўникмаларга бўлган эҳтиёжлардан келиб чиқиб янги касбларни киритиб бориши керак.

Юқоридагилар натижасида, таълим дастурлари меҳнат бозорига тез мослашиши таъминланади, ёшларнинг бандлик даражаси ошади, меҳнат бозорида кўникмалар танқислиги ҳамда етишмаслиги ва малакасиз ишчи кучи камаяди.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Autor, D. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. Journal of Economic Perspectives, 29(3), 3–30. https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3
2. European Commission. (2021). Digital Skills and Jobs Coalition. Retrieved from https://digital-strategy.ec.europa.eu
3. OECD. (2019). OECD Skills Outlook 2019: Thriving in a Digital World. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/df80bc12-en
4. https://lex.uz/ru/docs/-5030957
5. Begmamat, D., Sanjarbek, B., Utkirjon, U., Shohrukh, N., Umidjon, K. (2023). SMART Education Framework to Assess the Knowledge of Engineering Students. In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2023. ICoRSE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 762. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-40628-7_7
6. Schwab, K. (2019). The Global Competitiveness Report 2019. Geneva: World Economic Forum. https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2019
7. World Economic Forum. (2020). The Future of Jobs Report 2020. Geneva: World Economic Forum. https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020
8. World Economic Forum. (2025). The Future of Jobs Report 2025. Geneva: World Economic Forum. https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/
9. Begmamat, D., Sanjarbek, B., Utkirjon, U., Shohrukh, N., Umidjon, K. (2023). Comparative Analysis of SMART Education Framework and Traditional Assessment Techniques in Evaluating the Knowledge of Engineering Students. In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2023. ICoRSE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 762. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-40628-7_8
10. Dong X., McIntyre S.H. The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. Quant Finance. 2014; 14(11): 1895–1896. http://dx.doi.org/10.1080/14697688.2014.946440
11. Umarov Azizjon Azamjon o‘g‘li, & Abdullayev Axrorjon Axadjon o‘g‘li. (2023). CHATGPTning iqtisodiyotga ta’siri: sun’iy intellektning kasbiy mehnat bozoriga ta’siri. Qo‘qon universiteti xabarnomasi, 7(7), 65-71. https://doi.org/10.54613/ku.v7i7.782
12. O‘zMSt 641:2025 Машғулотларнинг миллий классификатори (ММК-2025). https://uzsti.uz/shop/33051

ISSN 3030-3907

13. Маҳлиё Аҳмад Қизи Мияссарова. 2021. Рақамли иқтисодиёт шароитида аҳоли иш билан бандлигини таъминлаш. Scientific progress. №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/raqamli-iqtisodiyot-sharoitida-aholi-ish-bilan-bandligini-ta-minlash (дата обращения: 20.08.2025).
14. Нарзуллаев Ш.Н., Жалилов А.А. (2025). Европа ва Осиё мамлакатлари тажрибаси асосида Ўзбекистонда машғулотлар миллий классификаторини ишлаб чиқиш. Modern Education and Development, 28(7), 221-226. Retrieved from https://inlibrary.uz/index.php/mead/article/view/116374

ISSN 3030-3907

TEST NATIJALARINI TAHLIL QILISHDA TASNIFLASH ALGORITMLARINING SAMARADORLIGI

Sh.Sh.Abdunasimov.
Buxoro Davlat universiteti.

Annotatsiya. Ushbu maqolada test natijalarini tahlil qilish jarayonida mashinali o‘qitishning tasniflash algoritmlari qo‘llanilishi o‘rganildi. An’anaviy baholash usullari sub’ektivlik va xatolarga moyil bo‘lib, katta hajmdagi ma’lumotlar bilan samarali ishlay olmaydi. Tasniflash algoritmlaridan foydalanish esa test natijalarini ob’ektiv va tezkor baholash imkonini beradi. Maqolada qaror daraxtlari, tasodifiy o‘rmonlar, K-NN, Naive Bayes va neyron tarmoqlar samaradorligi taqqoslandi.

Kalit so‘zlar: Mashinali o‘qitish, tasniflash algoritmlari, test natijalari, qaror daraxtlari, tasodifiy o‘rmon, K-NN, Naive Bayes, neyron tarmoqlar, aniqlik, ta’limda baholash.

Аннотация. В данной статье изучается применение алгоритмов классификации машинного обучения в процессе анализа результатов тестирования. Традиционные методы оценки подвержены субъективности и ошибкам, а также неэффективны при работе с большими данными. Использование алгоритмов классификации позволяет объективно и оперативно оценивать результаты тестов. В статье сравнивается эффективность деревьев решений, случайных лесов, K-NN, Наивного Байеса и нейронных сетей.

Ключевые слова: Машинное обучение, алгоритмы классификации, результаты тестов, деревья решений, случайный лес, K-ближайших соседей, Наивный Байес, нейронные сети, точность, оценка в образовании.

Abstract. This article explores the application of machine learning classification algorithms in analyzing test results. Traditional evaluation methods are prone to subjectivity and errors and are ineffective with large-scale data. The use of classification algorithms enables objective and efficient assessment of test results. The study compares the effectiveness of decision trees, random forests, K-NN, Naive Bayes, and neural networks.

Keywords: Machine learning, classification algorithms, test results, decision trees, random forest, K-NN, Naive Bayes, neural networks, accuracy, educational assessment.

Kirish

Test natijalarini baholash ta’lim jarayonining eng muhim bosqichlaridan biridir. Chunki testlar orqali o‘quvchilarning bilim darajasi, o‘zlashtirish qobiliyati va ta’lim sifatining umumiy ko‘rsatkichlari aniqlanadi. So‘nggi yillarda ta’lim sohasida **raqamlashtirish va sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy qilish**

ISSN 3030-3907

tendensiyasi kuchaymoqda. Bu jarayonda mashinali o‘qitish (Machine Learning) usullari alohida ahamiyat kasb etmoqda. Mashinali o‘qitish algoritmlari yordamida test natijalarini avtomatik tahlil qilish nafaqat aniqlikni oshiradi, balki tezkorlikni ham ta’minlaydi. Shuningdek, ular inson resurslarini tejash, turli fanlar bo‘yicha test natijalarini qiyoslash va individual yondashuvni shakllantirish imkoniyatini beradi. Tasniflash algoritmlarining qo‘llanilishi test natijalarini baholashda alohida o‘rin tutadi. Chunki bu algoritmlar ma’lumotlarni muayyan toifalarga ajratish va har bir o‘quvchining bilim darajasini aniqroq baholash imkonini beradi. Masalan, qaror daraxtlari (Decision Trees) sodda va tushunarli izohlar berishi bilan, tasodifiy o‘rmon (Random Forest) yuqori aniqligi bilan, K-NN kichik ma’lumotlarda samaradorligi bilan, neyron tarmoqlar (Neural Networks) esa murakkab ma’lumotlarni qayta ishlashdagi qudrati bilan ajralib turadi. Ushbu maqola tasniflash algoritmlarining test natijalarini baholashdagi samaradorligini tahlil qilishga qaratilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi — test natijalarini tahlil qilishda mashinali o‘qitish usullarini joriy etish orqali baholash jarayonining samaradorligini oshirish va an’anaviy yondashuvlarning cheklovlarini bartaraf etishdir. Natijalar ta’lim jarayonida testlarni avtomatlashtirish, sog‘liqni saqlashda diagnostika samaradorligini oshirish va sanoatda sifat nazoratini yaxshilash kabi keng amaliy imkoniyatlarga ega. Ushbu maqolada test natijalarini tahlil qilish uchun mashinali o‘qitishning bir nechta mashhur tasniflash algoritmlaridan foydalanildi. Tanlangan algoritmlar turli ma’lumotlar to‘plamlarida samaradorlikni ta’minlashi bilan mashhur bo‘lib, ularning kuchli va zaif tomonlari tadqiqot davomida tahlil qilindi.

Adabiyotlar tahlili

Ushbu maqola mashinali o‘qitish, tasniflash algoritmlari va ularning ta’lim sohasidagi qo‘llanilishiga oid turli manbalar tahlil qilindi. Ushbu adabiyotlar bir tomondan algoritmlarning nazariy asoslarini, ikkinchi tomondan ularning amaliy qo‘llanilishi imkoniyatlarini yoritadi. **Hastie, Tibshirani va Friedman “The Elements of Statistical Learning”** asari mashinali o‘qitishning fundamental qo‘llanmasi hisoblanadi. Mualliflar qaror daraxtlari, regressiya usullari, ehtimollik modellarini matematik asosda tahlil qilgan[1]. Mazkur manba ayniqsa tasniflash algoritmlarining nazariy negizini chuqurroq anglash uchun xizmat qiladi. **James, Witten, Hastie va Tibshirani “An Introduction to Statistical Learning”** asarida esa nazariy tushunchalarga qo‘shimcha ravishda R dasturlash tilidagi amaliy misollar keltirilgan. Ushbu manba test natijalarini real datasetlar asosida qayta ishlashda qanday metodlarni qo‘llash mumkinligini ko‘rsatib beradi. Ayniqsa, K-NN va logistik regressiya usullarining oddiy va qulay qo‘llanilishi ta’lim sohasida dolzarbdir[2]. **Goodfellow, Bengio va Courville “Deep Learning”** kitobida esa

ISSN 3030-3907

neyron tarmoqlar va chuqur o‘rganish texnologiyalariga asosiy e’tibor qaratilgan. Bu manba zamonaviy sun’iy intellekt tizimlarining nazariy va amaliy jihatlarini yoritib, katta hajmdagi murakkab test natijalarini qayta ishlash imkoniyatlarini ochib beradi[3]. **Bishop “Pattern Recognition and Machine Learning”** asari naqshlarni tanish va statistik modellashtirish masalalariga bag‘ishlangan. U yerda Naive Bayes va boshqa ehtimollik asosidagi algoritmlarning samaradorligi tahlil qilingan[4]. Tadqiqotda bu manba ayniqsa nazariy poydevor sifatida muhim rol o‘ynadi. Shuningdek, ta’limda mashinali o‘qitish metodlarini qo‘llashga bag‘ishlangan yangi ilmiy maqolalar ham tahlil qilindi. Jumladan, **Zhou va Tang** tadqiqotida Random Forest algoritmining katta hajmdagi test natijalarida barqaror ishlashi ko‘rsatib o‘tilgan. **Kumar va Singh** maqolasida esa K-NN algoritmining kichik guruhlar uchun samaradorligi amaliy natijalar orqali tasdiqlangan. **Chen va Guestrin** tomonidan taqdim etilgan XGBoost modeli esa ta’lim sohasida test natijalarini tahlil qilishda keng qo‘llanilayotgan kuchli usul sifatida alohida qayd etilgan[5].

Umuman olganda, ushbu adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, tasniflash algoritmlari turli jihatdan bir-birini to‘ldiradi. Qaror daraxtlari va Naive Bayes oddiy va tezkor hisob-kitoblar uchun qulay, tasodifiy o‘rmon va gradient boosting metodlari esa yuqori aniqlik beradi. Neyron tarmoqlar murakkab tizimlarni qayta ishlash imkonini bersa-da, ko‘proq resurs va vaqt talab qiladi. Shunday qilib, tanlangan manbalar tadqiqotning ilmiy asosini mustahkamlab, test natijalarini tahlil qilishda eng samarali usullarni aniqlash imkonini berdi.

Metodlar

Ushbu maqolada test natijalarini tahlil qilish uchun mashinali o‘qitishning bir nechta tasniflash algoritmlaridan foydalanildi. Tanlangan algoritmlar turli ma’lumotlar to‘plamlarida samaradorlikni ta’minlashi bilan mashhur bo‘lib, ularning kuchli va zaif tomonlari tadqiqot davomida tahlil qilindi.

Qaror daraxtlari (Decision Trees) - qaror daraxtlari sinfiylashtirish jarayonini shoxlanib boruvchi daraxt ko‘rinishida ifodalaydi. Masalan, agar test natijalarida “80 balldan yuqori” bo‘lgan o‘quvchilar “yaxshi”, “50 dan past” bo‘lganlar “qoniqarsiz” deb ajratilsa, daraxt har bir savol yoki ball chegarasiga qarab qaror qabul qiladi. Bu algoritmning afzalligi uning **soddaligi va tushunarli izohlash imkoniyati**dir**.**

Tasodifiy o‘rmonlar (Random Forest) - random Forest ko‘plab qaror daraxtlarini yaratadi va ularning natijalarini birlashtiradi. Masalan, bir guruh daraxtlar “talaba yuqori natija ko‘rsatadi” desa, boshqalari “o‘rtacha” deb baholashi mumkin. O‘rmon algoritmi ko‘pchilik ovoziga qarab yakuniy natijani

ISSN 3030-3907

beradi. Bu usul **ortiqcha moslashuv** muammosini kamaytiradi va odatda yuqori aniqlik beradi.

K-eng yaqin qo‘shnilar (K-Nearest Neighbors, K-NN) - K-NN algoritmi yangi o‘quvchining natijasini yaqin qo‘shnilariga qarab baholaydi. Masalan, agar yangi talabaning ballari avvalgi 5 nafar “yaxshi” guruhga kirgan talabalarnikiga o‘xshash bo‘lsa, u ham shu guruhga ajratiladi. Bu usul kichik datasetlarda yaxshi ishlaydi, biroq katta hajmdagi ma’lumotlarda sekinlashadi.

Neyron tarmoqlar (Neural Networks) - neyron tarmoqlar murakkab matematik model bo‘lib, inson miyasidagi neyronlar kabi ishlaydi. Masalan, talabaning fanlar bo‘yicha ballari qatlamlardan o‘tkazilib, natijada “yaxshi”, “o‘rtacha” yoki “qoniqarsiz” sifatida tasniflanadi. Bu algoritm katta va murakkab ma’lumotlarda eng yuqori samaradorlikni ko‘rsatadi, biroq ko‘p vaqt va hisoblash resurslari talab qiladi.

Baholash mezonlari

Algoritmlarning samaradorligi quyidagi mezonlar asosida taqqoslandi:

Aniqlik (Accuracy): To‘g‘ri tasniflangan natijalar ulushi.

Masalan, 100 ta testdan 85 tasi to‘g‘ri tasniflangan bo‘lsa, Accuracy = 85%.

F1-score: Aniqlik (precision) va qamrov (recall) o‘rtasidagi muvozanatni ko‘rsatadi.

Masalan, agar bir algoritm yuqori aniqlik bersa, ammo ko‘p o‘quvchini e’tibordan chetda qoldirsa, F1-score past bo‘ladi.

ROC-AUC: Klassifikatsiya modelining barcha chegaralarda aniqlik darajasini baholaydi.

Masalan, ROC-AUC qiymati 0.95 bo‘lsa, model deyarli mukammal tasniflaydi.

Cross-validation: Ma’lumotlar to‘plami bir necha bo‘laklarga bo‘linadi va model turli bo‘laklarda sinovdan o‘tkaziladi.

Masalan, 10-fold cross-validation qo‘llanilganda, dataset 10 qismga bo‘linadi va har safar bitta qism test uchun, qolganlari esa mashq uchun ishlatiladi.

2.3. Ma’lumotlarni tayyorlash jarayoni

Avvalo, test natijalari to‘plamidan **nol qiymatlar va noto‘g‘ri kiritilgan ma’lumotlar** chiqarib tashlandi.

Ma’lumotlar **standartlashtirish** usuli orqali yagona diapazonga keltirildi.

Masalan, 0–100 ball tizimidagi baholar 0–1 oralig‘iga normallashtirildi.

Ma’lumotlar **mashq (train)** va **test** to‘plamlariga bo‘lindi (80% train, 20% test).

Har bir algoritm alohida mashq qilindi va yakuniy natijalar baholash mezonlari bo‘yicha solishtirildi.

Muhokama va natijalar

ISSN 3030-3907

O‘tkazilgan tajribalar natijalariga ko‘ra, tasniflash algoritmlarining samaradorligi bir-biridan farq qilishi kuzatildi. Qaror daraxtlari oddiy tuzilishga ega bo‘lib, tezkor natija beradi, biroq murakkab va katta hajmdagi ma’lumotlarda noto‘g‘ri tasniflash holatlari ko‘proq uchradi. Tasodifiy o‘rmonlar esa yuqori aniqlik va barqarorlik bilan ajralib turdi, shuningdek, turli test ssenariylarida barqaror natija taqdim etdi. K-NN algoritmi kichik ma’lumotlar to‘plamida samarali bo‘lsa-da, katta hajmli datasetlarda ishlash tezligi pasaydi. Naive Bayes o‘zining soddaligi va tezligi bilan ajralib turdi, resurslarni kam talab qildi, ammo hamma sharoitlarda yuqori aniqlik bera olmadi[6]. Neyron tarmoqlar esa katta hajmdagi va murakkab ma’lumotlarni samarali qayta ishlash qobiliyatini ko‘rsatdi, biroq bu algoritm ko‘proq hisoblash resurslari va vaqt talab qildi. Umuman olganda, natijalar tasodifiy o‘rmon va neyron tarmoqlar test natijalarini baholashda eng yuqori samaradorlikka ega ekanini, ammo oddiy va tezkor tahlil uchun qaror daraxtlari va Naive Bayes algoritmlari ham ma’lum afzalliklarga ega ekanini ko‘rsatdi.

Algoritm	Aniqlik (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1 (%)
Qaror daraxti	82	80	78	79
Tasodifiy o‘rmon	89	87	85	86
K-NN	85	83	84	83
Logistik regressiya	81	80	76	78
Neyron tarmoqlar	91	90	89	89

Xulosa

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, test natijalarini tahlil qilishda mashinali o‘qitishning turli tasniflash algoritmlari samarali natijalar beradi. Qaror daraxtlari va Naive Bayes algoritmlari soddaligi va tezkorligi bilan ajralib turadi, biroq murakkab ma’lumotlarda ba’zi xatoliklar kuzatildi. K-NN kichik hajmdagi datasetlar uchun mos bo‘lib, katta hajmdagi ma’lumotlarda samaradorligi pasaydi. Tasodifiy o‘rmon algoritmi barqaror va yuqori aniqlik ko‘rsatdi, neyron tarmoqlar esa murakkab va katta hajmdagi ma’lumotlarni chuqur o‘rganishda yuqori samaradorlik berdi. Umuman olganda, tasodifiy o‘rmon va neyron tarmoqlar algoritmlari test natijalarini baholashda eng samarali usullar sifatida ajralib chiqdi. Shu bilan birga, resurs cheklangan sharoitlarda Naive Bayes va qaror daraxtlari ham muqobil yechim bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Tadqiqot natijalari shuni tasdiqlaydiki, mashinali o‘qitish algoritmlaridan foydalanish test natijalarini tahlil qilish jarayonida aniqlik va tezkorlikni oshiradi, inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni kamaytiradi va ta’lim jarayonida baholash sifatini yaxshilaydi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning*. Springer.
2. James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R. (2013). *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*. Springer.
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
4. Bishop, C. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
5. Chen, T., & Guestrin, C. (2016). *XGBoost: A Scalable Tree Boosting System*. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD, 785–794.
6. Breiman, L. (2001). *Random Forests*. Machine Learning, 45(1), 5–32.
7. Cover, T., & Hart, P. (1967). *Nearest Neighbor Pattern Classification*. IEEE Transactions on Information Theory, 13(1), 21–27.
8. Domingos, P., & Pazzani, M. (1997). *On the Optimality of the Simple Bayesian Classifier under Zero-One Loss*. Machine Learning, 29(2), 103–130.
9. Kumar, V., & Singh, R. (2021). *Application of Machine Learning Algorithms in Student Performance Prediction*. International Journal of Computer Applications, 174(21), 1–6.
10. Zhou, Z-H. (2021). *Ensemble Methods: Foundations and Algorithms*. Chapman and Hall/CRC.

ISSN 3030-3907

HOLISTIC DEVELOPMENT OF STUDENTS THROUGH LEARNER-CENTERED EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

Beknazarova Feruza Sobir qizi

Master's Student, "Theory and History of Pedagogy" Navoi State University

Abstract. This article analyzes the role of learner-centered educational technologies in the holistic development of students. Based on international and national experiences, the factors of effectiveness of learner-centered approaches in the educational process are examined. Furthermore, their potential in improving the quality of education and fostering a creative, competitive individual is substantiated.

Keywords: learner-centered education, holistic development, pedagogical technology, competency-based approach, innovative methods, efficiency of the learning process, independent thinking.

Аннотация. В данной статье рассмотрена роль личностно-ориентированных образовательных технологий в комплексном развитии учащихся. На основе международного и национального опыта раскрыты факторы эффективности личностно-ориентированного подхода в образовательном процессе. Обоснованы их возможности в повышении качества образования и формировании творческой, конкурентоспособной личности.

Ключевые слова: личностно-ориентированное обучение, комплексное развитие, педагогическая технология, компетентностный подход, инновационные методы, эффективность учебного процесса, самостоятельное мышление.

Annotatsiya. Ushbu maqolada o‘quvchilarga kompleks rivojlanishda shaxsga yo‘naltirilgan ta'lim texnologiyalarining o‘rni muhokama qilinadi. Xalqaro va milliy tajriba asosida ta'lim jarayonida shaxsga yo‘naltirilgan yondashuv samaradorligi omillari ochib berilgan. Ularning ta'lim sifatini oshirish va ijodiy, raqobatbardosh shaxsni shakllantirish imkoniyatlari asoslanadi.

Kalit so‘zlar: shaxsga yo‘naltirilgan ta'lim, kompleks rivojlanish, pedagogik texnologiya, kompetentsiyaga asoslangan yondashuv, innovatsion usullar, o‘quv jarayonining samaradorligi, mustaqil fikrlash.

Introduction

In the modern educational process, the task of shaping the student not only as a recipient of knowledge but also as an active subject, a creative individual at the center of personal development and socialization, is becoming increasingly relevant. International research shows that large-scale assessment programs such as PISA, TIMSS, and PIRLS are aimed not only at assessing students' knowledge but also their ability to apply it in practice, make independent decisions in

ISSN 3030-3907

problematic situations, demonstrate creative and critical thinking, and collaborate in teams. This, in turn, requires the wide implementation of learner-centered educational technologies in the teaching process.

In world pedagogy, the idea of learner-centered education has been substantiated in the works of scholars such as J. Dewey, C. Rogers, M. Montessori, and L. Vygotsky. This approach emphasizes organizing education in accordance with the individual characteristics, needs, abilities, and interests of each student. Furthermore, strategic documents developed by UNESCO and OECD identify the main mission of education as ensuring the holistic development of students—that is, fostering intellectual, social, moral, and physical growth in harmony.

In Uzbekistan's education system, learner-centered approaches are also recognized as one of the priority areas of state policy. In particular, the Law on Education (2020 revision), the Development Strategy of New Uzbekistan for 2022–2026, as well as presidential decrees, focus on improving the quality of education, widely introducing innovative teaching technologies, and supporting the individual development of students. In practice, the effective use of learner-centered technologies creates opportunities to enhance students' creativity, independent thinking, communication skills, and life competencies.

Thus, the relevance of this research lies in the fact that learner-centered educational technologies are not only consistent with international education standards but also of significant scientific and practical importance in increasing the effectiveness of reforms in Uzbekistan's education system and ensuring the holistic development of students.

LITERATURE REVIEW

The theoretical foundations of learner-centered educational technologies have been widely reflected in world pedagogy, with their roots connected to the progressive educational ideas of the early 20th century. J. Dewey interpreted education as a democratic process, emphasizing the independence and social activity of the student [2, pp. 27–40]. C. Rogers developed the concept of "humanistic education," placing the needs and interests of the learner at the center of the teaching process [5, pp. 73–101].

M. Montessori's pedagogical system aimed to consider the natural developmental opportunities of students and enable them to acquire knowledge through independent activity [8, pp. 52–59]. L. S. Vygotsky's theory of the "zone of proximal development" also serves as one of the theoretical bases of learner-centered approaches, emphasizing the importance of considering the individual potential and developmental pace of each student [3, pp. 45–62].

ISSN 3030-3907

In recent years, UNESCO, OECD, and other international organizations have recommended introducing competency-based and holistic approaches into education. For example, the OECD Learning Compass 2030 emphasizes the development of students' personal, social, and life competencies as the primary goal of education [7, pp. 15–28].

Uzbek scholars have also addressed this issue. Researchers such as N. Sayidahmedov, A. Avliyoqulov, O. Tolipov, Sh. Abdullaeva, and D. Nazarova have conducted in-depth studies of the theoretical and practical aspects of learner-centered education, the use of innovative technologies, interdisciplinary integration, and competency-based approaches. Their research demonstrates that learner-centered technologies not only enhance students' knowledge, skills, and abilities but also ensure their moral and social development.

In summary, the analysis of existing literature shows that the introduction of learner-centered educational technologies creates the basis for the holistic development of students. The combination of international experience and national research strengthens the relevance and practical significance of studies in this field.

DISCUSSION AND RESULTS

During the research, the importance of learner-centered educational technologies in ensuring the holistic development of students was analyzed. The literature review and current practices indicate that such an approach supports the intellectual, moral, social, and creative development of learners by taking into account their individual abilities, needs, and interests.

International experience (J. Dewey, C. Rogers, M. Montessori, L. Vygotsky) and the studies of national scholars (N. Sayidahmedov, A. Avliyoqulov, O. Tolipov, Sh. Abdullaeva) demonstrate that learner-centered educational technologies:

- transform students into active participants in the learning process;
- develop independent and critical thinking, as well as creative skills;
- foster collaboration and communication skills;
- prepare students to solve real-life problems.

Observations and analyses conducted within Uzbekistan's education system show that in classrooms where learner-centered approaches were implemented, students' engagement, participation in lessons, and ability to apply knowledge in practice were significantly higher compared to traditional forms of teaching. This outcome is closely linked to the use of interactive methods, problem-based tasks, project-based learning, and information and communication technologies.

Moreover, practical experience confirms that the full implementation of learner-centered technologies requires improving teachers' methodological

ISSN 3030-3907

training and pedagogical skills. The effectiveness of these technologies directly depends on the teacher's personal approach, ability to use innovative methods, and didactic creativity.

Overall, the results confirm that learner-centered educational technologies are an effective mechanism for ensuring the holistic development of students. Alongside enhancing the quality and content of education, they contribute to nurturing creative and competitive individuals who meet the modern needs of society.

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Conclusions:

1. Learner-centered educational technologies ensure the intellectual, social, moral, and creative development of students by considering their individual abilities, interests, and needs.
2. International and national experiences show that such technologies transform learners into active participants in the educational process, while fostering independent thinking, creativity, and problem-solving skills.
3. Observations within Uzbekistan's education system confirm that learner-centered approaches are more effective than traditional methods.

Recommendations:

– Continuously improve teachers' methodological training in learner-centered educational technologies.

– Actively use interactive methods, project-based tasks, and ICT in the classroom.

– Prioritize interdisciplinary integration and competency-based approaches in curriculum design.

– Organize individual learning pathways tailored to students' personal interests and needs.

– Evaluate the quality of education based on students' activity, creativity, and independent thinking.

REFERENCES:

1. Anderson, L. W., Krathwohl, D. R. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. – New York: Longman, 2001. – pp. 65–89.
2. Dewey, J. Experience and Education. – New York: Collier Books, 1997. – pp. 27–40.
3. Zhanabayeva, G. T. Learner-centered education: Theory and practice. – Almaty: Bilim, 2019. – pp. 45–62.
4. Shamova, T. I., Davydenko, T. M., Shibanova, G. N. Management of educational systems. – Moscow: Academia, 2007. – pp. 121–138.

ISSN 3030-3907

5. Markova, A. K. Psychology of Professionalism. – Moscow: Znanie, 1996. – pp. 95–112.
6. Selevko, G. K. Modern educational technologies. – Moscow: Narodnoe obrazovanie, 2006. – pp. 73–101.
7. OECD. The Future of Education and Skills: Education 2030. – Paris: OECD Publishing, 2018. – pp. 15–28.
8. Khodjieva, N. B. Developing students' creative activity through learner-centered educational technologies. // Innovations in Pedagogy and Psychology. – Tashkent, 2021. – №3. – pp. 52–59.

ISSN 3030-3907

SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI VA ULARNING BIOLOGIYA TA’LIMIDA ILMIY TADQIQOTCHILIK KOMPETENSIYASINI RIVOJLANTIRISHDAGI NAZARIY ASOSLARI

Jo‘rayev Shomansur Shuxratovich
Jizzax davlat pedagogika universiteti, dekan o‘rinbosari
E-mail: shomansurjurayev@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining biologiya ta’limida ilmiy tadqiqotchilik kompetensiyasini shakllantirish va rivojlantirishdagi nazariy asoslari tahlil qilinadi. SI pedagogik jarayonga integratsiyasi, shaxsga yo‘naltirilgan ta’lim hamda konstruktivistik yondashuvlar doirasida o‘quvchilarning ilmiy izlanish salohiyatini oshirish imkoniyatlari yoritilgan. Shuningdek, xorijiy tajribalar, metodologik yondashuvlar va SI vositalarining ta’lim jarayonidagi ahamiyati ham ko‘rib chiqildi.

Kalit so‘zlar: Sun’iy intellekt, biologiya ta’limi, ilmiy tadqiqotchilik kompetensiyasi, konstruktivizm, adaptiv ta’lim, virtual laboratoriyalar, til modellari.

Аннотация: В данной статье анализируются теоретические основы формирования и развития исследовательской компетентности в преподавании биологии с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ). Рассматривается интеграция ИИ в педагогический процесс, его роль в реализации личностно-ориентированного обучения и конструктивистского подхода. В статье освещены зарубежный опыт, методологические подходы, а также значение ИИ-инструментов в образовательном процессе.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, преподавание биологии, исследовательская компетентность, конструктивизм, адаптивное обучение, виртуальные лаборатории, языковые модели.

Abstract: This article analyzes the theoretical foundations of developing research competence in biology education through artificial intelligence (AI) technologies. The integration of AI into the pedagogical process, its role in implementing learner-centered education, and constructivist approaches are discussed. The study also highlights international practices, methodological approaches, and the significance of AI tools in the educational process.

Keywords: Artificial intelligence, biology education, research competence, constructivism, adaptive learning, virtual laboratories, language models.

Kirish

Hozirgi davrda SI texnologiyalari ta’lim tizimida tub o‘zgarishlarni yuzaga keltirmoqda. SI vositalari nafaqat ta’lim jarayonini interaktiv va samarali qiladi, balki o‘quvchilarning mustaqil ilmiy izlanish olib borish ko‘nikmalarini rivojlantirishda ham muhim rol o‘ynaydi (Luckin et al., 2016; Holmes et al., 2023).

ISSN 3030-3907

Biologiya ta’limida SI texnologiyalarining qo‘llanilishi o‘quv jarayonini sezilarli darajada yaxshilaydi. Masalan, Labster virtual laboratoriyalari orqali o‘quvchilar xavfsiz muhitda tajribalar o‘tkazib, murakkab biologik jarayonlarni chuqurroq o‘rganish imkoniyatiga ega bo‘ladilar (Bergin et al., 2020; Makransky & Petersen, 2019). Shu bilan birga, ChatGPT kabi sun’iy intellektga asoslangan til modellari o‘quvchilarga ilmiy maqola, hisobot va izohlarni tayyorlashda ko‘maklashadi (OpenAI, 2023).

Bunday vositalar biologiya ta’limida quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

- **Individualizatsiya:** O‘quvchi o‘z tezligi va qobiliyatiga mos o‘quv materiali bilan ishlashi mumkin (Heffernan & Heffernan, 2014).
- **Interaktivlik:** Virtual tajribalar orqali murakkab tushunchalar osonroq o‘zlashtiriladi (de Jong et al., 2013).
- **Ilmiy tadqiqot ko‘nikmalari:** O‘quvchilar mustaqil ravishda ma’lumotlarni tahlil qilib, loyihalash va natijalarni sharhlashni o‘rganadilar (Chen et al., 2021).

Shu bilan birga, SI vositalarining ta’lim jarayoniga integratsiyasi o‘qituvchilar uchun ham yangi imkoniyatlar ochadi: ular o‘quvchilarning individual rivojlanishini kuzatishi, samarali baholash tizimlarini yaratishi va pedagogik jarayonni avtomatlashtirilgan tarzda boshqarishi mumkin (Luckin et al., 2016; Holmes et al., 2023).

Shu nuqtai nazardan, biologiya fanini o‘qitishda SI texnologiyalarini qo‘llash nafaqat bilim berish sifatini oshiradi, balki ilmiy tadqiqotchilik kompetensiyasini shakllantirishda ham muhim rol o‘ynaydi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Xalqaro tajribalar shuni ko‘rsatadiki, SI texnologiyalaridan samarali foydalanish ilmiy tadqiqotchilik kompetensiyasini rivojlantirishning muhim omilidir. OECD (2019) tadqiqotlariga ko‘ra, o‘quvchilarning mustaqil ilmiy izlanish ko‘nikmalari ta’lim sifatini oshirishda asosiy rol o‘ynaydi. Shu nuqtai nazardan, SI vositalari o‘quvchilarga eksperimentlarni loyihalash, ma’lumotlarni tahlil qilish va natijalarni taqdim etishda qo‘llaniladigan samarali yordamchi sifatida qaraladi.

Chen & Chen (2023) tadqiqotlarida SI biologiya ta’limida nafaqat qo‘shimcha vosita, balki ilmiy tahlil va tajriba o‘tkazishda bevosita yordamchi sifatida talqin etiladi. Ularning tadqiqotlariga ko‘ra, virtual laboratoriyalar va interaktiv platformalar o‘quvchilarning eksperimentlar orqali o‘z bilimlarini mustahkamlashlariga, shuningdek, murakkab biologik tushunchalarni vizual tarzda o‘rganishlariga imkon yaratadi.

Luckin va hamkorlari (2016) esa SI vositalarining shaxsiylashtirilgan ta’limni rivojlantirishdagi o‘rnini ta’kidlaydilar. Ularning fikricha, individual

ISSN 3030-3907

o‘quv jarayoni o‘quvchining qobiliyati va bilim darajasiga moslashtirilsa, ta’lim samaradorligi sezilarli darajada oshadi. Shu bilan birga, SI vositalari o‘qituvchilarga o‘quv jarayonini avtomatlashtirish, baholashni soddalashtirish va o‘quvchilarning mustaqil tadqiqotchilik faoliyatini rag‘batlantirish imkonini beradi.

Shu asosda, biologiya fanini o‘qitishda SI texnologiyalarini integratsiya qilish nafaqat ta’lim sifatini oshirishga, balki kelajakda ilmiy tadqiqotchilik kompetensiyasini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur maqola SI texnologiyalarining biologiya ta’limidagi qo‘llanilishini o‘rganish maqsadida **nazariy tahlil** va **qiyosiy taqqoslash** usullari asosida tayyorlandi. Tadqiqot jarayonida xalqaro va mahalliy ilmiy manbalar tahlil qilindi, shuningdek, SI vositalarining ta’lim jarayoniga integratsiyasi bo‘yicha amaliy tajribalar solishtirildi (Chen & Chen, 2023; Luckin et al., 2016).

SI texnologiyalarining biologiya ta’limiga tatbiqi jarayonida quyidagi uch asosiy pedagogik yondashuv asos sifatida olindi:

1. **Konstruktivizm (Piaget, 1970).** Konstruktivistik yondashuvga ko‘ra, bilim o‘quvchi tomonidan faol ravishda yaratiladi. Bu tamoyil SI vositalari orqali amalga oshirilganda, o‘quvchi virtual laboratoriyalar va interaktiv simulyatsiyalar yordamida eksperimentlar o‘tkazadi va o‘z bilimini mustaqil shakllantiradi (Piaget, 1970; de Jong et al., 2013).

2. **Shaxsga yo‘naltirilgan ta’lim (Rogers, 1983).** Bu yondashuv ta’lim jarayonini individual ehtiyojlarga moslashtirishga asoslanadi. SI vositalari, masalan ChatGPT yoki adaptiv o‘quv platformalari, o‘quvchining qobiliyati, bilim darajasi va qiziqishlariga mos materiallarni taqdim etib, shaxsiylashtirilgan o‘quv jarayonini yaratadi (Rogers, 1983; Heffernan & Heffernan, 2014).

3. **Adaptiv ta’lim (Selwyn, 2012).** Adaptiv yondashuv mashinaviy o‘rganish algoritmlari orqali o‘quvchining bilimini baholaydi va individuallashtirilgan o‘quv yo‘nalishini shakllantiradi. Shu orqali o‘quvchi o‘z qobiliyati va ehtiyojlariga moslashtirilgan mashqlar va tajribalarni bajaradi, bu esa o‘rganish samaradorligini oshiradi (Selwyn, 2012; Chen et al., 2021).

Tadqiqot metodologiyasi shuni ta’kidlaydiki, SI vositalarining biologiya ta’limida samarali qo‘llanilishi pedagogik yondashuvlarni uyg‘unlashtirish orqali amalga oshiriladi. Bu esa o‘quvchilarning mustaqil ilmiy izlanish, tahlil va eksperiment o‘tkazish ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Ilmiy tadqiqotchilik kompetensiyasining tarkibiy qismlari

ISSN 3030-3907

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, biologiya ta’limida ilmiy tadqiqotchilik kompetensiyasini shakllantirish quyidagi tarkibiy qismlar orqali amalga oshiriladi:

Nazariy bilimlar – biologik jarayonlarning ilmiy asoslarini tushunish va tushuntirish qobiliyati (Luckin et al., 2016; Chen & Chen, 2023).

Amaliy ko‘nikmalar – laboratoriya tajribalari va maydon ishlarini bajarish orqali o‘quvchining amaliy bilimini rivojlantirish (Makransky & Petersen, 2019; de Jong et al., 2013).

Tahliliy va tanqidiy fikrlash – natijalarni mantiqiy tahlil qilish, xulosalar chiqarish va ilmiy dalillarga asoslanish (OECD, 2019; Chen et al., 2021).

Innovatsion yondashuv – yangi g‘oyalar yaratish va muammolarga noodatiy yechim topish qobiliyati (Bergin et al., 2020; Chen & Chen, 2023).

Axborot madaniyati – SI vositalari yordamida ilmiy ma’lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish (OpenAI, 2023; Heffernan & Heffernan, 2014).

SI vositalarining biologiya ta’limidagi roli

SI texnologiyalari o‘quv jarayonini interaktiv va samarali qilishda quyidagi vositalar orqali samarali qo‘llaniladi:

Virtual laboratoriyalar (Labster) – murakkab biologik jarayonlarni xavfsiz va vizual tarzda simulyatsiya qilish imkonini beradi, shu bilan o‘quvchilarning amaliy ko‘nikmalarini oshiradi (Makransky & Petersen, 2019).

Til modellari (ChatGPT) – yozma ifoda, ilmiy maqola, hisobot va izohlarni tayyorlashda yordam beradi, tahlil va muhokama jarayonlarini tezlashtiradi (OpenAI, 2023).

Maxsus AI tizimlari (BioGPT) – katta hajmdagi biologik ma’lumotlarni tez va samarali tahlil qiladi, o‘quvchilarga ilmiy izlanishlarni yanada mustahkamlash imkonini yaratadi (Chen & Chen, 2023).

Xalqaro tajriba

Xalqaro tajriba shuni ko‘rsatadiki, AI vositalarining biologiya ta’limida samarali qo‘llanilishi o‘quv jarayonini individualizatsiya qilish va ilmiy tadqiqot ko‘nikmalarini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi:

AQSh – Khan Academy platformasidagi AI-assistentlar biologiya fanini shaxsga yo‘naltirilgan tarzda o‘qitishda qo‘llaniladi, o‘quvchilarning mustaqil izlanish ko‘nikmalarini oshiradi (Holmes et al., 2023).

Janubiy Koreya – genetik ma’lumotlarni AI yordamida tahlil qilish orqali o‘quvchilarning ilmiy ishlari sifati sezilarli darajada yaxshilanadi (Chen et al., 2021).

Yevropa Ittifoqi – AI vositalari yordamida individual o‘quv yo‘nalishlari ishlab chiqilib, o‘quvchilarning shaxsiy o‘quv jarayoni samaradorligi oshirilmoqda (Luckin et al., 2016; OECD, 2019).

ISSN 3030-3907

Shu natijalar shuni ko‘rsatadiki, SI texnologiyalari biologiya ta’limida nafaqat bilim berish jarayonini yengillashtiradi, balki o‘quvchilarning mustaqil ilmiy izlanish va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirishda ham muhim rol o‘ynaydi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

SI texnologiyalari biologiya ta’limida ilmiy tadqiqotchilik kompetensiyasini rivojlantirishda keng imkoniyatlar yaratadi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, SI vositalari yordamida ta’lim jarayoni shaxsiylashtiriladi, o‘quvchilarning mustaqil ilmiy izlanishlari rag‘batlantiriladi, tanqidiy fikrlash va innovatsion yondashuvlari rivojlantiriladi (Luckin et al., 2016; Chen & Chen, 2023; OECD, 2019).

Virtual laboratoriyalar va interaktiv AI tizimlari o‘quvchilarga murakkab biologik jarayonlarni xavfsiz va vizual tarzda o‘rganish imkonini beradi, shu bilan amaliy ko‘nikmalarni mustahkamlashga yordam beradi (Makransky & Petersen, 2019; Bergin et al., 2020). Til modellari va maxsus AI tizimlari esa o‘quvchilarning ilmiy maqola, hisobot va tahlil ishlari sifatini oshirishda muhim vosita hisoblanadi (OpenAI, 2023; Chen et al., 2021).

Takliflar:

Biologiya o‘qituvchilari uchun SI vositalaridan foydalanish bo‘yicha metodik qo‘llanmalar ishlab chiqish – bu o‘qituvchilarning AI texnologiyalarini samarali tatbiq etishini ta’minlaydi.

Virtual laboratoriyalarni o‘quv dasturlariga keng tatbiq etish – o‘quvchilarning amaliy va eksperimental ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Talabalarning ilmiy tadqiqotlarini SI yordamida qo‘llab-quvvatlash tizimini yaratish – bu o‘quvchilarning mustaqil ilmiy faoliyatini rag‘batlantiradi va tanqidiy fikrlash qobiliyatini oshiradi.

SI vositalarining ta’lim jarayonidagi samaradorligini baholash va takomillashtirish – o‘quv jarayonini doimiy monitoring qilish orqali individual yondashuvni takomillashtirish imkonini beradi.

Xalqaro tajribalarni o‘rganib, lokal o‘quv dasturlariga moslashtirish – bu AI texnologiyalarining mahalliy ta’lim tizimiga samarali integratsiyasini ta’minlaydi (Holmes et al., 2023).

Shu takliflar amalga oshirilsa, biologiya ta’limida SI texnologiyalari o‘quv jarayonini yanada samarali qiladi, ilmiy tadqiqotchilik kompetensiyasini rivojlantiradi va o‘quvchilarning ilmiy faoliyatga tayyorgarligini oshiradi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Pearson, London, 1–152.
2. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications*. MIT Press, Cambridge, MA, 1–210.
3. OECD. (2019). *Trends Shaping Education 2019*. OECD Publishing, Paris, 1–128.
4. Chen, X., & Chen, H. (2023). Artificial intelligence in biology education: Enhancing experimental learning and analysis. *Computers & Education*, 191, Elsevier, 104647.
5. Bergin, C., et al. (2020). Virtual laboratories in STEM education: A systematic review. *Computers & Education*, 149, Elsevier, 103818.
6. Makransky, G., & Petersen, G. B. (2019). The effect of virtual laboratories on science learning. *Learning and Instruction*, 60, Elsevier, 90–103.
7. OpenAI. (2023). *ChatGPT: Optimizing Language Models for Dialogue*. OpenAI, San Francisco, 1–35.
8. Heffernan, N. T., & Heffernan, C. L. (2014). The ASSISTments Ecosystem: Building a platform that brings scientists and teachers together for minimally invasive research on human learning and teaching. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(4), Springer, 470–497.
9. de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), AAAS, 305–308.
10. Chen, X., Xie, H., & Hwang, G. J. (2021). AI-supported inquiry-based learning in STEM education: A review. *Educational Technology Research and Development*, 69, Springer, 1–28.
11. Piaget, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child*. Orion Press, New York, 1–276.
12. Rogers, C. R. (1983). *Freedom to Learn for the 80’s*. Merrill, Columbus, OH, 1–384.
13. Selwyn, N. (2012). *Education in a Digital World*. Routledge, London, 1–224.
14. Abduqunduzova, N. (2024). Sun’iy intellekt – texnologik rivojlanish asosi. *Yangi O‘zbekiston* gazetasi, 12-mart, 1–3.
15. Jo‘rayev, S. (2023). Biologiya ta’limida virtual laboratoriyalarning ahamiyati. *Pedagogika va Innovatsiyalar* jurnal, 5(2), 45–52.
16. Normatova, L. (2022). Talabalarda tadqiqotchilik kompetensiyasini shakllantirishda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish. *O‘zbekiston Pedagogika Jurnali*, 4(1), 34–41.

ISSN 3030-3907

17. Xolmatov, D. (2023). Sun’iy intellekt vositalarining o‘quvchilarning ilmiy izlanishlariga ta’siri. *Ilmiy Tadqiqotlar* jurnal, 6(3), 12–20.

ISSN 3030-3907

LOTIN TILIDA SO‘ZLAR, GAPLARNING TUZILISHI VA TIBBIY MATNLAR TARJIMASI.

Beknazarova Moxiya Kenjayevna.
SamDTU., Tillar kafedrasi assistent o‘qituvchisi

Anotation: Languages are created, undergo changes, change their structure, and live by absorbing new words from other languages. There is no language on earth that has not adopted a word or phrase from another language, that has not undergone changes under the influence of another language. At a time when the techniques and technologies in which we live and create are developing rapidly, you will often encounter this phenomenon. No matter which field you look at, you will encounter a term that has come from a foreign language in that field. But there are such languages that have nurtured all languages in their bosom, brought them to maturity, and caused them to form into languages. One of such languages is Latin, which is the basis of Indo-European languages. In my article, I addressed the structure of sentences and the translation of texts in the early development of Latin, which is considered the cradle of European languages. The conclusion of your dear client will determine how much I was able to shed light on this.

Key words: Terra incognita, laudavit, il a loue, videt, orator, aetas, arbor, animal, mari, exemplar, cardinalia, ordinalia, relativa, nemo, translation of the term, pronouns, nulla res, noun phraseology, possessive function, mobile location, personal pronouns, the role of suffixes and prefixes, conjugations, inflection, declension of verbs, degree of adjectives.

Аннотация: Языки создаются, претерпевают изменения, меняют свою структуру и живут, впитывая новые слова из других языков. Нет ни одного языка на земле, который не перенял бы слово или фразу из другого языка, который не претерпел бы изменений под влиянием другого языка. В то время, когда техника и технологии, в которых мы живем и творим, стремительно развиваются, вы часто будете сталкиваться с этим явлением. Независимо от того, в какую область вы посмотрите, вы встретите термин, пришедший из иностранного языка в этой области. Но есть такие языки, которые взрастили все языки в своих недрах, довели их до зрелости и заставили их сформироваться в языки. Одним из таких языков является латынь, которая является основой индоевропейских языков. В своей статье я рассмотрел структуру предложений и перевод текстов в раннем развитии латыни, которая считается колыбелью европейских языков. Заключение вашего дорогого клиента определит, насколько мне удалось пролить свет на это.

Ключевые слова: Terra incognita, laudavit, il a loue, videt, orator, aetas, arbor, животное, мари, экземпляр, cardinalia, ordinalia, relativa, nemo, перевод

ISSN 3030-3907

термина, местоимения, nulla res, именной фразеологизм, притяжательная функция, мобильное местонахождение, личные местоимения, роль суффиксов и приставок, спряжения, флексия, склонение глаголов, степень прилагательных.

Annotatsiya: Tillar yaralibdiki o‘zgarishlarga uchrab, tarkibini o‘zgartirib, boshqa tillardan yangi so‘zlarni o‘zlashtirib yashab keladi. Yer yuzida hech qaysi bir til mavjud emaskim, boshqa bir tildan so‘z yoki ibora qabul qilmagan bo‘lsa, boshqa bir til ta’sirida o‘zgarishlarga uchramagan bo‘lsa. Biz yashab ijod qilayotgan texnika va texnologiyalar jadal rivojlanayotgan bir vaqtda bu hodisani ko‘plab uchratasiz. Qaysi bir sohani qarab ko‘rmang o‘sha sohada chet tilidan kirib kelgan terminni uchratasiz. Ammo shunaqa tillar mavjudkim, bu tillar barcha tillarni o‘z bag‘rida allalab o‘stirgan, voyaga yetqazgan, til bo‘lib shakllanishiga sababchi bo‘lgan. Ana shunaqa tillardan biri hind-yevropa tillari asosi bo‘lmish lotin tilidir. Men o‘z maqolamda lotin tilining yevropa tillarining beshigi hisoblanmish lotin tilida ilk rivojlanish davrida gaplarning tuzilishi va matnlarning tarjimasiga murojaat qildimki, qanchalik yorita olganligimni siz aziz mushtariyning xulosasi hal qiladi.

Kalit so‘zlar: Terra incognita, laudavit, il a loue, videt, orator, aetas, arbor, animal, mari, exemplar, cardinalia, ordinalia, relativa, nemo, terminning tarjimasi, olmoshlar, nulla res, ot so‘z turkumi, ega vazifasini bajarish, ko‘chuvchan joylashuv, kishilik olmoshlari, suffiks va prefekslar roli, kelishiklar, turlanish, fe’llarning tuslanishi, sifatlarning darajasi.

Kirish

Lotin tili tuzilishi jihatidan sintetik (flektiv) tillar turiga kiradi.Bu degani boshqa analitik tuzilishli tillardan farqi , grammatik holati asosan o‘zakka old va orqa qo‘shimchalar qo‘shilishi orqali o‘zgaradi.

Olaylik fe’llarning shaxs va sonlarda o‘zgarishini o‘zini bir qarab ko‘ringga: Laudat-u maqraydi, videt-u ko‘radi, laudamus-biz maqtaymiz, videmus- biz ko‘ramiz.

Kelishiklarni qarab ko‘ringa-kelishik qo‘shimchalarining qo‘shilishi ham yoqoridagi qoidani tasdiqlaydi.Lotin tili turlanishlar V ta bo‘lganligi sababli ular juda ko‘p qo‘shimchalar mavjudkim, ularning tarjimasi qiyinchilik tug‘dirmaydi. Faqatgina ularning o‘zagini to‘g‘ri topish lozim bo‘ladi.

Nom.s.: **consul**, Gen.s.:**consul-is** o‘zak : **consul** o‘zagi o‘zgarmaydigan otlar.

Nom.s**.: nomen**, Gen.s.: **nominis** o‘zak**: nomin** o‘zagidagi unli harfi o‘zgaradigan otlar

ISSN 3030-3907

Nom.s.: **pax** Gen.s.: **pacis** o‘zak: **pac** o‘zagidagi undosh harf o‘zgarishga uchraydi.

Lotin tilida otlarning ko‘plik shakli ham alohida qo‘shimchalarga ega. Sifatlar va sonlar lotin tilida xuddi otlar kabi rod,son va kelishik kategoriyalariga ega bo‘lib, gapda muhim o‘rinni egallaydi. Sifatlar o‘z navbatida asliy va yasama sifatlarga, sonlar esa sanoq, tartib sonlarga bo‘linadi.Bundan tashqari olmosh, ravish, yuklama, ko‘makchi nomli so‘z turkumlari ham lotincha gaplarda muhim o‘rinlarni egallaydi.

Ana endi lotin tilida gaplarning tuzilishi haqida so‘z yuritsak.

Avvalambor lotin tilidagi esse fe’li haqida to‘xtalib o‘tsak. Esse fe’li qadimgi o‘zbek tilidagi -fe’llar oxiriga qo‘shiladigan -dir qo‘shimchasini berib, gapning hozirgi zamon, III-shaxsini anglatadi.

Masalan: Scientia potentia est. Bilim -kuchdir. Terra est sphaera. Yer-shardir.

Rosa est planta . Atirgul o‘simlikdir. Rus tiliga tarjimasini qarab chiqamiz.

Роза является растинием. Nemischa shaklini bir qarab ko‘ringchi .

Die Rose **ist** eine Pflanze.

Lotin tilida gap tartibi flektiv tuzilishi jihatidan murakkab tuzilishga ega til hisoblanadi. Turlanish va tuslanishga juda boy bu til so‘zning sintaktik rolini morfologik vositalar orqali ifodalab beradi. Gapda so‘zlarning qatiy tartibi yo‘q. To‘g‘ri tartibli so‘z tuzilishida gapning boshida ega, oxirida kesim joylashadi.To‘ldiruvchi vazifasida keladigan har qanday so‘z esa fe’l kesim oldida joylashadi. Filia rosas amat-Qizcha atirgullarni yaxshi ko‘radi. Sifat yoki :egalik olmoshlari orqali ifodalangan aniqlovchi to‘g;ri tartibli gaplarda aniqlanmish otdan keyin turadi.Rosa pulchra. Atirgul chiroyli.

Darak gaplarning tuzilishi:

1-orin	2-o‘rin
Gapning bosh bo‘laklari-Ega va uning gruppasi	2-darajali bo‘laklar
Ega+aniqlovchi	Kesim va uning guruhi

Filia mia fillae tuae rosam pulchram dat-Mening qizim sening qizinga chiroyli atirgullarni beryapti.

Teskari so‘z tartibi degan so‘z tartibi mavjudkim, bu so‘s tartibi gapda so‘zning qaysidir bir bo‘lagini ajratib, urg‘u berib gapirmoqchi bo‘lsa qo‘llaniladi. Rosas fillia amat-Atirgullarni qizim yaxshi ko‘radi.

Concordia(ega) victoriam(to‘ldiruvchi) gignit(kesim)-Birdamlik g‘alabani yaratadi.

Victoria (Nom.s.ega)concordia (abl.to‘ldiruvchi) gignitur (kesim) G‘alaba birdamlikda yaratiladi. Bu gap lotin tilida Ablativus instrumenti deb ataladi. `

ISSN 3030-3907

Hurmatli mushtariy keling endi tibbiy terminlar ishtirokidagi gaplarning tarjimasiga bir nazar tashlaymiz.

Circulatio sanguinis a ventriculo cordis sinistro usque ad atrium dextrum circulus sanguinis maior nominantur.

Yurakning chap qorinchasidan qonning o‘ng yurak oldi xaltasigacha bo‘lgan aylanishi katta qon aylanishi deb nomlanadi.

Keyingi gaplarning tarjimasini sizning hukmingizga havola:

Circulus sanguinis maior circulo sanguinis minore multo longior est.Sanguis venosus per venas cavas superiorem et inferiorem in atrium dextrum cordis infunditur.

In facie pelvina ossis sacri foramina sacralia anteriora, in facie dorsali foramina sacralia posteriora sita sunt. Hepar glandula corporis maxima, in parte abdominis superiore sita.Omnium vasorum vasa capillaria minima et tenuissima sunt. Os femoris omnium fistulasorum ossium longissimum maximumque est. Operationes in cerebri regione difficillimae sunt. Ae’r purissimus et cibus optimus phthisicis aegrotis maxime necessarii sunt.Diagnosis cholerae simplex est , sed prognosis pessima. Doses medicamentorum sunt minimae, mediae, maximae, toxicae,leta-lis.

Lotin tilida hikmatli so‘zlar va maqollarni ko‘rib chiqamiz.

1.Per risum multum cognoscimus stultum. To‘xtovsiz kulgu axmoqlikdan darak. По частому смеху узнаем глупца.

2. Per aspera ad astra. Qiyinchiliklarni yengib yulduzlar sari.Через тернии к звездам.

3. Nulla dies sine linea.Har kuni yarat. Ни дня без черты (без строчки)

.4. Ab ovo usquead malum.Boshidan oxirigacha. От яйца до яблока (от начала до конца).

5. Periculum in mora!Kechikishda foyda yoq! Опасность в промедлении!

6. Similia similibus curantur. O‘xshashlar o‘xshashlari bilan davolanadi.Подобное лечится подобным.

7. Contraria contrariis curantur. Zaxarni zaxar kesadi.Противоположное лечится противоположным.

8. Morbi non eloquentia, sed remediis curantur.Bemorni chiroyli so‘zlar va dori bilan davolaydilar. . Болезни лечатся не красноречием, а лекарствами.

9. Nihil aeque sanitatem impedit, quam remediorum crebra mutatio. Dorini to‘xtamasdan almashtirish, davolanishni orqaga tortadi. Ничто так не мешает здоровью, как частая смена лекарств.

ISSN 3030-3907

10. Medicamenta heroica in manu imperiti sunt, ut gladius in dextra furiosi. Eng yaxshi dori ham aqlsizning qo‘lida axmoq ushlab turgan qilichga o‘xshaydi. Сильные лекарства в руках неопытного подобны мечу в руках безумца.

Hurmatli mushtariy qadimgi lotin va yunon tillari evropa mamlakatlarida davlat tilining asosi,beshigi sifatida xizmat qiladi.Evropa mamlakatlarida esa ko‘plab badiiy va ilmiy ishlar to‘xtovsiz yaratib kelingan.Demakkim til usishdan hech qachon to‘xtamaydi.Uning vakillari tilni rivojlantirish,avlodlarga to‘g‘ri shaklini yetqazishga harakat qiladilar, zeroki til millatning eng birinchi mavjudlik belgisidir.

Xulosa

Lotin tili nafaqat qadimiy adabiy til sifatida, balki zamonaviy tibbiyot va farmatsiya sohasida ham muhim ahamiyat kasb etadi. So‘zlarning tuzilishi, gaplarning grammatik qurilishi va ularning to‘g‘ri qo‘llanilishi tibbiy terminologiyani to‘g‘ri tushunish hamda qo‘llashda alohida o‘rin tutadi. Tibbiyot fanlarida ishlatiladigan ko‘plab atamalar, dorilar nomi va diagnostik iboralar aynan lotin tilidan olingan. Shu sababli, lotin tilini mukammal bilish kelajakdagi tibbiyot xodimlari uchun zarur ko‘nikmalardan biri hisoblanadi. Tibbiy matnlarni tarjima qilish jarayonida lotin tilining morfologik va sintaktik xususiyatlarini puxta o‘zlashtirish, tarjimaning to‘g‘ri va ilmiy asoslangan bo‘lishini ta’minlaydi. Demak, lotin tilini chuqur o‘rganish nafaqat lingvistik bilimlarni oshiradi, balki kasbiy faoliyat samaradorligini ham ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. A. H. Дегтярёва, «Латинский язык и основы медицинской терминологии», Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018.
2. M. И. Кузнецова, «Основы латинского языка для студентов медицинских вузов», Санкт-Петербург, 2019.
3. Ю. С. Васильева, «Латинский язык и медицинская терминология», Минск: Вышэйшая школа, 2017.
4. N. R. O‘zbekova, «Lotin tili va tibbiy terminologiya asoslari», Toshkent: O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati, 2020.
5. J. H. Smith, «Medical Latin: An Introduction to the Terminology of Medicine», Cambridge University Press, 2016.

ISSN 3030-3907

ICHKI YONUV DVIGATELLARIDA VODORODDAN FOYDALANISHNING IQTISODIY VA EKOLOGIK SAMARADORLIGI

Raxmonov Xurshidbek Nurmuxammad o‘g‘li

Andijon davlat texnika instituti, “Avtomobilsozlik va transport” kafedrasi assistant

Annotatsiya. Maqolada Chevrolet Cobalt (1,5 L, 4 silindrli, injektorli) avtomobili misolida ichki yonuv dvigatelida vodorod gazini qo‘shimcha yonilg‘i sifatida qo‘llash bo‘yicha olib borilgan tajribalar natijalari keltirilgan. Tadqiqotlar davomida vodorodning elektroliz usuli bilan suvdan olinishi, uning dvigatel havo kollektori orqali yonilg‘i aralashmasiga yuborilishi va natijada yonilg‘i sarfi va chiqindi gazlar miqdoriga ta’siri o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, yonilg‘i sarfi o‘rtacha 6,3 % ga kamaydi, chiqindi gazlarda CO 12,5 %, CH 35 % va CO_2 24 % ga kamaydi. Avtomobilning tortish-tezlik ko‘rsatkichlari salbiy ta’sirga uchramadi. Olingan natijalar O‘zbekiston transport sohasi uchun muhim bo‘lib, ekologik xavfsizlikni oshirish va yonilg‘i tejamkorligini ta’minlashda ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Vodorod yonilg‘isi, elektroliz, ichki yonuv dvigateli, yonilg‘i sarfi, chiqindi gazlar, ekologiya, transport.

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментов по использованию водорода в качестве дополнительного топлива в двигателе внутреннего сгорания автомобиля Chevrolet Cobalt (1,5 л, 4 цилиндра, инжектор). Водород получался методом электролиза воды и подавался в воздушный коллектор двигателя. В результате исследований установлено, что расход топлива снизился в среднем на 6,3 %, концентрация CO уменьшилась на 12,5 %, CH — на 35 % и CO_2 — на 24 %. Динамические показатели автомобиля не ухудшились. Полученные результаты имеют важное значение для транспортной отрасли Узбекистана, так как позволяют повысить экологическую безопасность и топливную экономичность.

Ключевые слова: Водородное топливо, электролиз, двигатель внутреннего сгорания, расход топлива, выхлопные газы, экология, транспорт.

Annotation. The article presents the results of experiments on the application of hydrogen gas as additional fuel in an internal combustion engine using the example of a Chevrolet Cobalt (1.5 L, 4-cylinder, injector) car. During the studies, it was studied that hydrogen is extracted from water by electrolysis, its effect on the fuel mixture through the engine air collector and, as a result, fuel consumption and the amount of exhaust gases.nnotation. The article presents the results of experiments on the application of hydrogen gas as additional fuel in an internal combustion engine using the example of a Chevrolet Cobalt (1.5 L, 4-cylinder, injector) car.

ISSN 3030-3907

During the studies, it was studied that hydrogen is extracted from water by electrolysis, its effect on the fuel mixture through the engine air collector and, as a result, fuel consumption and the amount of exhaust gases. The results showed that fuel consumption declined by an average of 6.3%, with co falling by 12.5 %, CH by 35%, and CO_2 by 24% in exhaust gases. The traction-speed indicators of the car were not adversely affected. The results obtained are important for the transport sector of Uzbekistan and are important in improving environmental safety and ensuring fuel economy.

Keywords: Hydrogen fuel, electrolysis, internal combustion engine, fuel consumption, exhaust gases, ecology, transport.

Kirish

Hozirgi kunda global energetika inqirozi va ekologik muammolar avtomobilsozlik sohasida muqobil yonilg‘i manbalarini joriy etishni talab qilmoqda. Qazib olinadigan yoqilg‘ilarning kamayishi va ularning narxining oshishi, shuningdek, ichki yonuv dvigatellarining (IYD) ishlangan gazlari natijasida atmosfera ifloslanishi dolzarb muammolar sifatida qolmoqda. Vodorod yonilg‘isi ekologik toza va qayta tiklanadigan manba sifatida ushbu muammolarni hal qilishda muhim ahamiyatga ega [1].

O‘zbekiston Respublikasining “O‘zbekiston – 2030” strategiyasi va 2021-yil 9-apreldagi “Qayta tiklanuvchi va vodorod energetikasini rivojlantirish to‘g‘risida”gi qarori vodorod energetikasi sohasida ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirishga xizmat qilmoqda. Ushbu maqola avtomobillarda vodorod yonilg‘isidan qo‘shimcha yonilg‘i sifatida foydalanishning yonilg‘i sarfi va ishlangan gazlarning zaharliligiga ta’sirini tahlil qilishga bag‘ishlanadi. Tadqiqot “Damas”, “Matiz” va “Cobalt” avtomobillari misolida amalga oshirildi [2].

Energiya resurslarini tejash va atrof-muhitni muhofaza qilish masalalari bugungi kunda dolzarbdir. Ichki yonuv dvigatellari asosida ishlovchi avtomobillar keng tarqalgan bo‘lsada, ular yuqori yonilg‘i sarfi va chiqindi gazlarining ko‘pligi bilan tavsiflanadi. Shu bois muqobil yonilg‘ilarni qo‘llash, xususan, vodoroddan foydalanish ilmiy va amaliy jihatdan muhim yo‘nalish hisoblanadi. So‘nggi yillarda vodorod gazini benzin-havo aralashmasiga qo‘shimcha ravishda qo‘shish orqali dvigatel samaradorligini oshirish bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda [3].

Metodologiya. Tadqiqot ob’ekti sifatida Chevrolet Cobalt (1,5 L, 4 silindrli, injektorli) avtomobili tanlandi. Avtomobil bortiga elektroliz qurilmasi o‘rnatildi. Qurilma zanglamas po‘latdan yasalgan elektrodlar, KOH eritmasi hamda xavfsizlik elementlaridan iborat bo‘lib, o‘rtacha 0,5 L/min vodorod ishlab chiqardi. Hosil bo‘lgan gaz maxsus shlang orqali dvigatel havo kollektoriga yuborildi. Sinovlar uch bosqichda o‘tkazildi: laboratoriya stendida, yo‘l sharoitida va chiqindi gazlar

ISSN 3030-3907

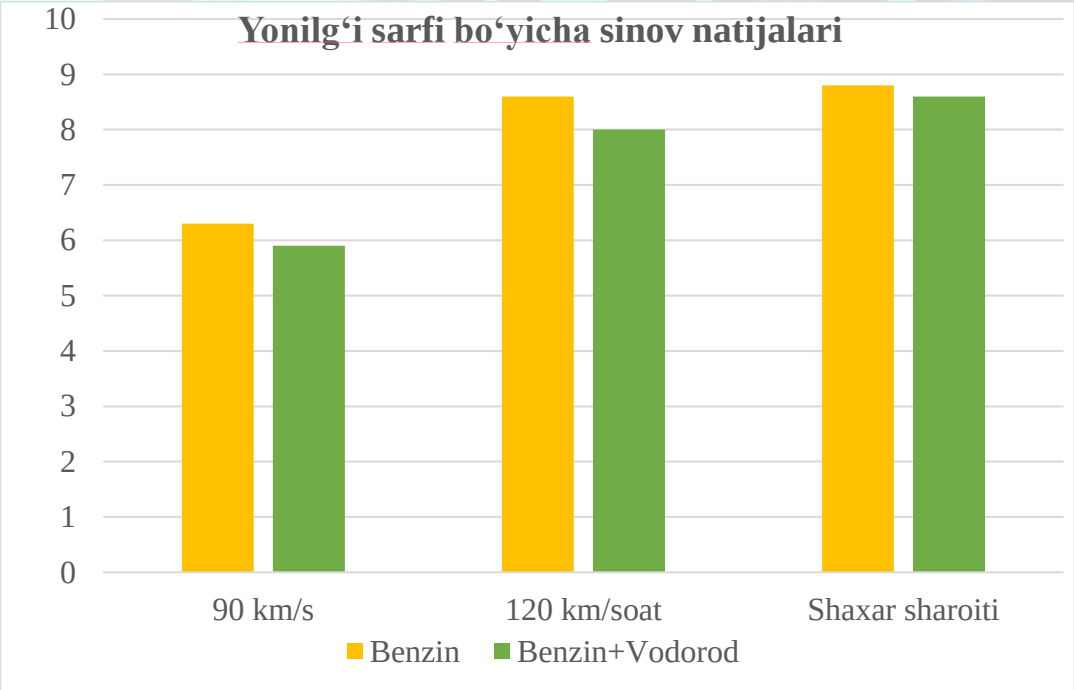
tahlilida [4-6]. O‘lchash uchun gazoanalizator, yonilg‘i sarfini aniqlash tizimi va elektron tezlik o‘lchagichdan foydalanildi. Tadqiqot nazariy va eksperimental usullarga asoslanadi. Nazariy tahlilda ichki yonuv dvigatellarining yonish jarayonlari, vodorodning fizik-kimyoviy xususiyatlari va elektroliz texnologiyalari o‘rganildi. Eksperimental sinovlar 2022–2023 yillarda Andijon viloyatidagi “Standart trans”, “Umarshox orzusi” va “Avtotexxizmat” MChJlarda o‘tkazildi. Sinovlarda Ai-92 benzini va vodorod generatori o‘rnatilgan “Damas”, “Matiz” va “Cobalt” avtomobillari ishlatildi [7,8].

Natijalar. Vodorod avtomobil bortida elektroliz usuli yordamida ishlab chiqarildi. Elektroliz jarayoni quyidagi kimyoviy reaksiyaga asoslanadi: $2H_2O=2H_2+O_2$

Bu jarayonda suv molekulasi elektr energiyasi ta’sirida vodorod va kislorodga parchalanadi. Tadqiqotda ixcham elektrolizyor qurilmasi ishlab chiqilib, “Matiz” va “Kobalt” avtomobillariga o‘rnatildi. Qurilma soatiga 0.5–1 litr vodorod ishlab chiqarish imkoniyatiga ega [9,10].

Avtomobilning yonilg‘i sarfi bo‘yicha natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

Rejim	Oddiy (l/100 km)	Vodorod qo‘shilganda (l/100 km)	Kamayish, %
Shahar	9,5	8,9	6,3
Magistral	7,8	7,3	6,4
O‘rtacha	8,6	8,1	6,3

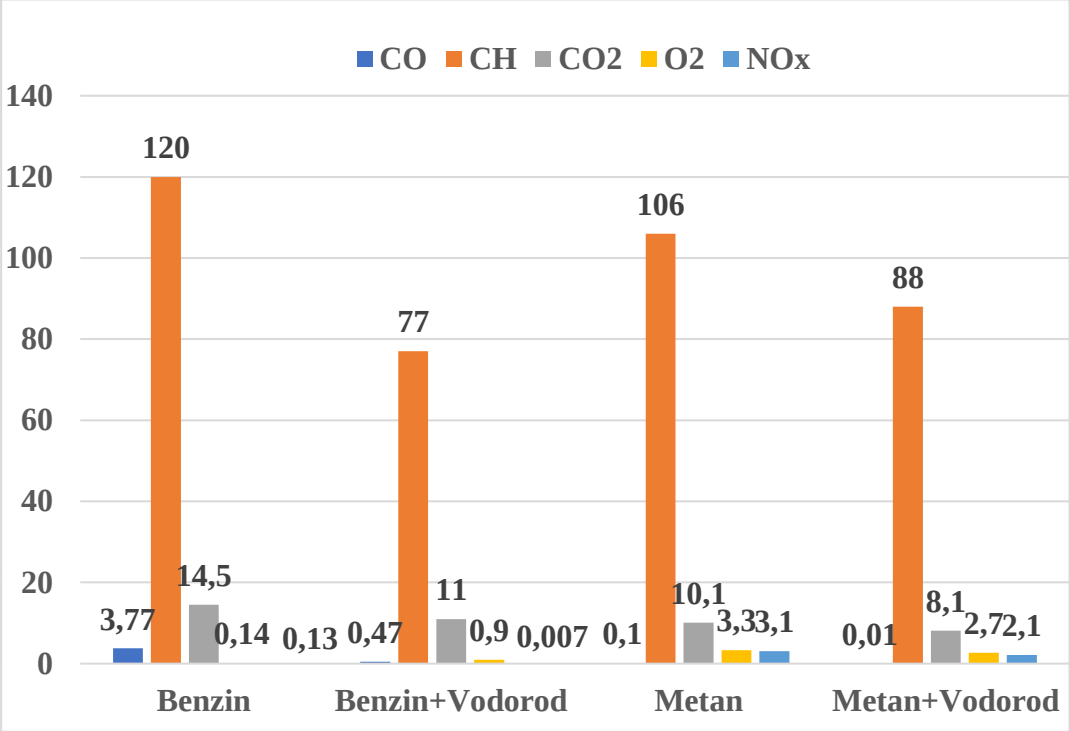


1-rasm. Yonilg‘i sarfining kamayishi diagrammasi

ISSN 3030-3907

Chiqindi gazlar tarkibi 2-jadvalda keltirilgan.

Ko‘rsatkich	Oddiy (ppm)	Vodorod qo‘shilganda (ppm)	Kamayish, %
CO	0,48	0,42	12,5
CH	210	136	35
CO_2	14,5	11,0	24



2-rasm. Chiqindi gazlarning kamayishi grafigi

Muhokama. Olingan natijalar boshqa olimlarning ilmiy ishlari bilan taqqoslanganda o‘zaro mos kelishi kuzatildi. Masalan, Heywood (1988) tomonidan ichki yonuv dvigatellarida vodorod qo‘llanilganda yonilg‘i tejamkorligi 5–7 % ga oshishi qayd etilgan. Shuningdek, Houseman va Hoehn (1973) tajribalarida chiqindi gazlardagi CO miqdori 10–15 %, CH esa 30–40 % ga kamayganligi aniqlangan. Bizning tadqiqot natijalari ham shunga yaqin ko‘rsatkichlarni berdi: yonilg‘i tejamkorligi **6,3 %**, CO **12,5 %**, CH **35 %**, CO_2 esa **24 %** ga kamaydi. Bu natijalar O‘zbekiston sharoitida avtomobillarda vodorod qo‘llash imkoniyatlari yuqori ekanligini ko‘rsatadi.

Shuni ham qayd etish kerakki, vodorodning dvigatelga qo‘shilishi ma’lum muammolarni ham yuzaga keltiradi. Masalan, elektroliz qurilmasining elektr energiyasini sarfi avtomobil akkumulyatoriga qo‘shimcha yuklama beradi. Shuningdek, qurilmaning xavfsizligi masalalari (portlash xavfi, gaz sizishi) ham jiddiy ko‘rib chiqilishi zarur. Shu sababli kelgusida bunday qurilmalarni yanada

ISSN 3030-3907

takomillashtirish, energiya samaradorligini oshirish hamda xavfsizlik tizimini mustahkamlash dolzarb vazifadir.

Xulosa

- Vodorod qo‘shilishi yonilg‘i sarfini o‘rtacha 6,3 % ga kamaytirdi.
- Chiqindi gazlarda CO 12,5 %, CH 35 %, CO_2 24 % ga kamaydi.
- Avtomobilning dinamik ko‘rsatkichlari pasaymadi.
- Qurilmaning ixchamligi uni amaliy qo‘llash imkoniyatini tasdiqlaydi.
- Olingan natijalar transport sohasida ekologik xavfsizlikni oshirish va yonilg‘i samaradorligini ta’minlashda muhim.

ADABIYOTLAR

1. A. Verhelst and T. Wallner, “Hydrogen-fueled internal combustion engines,” *Progress in Energy and Combustion Science*, vol. 35, no. 6, pp. 490–527, Dec. 2009. doi: 10.1016/j.pecs.2009.08.001.

2. B. S. Chauhan, N. Kumar, H. C. Cho, and Y. D. Park, “A study on the performance and emission of a hydrogen fueled spark ignition engine,” *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 36, no. 24, pp. 15136–15144, Dec. 2011. doi: 10.1016/j.ijhydene.2011.08.037.

3. S. Das, “Hydrogen engine: Research and development (R&D) programmes in Indian Institute of Technology (IIT), Delhi,” *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 27, no. 9, pp. 953–965, Sep. 2002. doi: 10.1016/S0360-3199(01)00168-5.

4. H. Y. Kim and S. H. Chung, “A study on performance and emission characteristics of a hydrogen–gasoline dual-fuel engine,” *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 36, no. 16, pp. 10080–10093, Aug. 2011. doi: 10.1016/j.ijhydene.2011.05.009.

5. M. A. Karim, “Hydrogen as a spark ignition engine fuel,” *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 28, no. 5, pp. 569–577, May 2003. doi: 10.1016/S0360-3199(02)00175-1.

6. A. Boretti, “Advantages of converting existing ICE vehicles to hydrogen,” *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 36, no. 18, pp. 11626–11637, Sep. 2011. doi: 10.1016/j.ijhydene.2011.06.039.

7. A. P. Sathiyagnanam, G. Devaradjane, and R. Saravanan, “Hydrogen enriched compressed natural gas—A futuristic fuel for internal combustion engines,” *Thermal Science*, vol. 12, no. 3, pp. 139–152, 2008. doi: 10.2298/TSCI0803139S.

8. Y. Wang, R. Chen, and H. Zhang, “Exergy analysis of hydrogen-fueled internal combustion engines,” *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 37, no. 1, pp. 664–671, Jan. 2012. doi: 10.1016/j.ijhydene.2011.09.045.

ISSN 3030-3907

9. S. Verma, “Comparative assessment of hydrogen fuel and gasoline for IC engines in terms of performance and emissions,” *Energy Reports*, vol. 5, pp. 1390–1400, Nov. 2019. doi: 10.1016/j.egyr.2019.09.041.
10. H. Bayindir, M. Aydın, and M. Çelik, “Environmental and economic evaluation of hydrogen usage in internal combustion engines,” *International Journal of Energy Research*, vol. 45, no. 2, pp. 2953–2965, Feb. 2021. doi: 10.1002/er.5970.

ISSN 3030-3907

BO‘LAJAK O‘QITUVCHILARDA KASBIY DEFORMATSIYANING PEDAGOGIK SABABLARI VA ULARNI BARTARAF ETISH MEXANIZMLARI

Raupova Munira Murodovna
Navoiy davlat universiteti Pedagogika fanlari doktori DSc
Tajiyeva Ruxsora Normuminovna
Navoiy shahar MTBga qarashli 13-sonli maktabgacha ta’lim tashkiloti psixologi

Annotatsiya. Mazkur maqolada bo‘lajak o‘qituvchilar faoliyatida yuzaga keladigan kasbiy deformatsiya holatlari va ularning pedagogik sabablari tahlil qilinadi. Kasbiy deformatsiyaning shaxsiy va kasbiy rivojlanishga salbiy ta’siri ilmiy asosda ochib berilgan hamda ularni bartaraf etish mexanizmlari ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari bo‘lajak o‘qituvchilarning kasbiy madaniyatini yuksaltirish va pedagogik faoliyat samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: kasbiy deformatsiya, bo‘lajak o‘qituvchilar, pedagogik sabablar, profilaktika, kasbiy madaniyat, psixologik muvozanat, o‘quv jarayoni, innovatsion mexanizmlar

Аннотация. В статье анализируются педагогические причины возникновения профессиональной деформации у будущих учителей. Раскрывается отрицательное влияние профессиональной деформации на личностное и профессиональное развитие педагога, обосновываются механизмы её предупреждения и преодоления. Полученные результаты способствуют формированию профессиональной культуры будущих учителей и повышению эффективности педагогической деятельности.

Ключевые слова: профессиональная деформация, будущие учителя, педагогические причины, профилактика, профессиональная культура, психологическое равновесие, учебный процесс, инновационные механизмы

Abstract. This article examines the pedagogical causes of professional deformation among future teachers. The study reveals the negative impact of professional deformation on personal and professional development and proposes mechanisms for its prevention and elimination. The findings contribute to enhancing the professional culture of future teachers and improving the effectiveness of pedagogical activities.

Keywords: professional deformation, future teachers, pedagogical causes, prevention, professional culture, psychological balance, educational process, innovative mechanisms

Kirish

ISSN 3030-3907

XXI asrda ta’lim tizimining modernizatsiyasi, innovatsion texnologiyalar joriy etilishi va global axborot makonining kengayishi pedagogik kasbga qo‘yilayotgan talablarni tubdan o‘zgartirmoqda. Ushbu jarayon o‘qituvchilardan nafaqat yuqori darajadagi kasbiy mahorat, balki moslashuvchanlik, ijodkorlik va barqaror psixologik holatni ham talab etadi. Biroq amaliyot shuni ko‘rsatmoqdaki, o‘qituvchilarda kasbiy faoliyat davomida asta-sekinlik bilan kasbiy deformatsiya deb ataluvchi muayyan salbiy o‘zgarishlar yuzaga keladi. Bu holat shaxsning kasbiy faoliyatga ortiqcha moslashishi natijasida uning shaxsiy va ijtimoiy xulq-atvorida stereotipik, rigid va emotsional jihatdan cheklangan xususiyatlarning shakllanishi bilan izohlanadi.

Xalqaro miqyosda olib borilgan tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, kasbiy deformatsiya nafaqat o‘qituvchilarning mehnat samaradorligini pasaytiradi, balki ularning psixologik salomatligi va ijtimoiy faoliyatiga ham bevosita salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, ta’limdagi keskin o‘zgarishlar, ortib borayotgan yuklama va yuqori ijtimoiy mas’uliyat pedagoglarning charchash sindromi, emotsional befarqlik va professional beqarorlik kabi salbiy oqibatlarni keltirib chiqarmoqda [1]. Shu bois xalqaro ta’lim tizimida o‘qituvchilarning kasbiy deformatsiyasini erta aniqlash va bartaraf etish muhim ilmiy-amaliy vazifa sifatida qaralmoqda.

O‘zbekiston sharoitida ham ushbu masala nihoyatda dolzarbdir. Ta’lim tizimidagi islohotlar, o‘qituvchilar faoliyatiga qo‘yilayotgan yangi talablar, raqamli ta’limga o‘tish jarayoni yosh pedagoglarda moslashuv muammolarini, tajribali o‘qituvchilarda esa kasbiy inertlik va motivatsiya pasayishini yuzaga keltirmoqda. Natijada, kasbiy deformatsiya pedagogik faoliyat samaradorligini cheklab, o‘qituvchi shaxsining kasbiy va shaxsiy rivojlanishini sekinlashtiradi[5, 25-31]. Shu sababli bo‘lajak o‘qituvchilarni kasbiy deformatsiyadan himoya qilishning ilmiy asoslangan mexanizmlarini ishlab chiqish nafaqat nazariy, balki amaliy ahamiyatga ham ega.

Demak, bo‘lajak o‘qituvchilarda kasbiy deformatsiyaning pedagogik sabablari va ularni bartaraf etish mexanizmlarini tadqiq etish zamonaviy pedagogika oldida turgan ustuvor vazifalardan biridir. Mazkur masala o‘qituvchilarning professional madaniyatini rivojlantirish, ularning psixologik barqarorligini ta’minlash va ta’lim sifati barqarorligini oshirish uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Pedagogik faoliyat insonning kasbiy shakllanishida alohida o‘rin tutadi. Shu jarayonda o‘qituvchida ijobiy professional sifatlar bilan bir qatorda, salbiy holatlar ham shakllanishi mumkin. Bu salbiy o‘zgarishlar ilmiy adabiyotlarda “kasbiy deformatsiya” atamasi bilan izohlanadi. A. K. Markova ta’kidlaganidek, kasbiy

ISSN 3030-3907

deformatsiya — bu o‘qituvchi shaxsiyatining kasbiy faoliyatga ortiqcha moslashishi natijasida yuzaga keladigan va uning kasbiy samaradorligini pasaytiradigan o‘zgarishlardir [1].

Rossiyalik tadqiqotchilar T. L. Shabanova, A. M. Novikova va A. M. Romanova kasbiy deformatsiyaning sabablari sifatida haddan tashqari emotsional yuklama, mehnat jarayonining stereotipiklashuvi va ijodiy yondashuvning kamayishini ko‘rsatadilar [4, 115-118]. Ularning fikricha, ayniqsa yosh pedagoglarda kasbiy motivatsiya yetarlicha shakllanmagani bu jarayonni tezlashtiradi.

E. F. Zeer esa kasbiy deformatsiyani shaxsning professional rivojlanishidagi normal bosqichlardan biri sifatida talqin qiladi. Biroq u vaqtida aniqlanmasa, bu jarayon o‘qituvchining shaxsiy va professional o‘sishini to‘xtatib qo‘yishi mumkinligini ta’kidlaydi [6]. Bu yondashuv pedagogik deformatsiyani butunlay salbiy emas, balki nazorat qilinishi lozim bo‘lgan rivojlanish jarayoni sifatida talqin qilish imkonini beradi.

Xalqaro tajribada, ayniqsa, o‘qituvchilar faoliyatida “professional burnout” (kasbiy charchash) fenomeni keng tadqiq qilingan bo‘lib, u kasbiy deformatsiya bilan bevosita bog‘liq jarayon sifatida izohlanadi. Tadqiqotlarda ko‘rsatilishicha, o‘qituvchilar kasbiy charchashining asosiy omillari — yuqori ijtimoiy mas’uliyat, mehnatning emotsional zo‘riqishi va ijodiy erkinlikning cheklanishi hisoblanadi [2, 45-50].

O‘zbekiston sharoitida olib borilgan ilmiy ishlarda ham bu masala dolzarb hisoblanadi. Xususan, Yankovskaya va Naumova ta’lim tizimida olib borilayotgan islohotlar sharoitida o‘qituvchilarda kasbiy deformatsiya xavfi ortishini, bu esa pedagogik jarayon samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishini ta’kidlaydilar [5, 25-31]. Shuningdek, tadqiqotlarda kasbiy deformatsiyani oldini olish uchun o‘qituvchilarda kasbiy motivatsiya va madaniyatni rivojlantirish, psixologik qo‘llab-quvvatlash tizimini mustahkamlash zarurligi ta’kidlanadi.

Kasbiy deformatsiya murakkab psixologik-pedagogik jarayon bo‘lib, u o‘qituvchining faoliyat sharoitlari, kasbiy vazifalari va ta’lim muhitidagi o‘ziga xos omillar ta’sirida shakllanadi. Tadqiqotchilar ta’kidlashicha, deformatsiyaning pedagogik sabablari asosan ta’lim jarayonining tashkiliy, metodik va kommunikativ jihatlaridan kelib chiqadi[3].

Yuqoridagi tahlillardan ko‘rinadiki, kasbiy deformatsiya muammosi xalqaro hamjamiyatda ham, O‘zbekistonda ham dolzarbdir. Tadqiqotlar ko‘proq uning sabablari, oqibatlari va diagnostikasiga qaratilgan bo‘lsa-da, hali to‘liq ishlab chiqilmagan muhim yo‘nalishlardan biri bu — bo‘lajak o‘qituvchilarda kasbiy

ISSN 3030-3907

deformatsiyani pedagogik sabablari orqali aniqlash va samarali profilaktika mexanizmlarini ishlab chiqishdir.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, bo‘lajak o‘qituvchilarda kasbiy deformatsiya rivojlanishining asosiy pedagogik sabablari – ta’lim jarayonining standartlashuvi, haddan tashqari yuklama, faoliyatning bir xillashuvi, muloqot stereotiplari va kasbiy motivatsiyaning susayishi bilan bevosita bog‘liqdir. Ushbu omillar o‘qituvchi shaxsining kasbiy faoliyatga ortiqcha moslashishiga, ijodkorlik salohiyatining cheklanishiga va shaxsiy rivojlanish imkoniyatlarining qisqarishiga olib keladi.

Muhokama jarayonida aniqlanishicha, xalqaro tajribada kasbiy deformatsiya profilaktikasi bo‘yicha samarali mexanizmlar ishlab chiqilgan. Jumladan, o‘qituvchilarni psixologik qo‘llab-quvvatlash, professional maslahat markazlarini tashkil etish, “burnout” sindromini oldini olishga qaratilgan treninglar o‘zini ijobiy ko‘rsatmoqda[2, 45-50]. Shu bilan birga, ta’lim muassasalarida art-terapiya, kouçing va refleksiv yondashuvlar ham kasbiy deformatsiyani bartaraf etishda samarali vosita sifatida taklif etilmoqda.

O‘zbekiston ta’lim tizimida ham kasbiy deformatsiya muammosini hal qilishda bir qator mexanizmlar qo‘llanishi mumkin. Jumladan:

– bo‘lajak o‘qituvchilarni tayyorlash jarayonida kasbiy madaniyatni shakllantirishga yo‘naltirilgan maxsus kurslarni joriy etish;

– ijodkorlik va innovatsion faoliyatni qo‘llab-quvvatlovchi metodik muhitni yaratish;

– pedagoglarni psixologik-pedagogik treninglar orqali kommunikativ madaniyatga o‘rgatish;

– o‘qituvchilar faoliyatida ijodiy izlanishlar va ilmiy-tadqiqot ishlarini rag‘batlantirish;

– oliy ta’lim muassasalarida mentorlik tizimini rivojlantirish orqali yosh pedagoglarni tajribali o‘qituvchilar bilan hamkorlikka jalb qilish.

Natijalardan kelib chiqadiki, kasbiy deformatsiyani bartaraf etishning samarali mexanizmlari — bu pedagogik muhitni yangilash, psixologik qo‘llab-quvvatlashni kuchaytirish va bo‘lajak o‘qituvchilarda kasbiy refleksiya ko‘nikmalarini shakllantirishdan iboratdir.

XULOSA VA TAKLIFLAR

O‘tkazilgan nazariy-pedagogik tahlillar shuni ko‘rsatadiki, bo‘lajak o‘qituvchilar shaxsida kasbiy deformatsiya pedagogik jarayonning ajralmas oqibati sifatida yuzaga kelishi mumkin. Uning asosiy sabablari sifatida ta’lim jarayonining standartlashuvi, pedagogik faoliyatning bir xillashuvi, yuqori emotsional yuklama,

ISSN 3030-3907

kommunikativ stereotiplar va kasbiy motivatsiyaning susayishi aniqlanadi. Ushbu omillar bo‘lajak o‘qituvchilarning kasbiy madaniyatini rivojlantirishga to‘sqinlik qiladi, shaxsiy va professional o‘sishini sekinlashtiradi hamda ta’lim sifatiga bevosita salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Shu bois, kasbiy deformatsiya profilaktikasi — bu faqatgina psixologik muammolarni hal etish emas, balki o‘qituvchi shaxsining barqaror rivojlanishini ta’minlaydigan kompleks pedagogik vazifa sifatida qaralishi lozim.

Tadqiqotimiz natijasida quyidagi takliflar ishlab chiqildi:

1. Oliy ta’lim muassasalarida bo‘lajak o‘qituvchilarni tayyorlash jarayonida kasbiy madaniyatni shakllantirishga yo‘naltirilgan maxsus modul va kurslarni joriy etish.
2. Ta’lim jarayonida ijodkorlik va refleksiv yondashuvga asoslangan metodik tizimni keng qo‘llash orqali shablonli yondashuvlarning oldini olish.
3. Bo‘lajak o‘qituvchilarda kasbiy refleksiya va o‘zini o‘zi baholash ko‘nikmalarini rivojlantirish uchun psixologik treninglar, seminarlar va amaliy mashg‘ulotlarni tizimli tashkil etish.
4. Mentorlik va ustoz-shogird an’analarini rivojlantirish orqali yosh o‘qituvchilarning kasbiy moslashuv jarayonini yengillashtirish.
5. Pedagoglarda emotsional charchashni kamaytirish uchun psixologik qo‘llab-quvvatlash markazlari faoliyatini kuchaytirish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Маркова А. К. Психология профессионализма. – Москва : Знание, 1996. – 308 с.
2. Профилактика профессиональной деформации учителей в управлении качеством образования // Молодой ученый. – 2020. – № 234. – С. 45–50. – URL: https://moluch.ru/archive/234/43029
3. Профессиональная деформация личности педагога: диагностика и профилактика // КиберЛенинка. – 2021. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnaya-deformatsiya-lichnosti pedagoga-diagnostika-i-profilaktika
4. Шабанова Т. Л., Новикова А. М., Романова А. М. Профессиональные деформации личности учителя: причины, виды, проявления // Нижегородский психологический альманах. – 2016. – № 4. – С. 112–118. – URL: https://psykaf417.esrae.ru/ru/8-r70
5. Янковская О. В., Наумова Ю. А. Профессиональная деформация учителя в условиях реформирования системы образования // Педагогическое образование в России. – 2019. – № 6. – С. 25–31.

ISSN 3030-3907

ГЛИКЕМИЯ: ВСЕСТОРОННИЙ ОБЗОР И ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ НОРМАЛЬНОГО УРОВНЯ САХАРА В КРОВИ.

Султонова Дилдор Бахшиллоевна
ассистент Кафедра биологической химии Бухара, Узбекистан
E-mail: sdildora 11@gmail.com
https://orcid.org/0009-0003-1239-2347

Annotatsiya. Hayot sur'ati oshib, oziq-ovqatdan foydalanish osonlashayotgan bugungi dunyoda sog'liq muammolari birinchi o'ringa chiqadi. Bizning farovonligimiz va uzoq umr ko'rishimizni belgilaydigan asosiy ko'rsatkichlardan biri glikemiya hisoblanadi. Bu nafaqat tibbiy atama, balki butun tananing ishlashi bog'liq bo'lgan markaziy jarayon. Glikemiyani tushunish sog'lig'ingizni ongli ravishda nazorat qilishning birinchi qadamidir.

Kalit so'zlar - glyukagon, uzoq muddatli giperglikemiya, gipoglikemiya neyropatiyasi, nefropatiya.

Abstract. In today's world, where the pace of life increases and access to food becomes easier, health issues come to the fore. One of the main indicators that determine our well-being and longevity is glycemia. This is not just a medical term, but a central process on which the functioning of the entire body depends. Understanding glycemia is the first step to consciously controlling your health.

Keywords. Glucagon, prolonged hyperglycemia, hypoglycemia neuropathy, nephropathy.

Аннотация. В нынешнем мире, где темп жизни увеличивается, а доступ к пище становится легче, вопросы здоровья выходят на первый план. Одним из основных показателей, определяющих наше самочувствие и долголетие, является гликемия. Это не просто медицинский термин, а центральный процесс, от которого зависит работа всего организма. Понимание гликемии— это первый шаг к осознанному контролю за своим здоровьем.

Ключевые слова. Глюкагон, длительной гипергликемии, гипогликемия нейропатии, нефропатия.

Введение

Как и ожидалось, уровень сахара в крови после еды сильно различался у разных людей. Однако внутри каждой группы этот показатель оставался стабильным. Было обнаружено, что более высокий генетический риск (PGS) связан с более сильными суточными колебаниями уровня сахара в крови. Это подтверждается тем, что для каждого дополнительного балла PGS средняя амплитуда колебаний гликемии увеличивалась на 0,26 (с доверительным интервалом от 0,11 до 0,41).

ISSN 3030-3907

Гликимия, слово, образованное от греческих корней "glykys" (сладкий) и "haima" (кровь), обозначает концентрацию глюкозы в крови. Глюкоза, являясь простым сахаром, выступает в качестве основного энергетического источника для каждой клетки организма, играя особенно важную роль для функционирования мозга.

Представим глюкозу как энергию, а кровь — как сеть ее распределения. Организм стремится поддерживать концентрацию этой энергии в строго определенных пределах: от 3.9 до 5.5 миллимолей на литр в состоянии голодания и до 7.8 миллимолей на литр после приема пищи. Сохранение этого баланса критически важно для жизни. Дефицит или избыток сахара в крови чреваты серьезными осложнениями.

Поддержание стабильного уровня сахара в крови зависит от способности бета-клеток поджелудочной железы реагировать на присутствие глюкозы, выделяя при этом необходимое количество инсулина. Неисправность этих клеток грозит нарушением этого хрупкого равновесия...

Роль инсулина и глюкагона в поддержании гармонии работы организма очень важна. Поддержание этого тонкого равновесия в организме осуществляется благодаря двум гормонам-антагонистам, производимым поджелудочной железой:

Инсулин – действует как "ключ", открывающий клетки для глюкозы. При повышении уровня сахара в крови (например, после приема пищи) поджелудочная железа выделяет инсулин. Он способствует усвоению глюкозы клетками, а ее избыток преобразует в гликоген (запасаемый в печени и мышцах) или в жир. Эта система функционирует подобно высокоточному термостату, непрерывно адаптируясь к потребностям организма.

Глюкагон – выполняет противоположную функцию. При снижении уровня сахара (вследствие голода или физической активности) глюкагон стимулирует печень к преобразованию запасов гликогена обратно в глюкозу и ее последующему высвобождению в кровь. Сбой в функционировании этой системы может привести к серьезным проблемам.

1. Гипергликемия (высокий уровень сахара в крови) представляет собой состояние, при котором уровень глюкозы постоянно превышает нормы. Главной причиной этого может быть нехватка инсулина (например, при диабете 1 типа) или же неспособность клеток нормально реагировать на инсулин – это называется инсулинорезистентностью (что типично для диабета 2 типа). Последствия длительной гипергликемии:

- Повреждение сосудов, что может привести к:

ISSN 3030-3907

- Сердечно-сосудистым заболеваниям: инфаркты, инсульты.
- Нефропатии: нарушения в работе почек.
- Ретинопатии: поражение сетчатки глаз, впоследствии приводящее к слепоте.
- Нейропатии: повреждение нервов, выражающееся в онемении и болях в ногах и руках.
- Замедленное заживление ран и повышенный риск инфекций.

2. Гипогликемия (низкий уровень сахара в крови) — это состояние, при котором уровень глюкозы опускается ниже 3,9 ммоль/л. Оно является острым и опасным, требующим немедленного вмешательства.

Гипогликемия может возникать по нескольким причинам, включая пропуск приемов пищи, чрезмерную физическую активность, неправильное дозирование инсулина или других препаратов, используемых для контроля сахара в крови.

Последствия гипогликемии могут быть очень серьезными и включают:

- Психомоторные расстройства, такие как спутанность сознания, тревога и нервозность.
- Потерю сознания или даже кому в тяжелых случаях.
- Конвульсии, что может привести к травмам или другим опасным состояниям.
- Тремор, потливость и учащенное сердцебиение, что дополнительно указывает на угрозу.

Оба состояния – гипергликемия и гипогликемия – являются знаковыми для проблем с гликемией и могут приводить к серьезным длиннострочным и краткострочным последствиям для здоровья. Чтобы избежать колебаний уровня сахара в крови, важно соблюдать регулярный режим питания, контролировать уровень физической активности и внимательно следить за показаниями глюкометра, особенно для людей с диабетом.

Общие рекомендации для поддержания стабильного уровня сахара в крови включают:

- Соблюдение сбалансированной диеты, богатой клетчаткой, белками и здоровыми жирами.
- Регулярные физические нагрузки, которые помогают улучшить чувствительность к инсулину.
- Проверка уровня сахара в крови на регулярной основе для своевременного реагирования на его колебания.
- Соблюдение предписаний врача по применению медикаментов и диабетологических пособий.

ISSN 3030-3907

Таким образом, всеобъемлющим управлением сахарного диабета и методами предотвращения гипергликемии и гипогликемии можно значительно снизить риск осложнений и улучшить общее качество жизни. Причины: передозировка инсулина или сахароснижающих препаратов, пропуск приема пищи, чрезмерная физическая нагрузка, употребление алкоголя. Симптомы: · Дрожь, потливость, сильный голод. · Учащенное сердцебиение, тревожность. · Головокружение, слабость, спутанность сознания. · В тяжелых случаях — судороги, потеря сознания, гипогликемическая кома.

Контроль уровня сахара в крови — это краеугольный камень не только для людей с диабетом, но и для любого, кто заботится о своем здоровье.

1. Рациональное питание: · Выбирайте «медленные» углеводы: цельнозерновые крупы (гречка, овсянка, киноа), овощи, бобовые, цельнозерновой хлеб. Они имеют низкий гликемический индекс (ГИ) — показатель скорости повышения сахара в крови после употребления продукта.

Ограничьте «быстрые» углеводы: сахар, белый хлеб, выпечку, сладкие напитки, конфеты. Они вызывают резкий скачок глюкозы и инсулина.

Сочетайте углеводы с белками и клетчаткой: белок и клетчатка замедляют всасывание глюкозы. Например, яблоко лучше съесть с горстью орехов.

2. Регулярная физическая активность: Мышцы во время работы используют глюкозу в качестве энергии, что естественным образом снижает ее уровень в крови. Регулярные тренировки также повышают чувствительность клеток к инсулину.

3. Контроль стресса и качественный сон: Стресс провоцирует выброс гормона кортизола, который повышает уровень сахара в крови. Хронический недосып также нарушает гормональный баланс и может способствовать развитию инсулинорезистентности.

4. Регулярный мониторинг: для людей с диабетом обязателен регулярный замер уровня сахара с помощью глюкометра или системы непрерывного мониторинга. Даже здоровым людям после 40-45 лет рекомендуется сдавать анализ крови на глюкозу и гликированный гемоглобин (HbA1c) — показатель, отражающий средний уровень сахара в крови за последние 3 месяца.

В заключении нужно отметить, что гликимия — это не просто цифра на экране глюкометра. Это динамичный процесс, зеркало нашего образа жизни. Осознанное отношение к питанию, физической активности и

ISSN 3030-3907

управлению стрессом позволяет не просто избежать опасных заболеваний, но и повысить качество жизни, сохраняя энергичность, ясность ума и отличное самочувствие на долгие годы. Перед внесением радикальных изменений в образ жизни или диету рекомендуется проконсультироваться с врачом-эндокринологом или диетологом.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Исследование средиземноморской диеты с использованием телемедицины при диабете (DiaTeleMed): протокол полностью удалённого рандомизированного клинического исследования, оценивающего персонализированный подход к питанию у пациентов с сахарным диабетом 2 типа. Беруб Л.Т., Попп К.Дж., 25 июля 2024 г.;25(1):506. doi: 10.1186/s13063-024-08337-w. PMID: 39049121 Бесплатная статья PMC.

2. Предшествующий диабет и беременность: Совместные клинические рекомендации Эндокринологического общества и Европейского общества эндокринологии. Вайкофф Дж.А., Лаполла А., Асиас-Динь Б.Д., Барбур Л.А., Eur J Эндокринол. 30 июня 2025 г.;193(1):G1-G48. doi: 10.1093/ejendo/lvaf116. PMID: 40652450

3. Различные виды диетических рекомендаций для женщин с гестационным сахарным диабетом. Хан С., Кроутер К.А., Миддлтон П., Хитли Э. Cochrane Database Syst, ред. 2013, 28 марта;(3):CD009275. doi: 10.1002/14651858.CD009275.pub2. Обновление: Cochrane Database Syst Rev. 25 февраля 2017 г.;2:CD009275. doi: 10.1002/14651858.CD009275.pub3. PMID: 23543574

4. Новый количественный показатель социального здоровья связан с уровнем дискомфорта, трудоспособности, а также психическим и общим здоровьем пациентов, обращающихся за специализированной помощью по заболеваниям опорно-двигательного аппарата. Бринкман Н., Брукман М., Clin Orthop Relat Res. 2025, 1 апреля;483(4):647-663. doi: 10.1097/CORR.0000000000003394. Epub 5 февраля 2025 г. PMID: 39915110

5. Гибридные замкнутые системы для контроля уровня глюкозы в крови при диабете 1 типа: систематический обзор и экономическое моделирование. Asgharzadeh A, Patel M, Connock M, Damery S, Health Technol Assess. 2024 Dec;28(80):1-190. doi: 10.3310/JYPL3536. PMID: 39673446 Бесплатная статья в PMC.

6. Буртханович, К. Б. (2023). Гистогенез лимфатических узлов некоторых представителей млекопитающих. Американский журнал детской медицины и здравоохранения, 1(4), 189-196.

ISSN 3030-3907

7. Буртханович, К. Б. (2023). Современные представления о строении лимфатических узлов. Американский журнал детской медицины и здравоохранения, 1(4), 182-188.
8. Султанова Дилдора Бакшиллоевна, 28.09.2023, Качество пищи и рождение детей определенного пола. (Экспериментальное исследование) https://orsid.org/0009-0003-1239-2347 Журнал Американского журнала детской медицины и здравоохранения. Том1, Выпуск 07, 2023 ISSN(E): 2993-2149, 183-188
9. Султанова Д. Б. Хасанов Б. Б., 10.01.2022, «Роль селезенки в иммунных нарушениях организма при хронических нарушениях печени», Достижения науки и техники. Образование5 (85), 202278-84
10. Султанова Д. Б.; 2023/8; «Особенности Современных Лабораторных Крыс, используемых в Эксперементах»; АМАЛИЙ ВА ТИББИЙОТ ФАНЛАРИ ИЛМИЙ ЖУРНАЛИ; Том-2; № 08 ;87-92

ISSN 3030-3907

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ, ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ, СМЕННЫХ ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Очилов Абдурахим Абдурасулович
(PhD), доцент. докторант Бухарского государственного технического университета,
Узбекистан, г. Бухара
E-mail: ochilov82@mail.ru
Умаров Алихан Ахмадович
Соискатель. Бухарского государственного технического университета
Узбекистан, г. Бухара

Аннотация. В данной статье представлены методы повышения эффективности газотурбинных установок и технологических процессов за счет замены проточной части ГТУ более высокий по КПД, используемой при добыче газа на месторождения а также в процессах транспортировки по магистральным трубопроводам. При этом за счет снижения нагрузок на используемые газотурбинные установки увеличен ресурс работы и снижен расход топлива.

Ключевые слова: Центробежный компрессор, сменные проточные части, газотурбинный агрегат, газотранспортная система, стандартные проточные части, эффективность

Annotation. This article presents methods for increasing the efficiency of gas turbine units and technological processes by replacing the flow path of the GTU with a higher efficiency one used in gas production at fields as well as in transportation processes through main pipelines. At the same time, due to the reduction of loads on the used gas turbine units, the service life has been increased and fuel consumption has been reduced.

Keywords: Centrifugal compressor, replaceable flow paths, gas turbine unit, gas transportation system, standard flow paths, efficiency

Annotatsiya. Ushbu maqolada gaz turbinasi qurilmalari va texnologik jarayonlarning samaradorligini oshirish usullari, gaz turbinasining oqim qismini almashtirish orqali, konlarda gaz qazib olishda, shuningdek magistral quvurlar orqali tashish jarayonlarida ishlatiladigan yuqori samaradorlikka ega. Shu bilan birga, ishlatilgan gaz turbinasi zavodlariga yuklarning kamayishi tufayli ish resurslari ko'paytirildi va yoqilg'i sarfi kamaytirildi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: santrifuj kompressor, almashtiriladigan oqim qismlari, gaz turbinasi birligi, gaz uzatish tizimi, standart oqim qismlari, samaradorlik

Введения

Нефтегазовая отрасль является одной из составляющих экономики Узбекистана. Программы развития включают увеличение добычи газа для внутреннего рынка и экспорта. В настоящее время многие газовые месторождения находятся на завершающей стадии освоения и разработки. На этом этапе происходит снижение пластового давления, что в свою очередь создает проблему компримирования газа до необходимого давления и подачи его в магистральный газопровод.

Эффективность процесса сжатия газа в компрессоре определяется политропным коэффициентом полезного действия (КПД), который описывает, какая часть мощности, подводимой к компрессору, преобразуется в полезную работу сжатия.

Следует отметить, что в 1970-1990-х годах для достижения максимальной эффективности при проектировании центробежных компрессоров производители устанавливали оребренный выходной диффузор, положительные качества которого проявлялись лишь в узком диапазоне, близком к номинальным и рабочим (расчетным) режимам работы центробежного компрессора. Например, КПД центробежного компрессора с пароraспределителем (ПД) при работе на номинальном режиме может составлять 84-85%, но при снижении степени сжатия в центробежных компрессорах с 1,44 до 1,35 КПД снижается до 79-80%. Работа центробежного компрессора с пониженным КПД приводит к увеличению расхода топливного газа на единицу политропной работы сжатия и, как следствие, к увеличению числа работающих агрегатов. Показаны факторы, влияющие на рост затрат на собственные нужды на показатели эффективности транспортировки газа.

На основе анализа собственных статистических данных и совместных исследований было разработано комплексная программа замены типовых проточных частей компрессоров СПЧ-16/76-1,44 на СПЧ-16/76-1,35 для повышения эффективности оптимизации параметров ГПА и режимов работы компрессоров.

Указанной программой ¬144 ГПА-М-16 предусмотрена первоочередность последовательной замены СПЧ 16/76-1,44 на СПЧ 16/76-1,35 в годовом цикле с учетом уровня загрузки компрессорных цехов.

ISSN 3030-3907

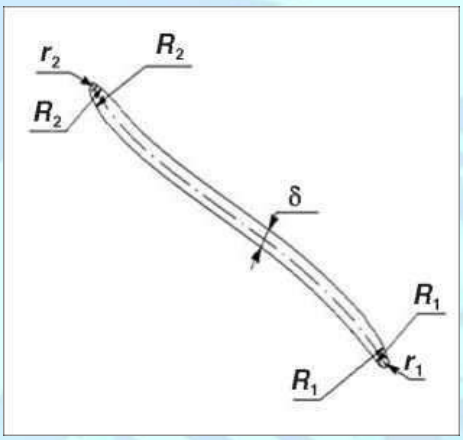


Рис. 1. Радиальное сечение лопаток: R_1 - радиус кривизны лопаток на входе; R_2 - радиус кривизны параклета на выходе; r_1 - радиус вылета частиц на входе; r_2- радиус закругления парапетов при входе; δ – толщина листа



Рис. 2. Поперечное сечение без лопаточного диффузора

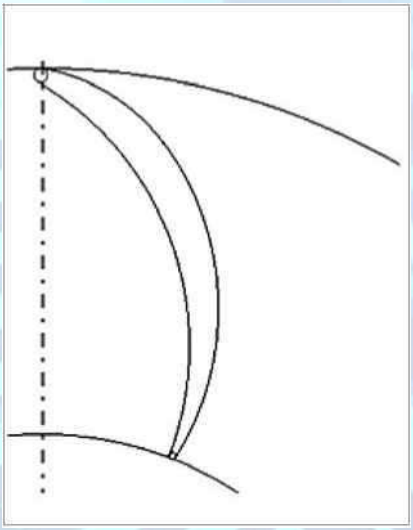


Рис. 3. 1-й ряд лопаток. Профиль ONA

ISSN 3030-3907

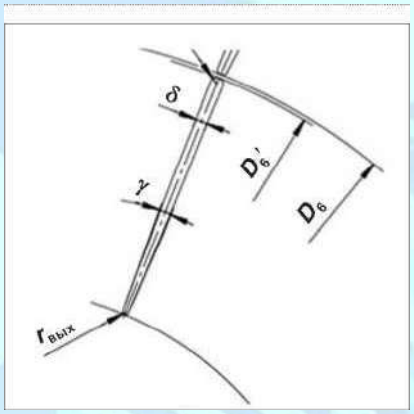


Рис. 4. Профиль 2-го ряда лопаток: D_6 - диаметр выхода из первого яруса; D_6' - диаметр входа из второго яруса; $Г_{вых}$ - радиус округления частиц на выходе; γ - угол заточки лезвий на выходе; δ - толщина листов

На предприятии накоплен опыт замены и эксплуатации центробежнқх агрегатов НЦ-16/76 с номинальной степенью сжатия 1,35 различных производителей. Данный СПЧ был установлен в ГПА как во время реконструкции, так и во время капитального ремонта ГПА.

Проведенные за последние годы усовершенствования методов проектирования и технологии изготовления центробежных компрессоров СПЧ позволили достичь нового уровня газодинамического совершенства конструкций и соответственно политропного КПД (не менее 87%), а также обеспечить равномерную характеристику КПД компрессора, в том числе за счет отказа от ЦД."

Для реализации поставленных задач разработаны и направлены потенциальным заказчикам технические требования на разработку и изготовление АОХ центробежных компрессоров ЦН-16/76, оптимизированных для транспортировки газа низкого давления со степенью повышения давления 1,35 и политропным КПД 87%.

Первая партия СПЧ была реализована в версии колес, приводимых в движение цилиндрическими параболами (P^2D). При этом для достижения наибольшей эффективности и стабильных газодинамических характеристик в проект были включены следующие газодинамические решения, являющиеся отличительной особенностью данного проекта:

Профиль лопаток рабочего колеса спроектирован таким образом, чтобы оптимизировать нагрузку по всей их длине. Пример радиального сечения таких лопаток показан на рисунке 1;

- Использован безлопаточный диффузор (ЦД) оптимальной длины с соотношением D4/D2 = 1,6 (рисунок 2);
- Использован безлопаточный диффузор (ЦД) оптимальной длины с

ISSN 3030-3907

соотношением D4/D2 = 1,6 (рисунок 2);

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам стендовых испытаний СПЧ показала соответствие заявленных параметров требованиям технических условий, что подтверждено заключением (рис. 7).

Поставленные образцы СПЧ были установлены в корпусе ЦН-16/76 в составе агрегатов ГПА-Ц-16 и введены в эксплуатацию. В ходе проведения монтажных и пусконаладочных работ положительно решены проблемы, связанные с повышенной вибрацией ротора, повышенной течью трубок центробежного компрессора и конденсатоотводчика. Выявлены и устранены ряд конструктивных и технологических недостатков агрегатов СПЧ, в том числе новейших уплотнительных устройств. По состоянию на начало февраля 2017 года в СПЧ действуют следующие часы работы: ГПА Art. № 51 - 331 час; № 52 - 78 часов; № 54 - 4442 часа; № 61 - 1722 часа; № 62 - 1610 часов; № 64 - 1085 часов.

В таблице приведены основные параметры СПЧ ЦК-16/76-1,35 по данным испытаний ГПА (рис. 8) в сравнении со штатным СПЧ ЦН-16/76-1,44 (модификации 2, газодинамические характеристики приведены на рис. 1). Приведенные в таблице данные с политропными значениями КПД в рабочих режимах (РТ1, РТ2, РТ3) подтверждают это.

Экономическая целесообразность замены СПЧ. Этот параметр считается особенно надежным по сравнению со стандартной версией, которая рассчитана на номинальную скорость вращения 5300 об/мин. ¬В некоторых режимах разница в КПД достигает 7,5%, а в потребляемой мощности — до 1,6 МВт.

Другой вариант штатного компрессора (модификация 1 с номинальной частотой вращения 4900 об/мин) показывает большую эффективность по политропному КПД, однако из-за низкого значения номинальной частоты вращения применение этого КПД приводит к снижению относительного КПД двигателя НК-16СТ, наименьшее значение которого достигает абсолютной величины 92,5%.

ISSN 3030-3907

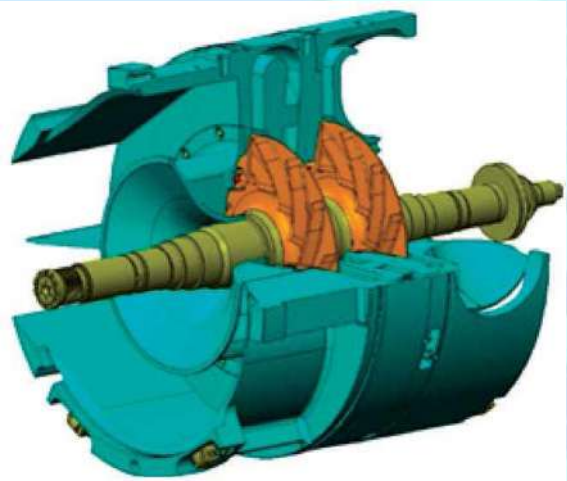


Рис. 5. Сменная проточная часть СПЧ ЦН-16/76-1.35



Рис. 6. Сборка СПЧ ЦН-16/76
1,35 на производственном комплексе

В настоящее время по газодинамическому проекту, выпущена конструкторская документация на второй вариант СПЧ с радиальными рабочими колесами с пространственно-профилированными лопатками.

Конструкция СПЧ в корпусе ЦН-16/76-1,44 с аксиально-радиальными рабочими колесами (ОРРК) представлена на рисунке 11.

Газодинамические расчеты проводились в рамках проектирования СПЧ с ЦН

Целью газодинамического расчетного теста было определение его эффективности и разработка методики расчета ЦН с использованием программного комплекса ANSYS. CFX (Визуализация потока газа в рабочем колесе первой ступени показана на рисунке 12).

На основании анализа результатов численных исследований на номинальном режиме работы в программном комплексе ANSYS сделан вывод о плавном характере распределения скорости и угла потока по длине

ISSN 3030-3907

лопаток, что согласуется с безотрывным характером течения и подтверждает высокую эффективность рабочего колеса.

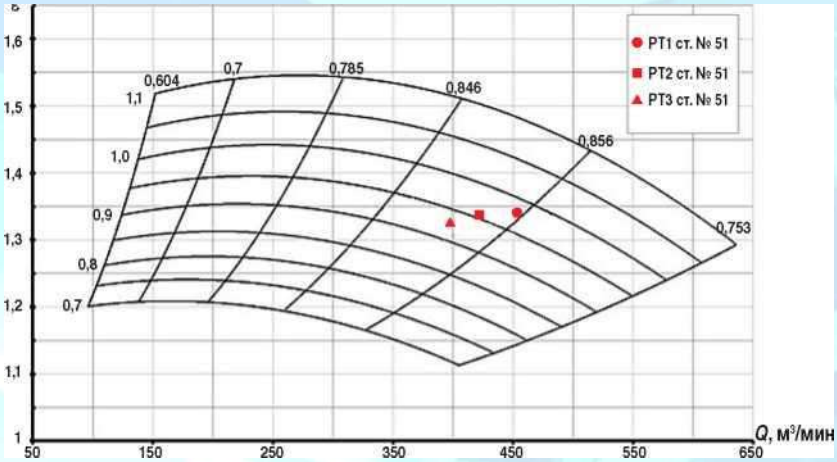


Рисунок. 7. Сопоставление газодинамических свойств СПЧ-16/76-1,35, полученных по результатам испытаний, с требованиями технических условий ТЗ ИАГ.002.НЦ-16/76-14.

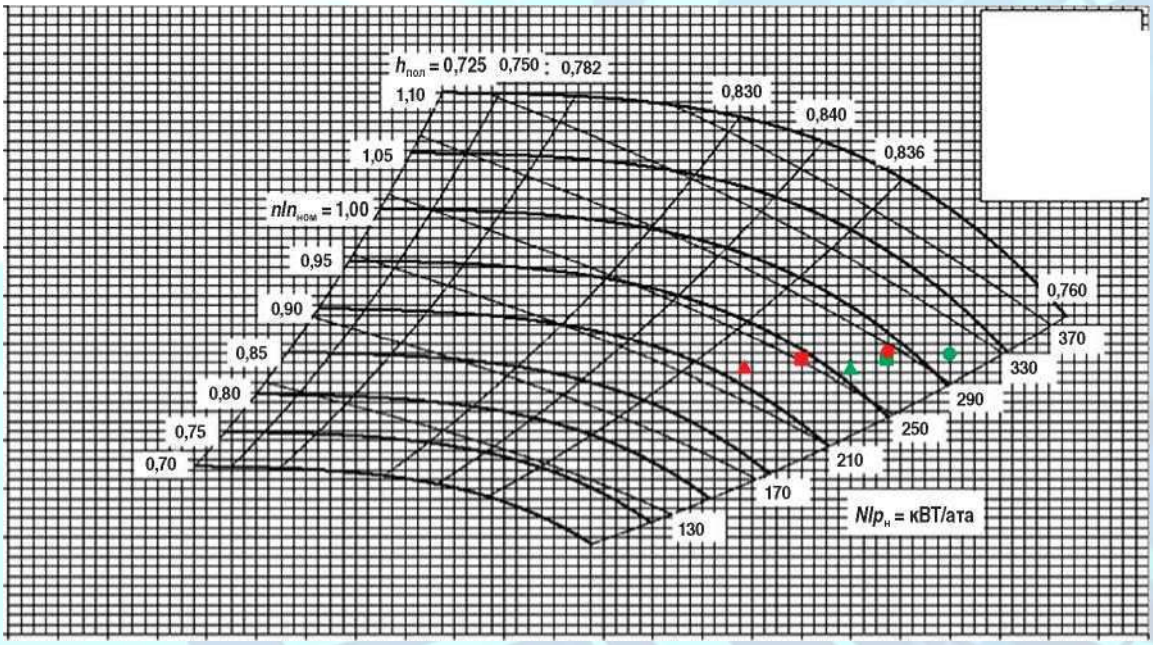


Рисунок. 8. Газодинамические характеристики СПЧ-16/76-1,35 ГСГ ст.ли ЦН-16/76. Выпуск 51 (1 февраля 2017 г.).

Расчетные значения: коэффициент сжатия Z = 0,893; газовая постоянная R = 509,8 Дж/кг-К); температура газа на входе T n = 288,15 К; номинальная скорость n ном = 5300 об/мин

Расчетные значения: коэффициент сятия Z = 0,893; газовая постоянная R = 509,8 Дж/кг-К); температура газа и выхлопных газов T n = 288,15 К; номинальная скорость n имя = 5300 об/мин.

Модель SD экспериментальной фазы с ЦН показана на рисунке 13..

Третий вариант – проектная документация, разработанная для дополнительного альтернативного варианта. Двухступенчатый ЦН с

ISSN 3030-3907

рабочими колесами с цилиндрическими рабочими колесами (РК^) по газодинамическому проекту.

Четвертый разработанный вариант – 3-х этапная конструкция СПЧ (рисунок 14), по результатам расчетных исследований, позволяет получить наибольший эффект от использования НЦ. В этом варианте может быть достигнута политропная эффективность не менее 88%.

Данная версия СПЧ требует более глубокой модернизации компрессора, включая замену крышек и корпусов подшипников.

Также по предложению разработан проект центробежного компрессора для пилотного проекта с ГПА-32 ГТУ-32П, который планируется реализовать в рамках реконструкции КЦ-7 на КС «Таезная». Целью работы была оценка возможных вариантов создания одноступенчатого центробежного компрессора с конструкцией, имеющей нагнетательный газоподвод и политропный КПД не менее 90% (рисунок 15).

Он был выбран на основании данных, приведенных в [1], где представлены результаты модельных испытаний ступени для компрессора мощностью 32 МВт и частотой вращения ротора 5500 об/мин.

По результатам данного исследования установлено, что разработка одноступенчатого СПЧ с считывающим портом может быть перспективной для модернизации существующих компрессоров типа ЦН-16/76 и других, однако эксплуатация ГПА потребует увеличения частоты вращения силовой турбины.

Примером такого решения является компрессор STC-SV (12-3-P) компании Siemens. - MAN установлен в составе газотурбинной установки с приводом ГТУ-16П на компрессорной станции «Волховская» газопровода «Северный поток» с номинальной частотой вращения 5300 об/мин. Результаты газодинамических испытаний данного компрессора подтвердили его политропный КПД на уровне 87%.

Для расчета показателей эффективности проекта замены был рассчитан положительный денежный поток, который мог бы быть получен за счет экономии топливного газа, используемого для собственных нужд ГПУ.

ВЫВОДЫ

• Эксплуатация СПЧ16/76-1,35 в режимах с политропным КПД 85-86%;

Повышение КПД газоперекачивающего агрегата 16/76-1,35 на 5% по сравнению со стандартным газоперекачивающим агрегатом, что обеспечивает экономию топливного газа 314 нм3 в час (на один газопоршневой агрегат);

ISSN 3030-3907

• Повышение эффективности СПЧ 16/76-1.35 в среднем на 7%, что соответствует экономии топлива 439 НМ3/час на GHU;

• годовая наработка каждого установленного СПК – не менее 6000 часов.

Общая экономия топливного газа при замене каждого стандартного пути потока на СПЧ 16/76-1.35 составляет 12% или 753 НМ3/час.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ш.М.Мирзиёев. «О мерах по реализации инвестиционной программы Республики Узбекистан на 2020-2022 годы» Национальная база данных законодательных документов, Постановление № 07/20/4563/0034 от 10.01.2020 г.

2. Ш.М. Мирзиёев Верховенство закона и обеспечение интересов человека являются залогом развития страны и благополучия народа. Выступление на торжественном собрании, посвященном 24-й годовщине принятия Конституции Республики Узбекистан, 7 декабря 2016 года. — Т.: Национальный институт математики «Узбекистан», 2016. — 48 с.

3. Ш.М. Мирзиёев Мы построим наше великое будущее вместе с нашим храбрым и благородным народом. - Т.: Национальный университет «Узбекистан», 2017.-488б

4. Указ № ПФ4947 О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан. - Т.: 7 февраля 2017 г.,

5. Ёрматов Г.Ё., Исамухамедов Ё.О. У. Охрана труда. Учебник, Ташкент, Узбекистан, 2002.

6. Б.Ш.Акрамов, О.Г.Хаитов Сбор и подготовка нефтегазовых продуктов. Учебник. - Т.: «Илм-Зиё» 2003

7. Т.Р. Юлдошев, Н.Q. Эшкабилов Машины и механизмы нефтяных и газовых промыслов. Учебник, Кашкадарьинское областное государственное СМИ -2015, 328 стр.

8. Н.Н. Махмудов, Т.Р. Юлдашев, Б.С. Акрамов, М.А. Турсунов Технология добычи нефти и газа на месторождениях. Учебник. Ташкент. Издательство «Наука и техника»-2015/308 стр.

9. Галеркин Ю.Б., Рекстин А.Ф., Солдатова К.В., Дроздов А.А. Высокоэффективный одноступенчатый полнонапорный компрессор ГХА (газодинамическая конструкция, результаты модельных испытаний) // Компрессорная техника и пневматика. 2014. № 8. С. 19-24.

10. Умаров А.А. Технологическое оборудования для проведения аварийных, ремонтных и монтажных работ на трубопроводах, без снижения рабочего давления и прекрашения снабжения потребителей. Республиканская научно-

ISSN 3030-3907

практическая конференция «Актуальные проблемы промышленной инженерии» Ташкент- 2021, с. 384-385.
11. Умаров А.А., Шаропов Ф.Ф. Компрессорные станции и их газоприводные агрегаты. Сборник тезисов научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников, магистрантов и студентов, посвященной «Году чествования человеческого достоинства и активного добрососедства». Бухара – 27-28 мая 2022 г. 40 с.
12. Умаров А.А., «Техника и экономика» Социально-экономический, инновационный технический, научно-практический журнал науки и образования

ISSN 3030-3907

РАСЧЁТ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРОБЕЖНЌХ КОМПРЕССОРОВ

Очилов Абдурахим Абдурасулович
(PhD), доцент. докторант Бухарского государственного технического университета, Узбекистан, г. Бухара
E-mail: ochilov82@mail.ru
Умаров Алихан Ахмадович
Соискатель. Бухарского государственного технического университета Узбекистан, г. Бухара

Аннотация. Данной статье представлены методы эфективной эксплуатации центрбежных компрессорных установок на ДКС также показаны расчёты эффективности компрессорных установок путём замены проточных частей, в процессе расчётов показаны пути достижения высоких эффектов.

Ключевые слова: Центробежный компрессор, сменные проточные части, газотурбинный агрегат, газотранспортная система, стандартные проточные части, эффективность

Annotation. This article presents methods for the efficient operation of centrifugal compressor units at the DKS, and also shows calculations of the efficiency of compressor units by replacing flow parts; in the process of calculations, ways to achieve high effects are shown.

Keywords: Centrifugal compressor, replaceable flow paths, gas turbine unit, gas transportation system, standard flow paths, efficiency

Annotatsiya. Ushbu maqolada DKSDA markazlashtirilgan kompressor qurilmalarini samarali ishlatish usullari, shuningdek, oqim qismlarini almashtirish orqali kompressor qurilmalarining samaradorligini hisoblash ko'rsatilgan, hisob-kitoblar jarayonida yuqori effektlarga erishish yo'llari ko'rsatilgan.

Kalit so‘zlar: santrifüj kompressor, almashtiriladigan oqim qismlari, gaz turbinasi birligi, gaz uzatish tizimi, standart oqim qismlari, samaradorlik

Введение

Нефтегазовая промышленность является одной из составных частей экономики России. Программы развития предполагают увеличение объемов добычи газа для внутреннего рынка и для экспорта. В данный момент многие газовые месторождения находятся на этапе истощения и в завершающей стадии разработки. На стадии наблюдается падение пластового давления, что в свою очередь вызывает проблему компримирования газа до нужного давления и подачу его в магистральный газопровод. Для данной задачи используются дожимные компрессорные станции (ДКС), с постоянно увеличивающимся количеством газоперекачивающих агрегатов (ГПА). В

ISSN 3030-3907

связи с этим особой актуальностью обладают разработки направленные на увеличение энергоемкости и увеличение падающей добычи. В данной работе рассмотрено повышение эффективности ДКС путем замены сменной проточной части центробежного компрессора.

Дожимные компрессорные станции (ДКС) используется для получения взрывобезопасной газовой смеси (сжатого и осушенного воздуха) из атмосферного воздуха на месте эксплуатации; цель — дальнейшая его переработка, транспортировка или использование. Дожимные компрессорные станции работают в круглосуточном режиме.

Основное оборудование, составляющее ДКС:

- Компрессорное оборудование;
- Узлы технологического и коммерческого учета;
- Трубопроводы с запорно-регулирующей арматурой;
- Узел грубой и тонкой очистки;
- Технологическая ёмкость;
- Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП);
- Контрольно-измерительные приборы и автоматика (КИПиА).

Основными параметрами, определяющими свойства компрессора, с точки зрения потребителя, эксплуатирующего машину, являются массовая производительность Q, конечное давление P_K или повышение давления ДР (разность между конечным и начальным давлением газа) и мощность, потребляемая компрессором, N. Все три основных параметра зависят от частоты вращения ротора n и начальных параметров сжимаемого газа перед входом во всасывающий патрубок - начального давления $P_н$ и начальной температуры $T_н$, а также физических свойств газа. Параметры ЦКМ, имеющих устройства для охлаждения газа в процессе сжатия. зависят также от количества охлаждающей среды, подаваемой в теплообменники (воды или воздуха) W, и ее начальной температуры.

В этой ситуации остро стоит проблема повышения энергетической эффективности, экологической безопасности и эксплуатационной надежности установленного оборудования, проведения своевременной модернизации и технического перевооружения ДКС с учетом их технического уровня, свойств и специфики.

Сведения о конструкции проточной части ЦК

К основным узлам проточной части ЦК относятся:

- Корпус сжатия
- Статорные элементы газодинамических узлов

ISSN 3030-3907

• Роторы
• Рабочие колеса

Роторы центробежных компрессоров

Статорные элементы совместно с ротором образуют проточную часть (газодинамический узел) центробежного компрессора.

Конструкции роторов. В зависимости от газодинамической схемы ПЦК можно различить следующие конструкции роторов:

• консольные роторы;
• двухконсольные роторы;
• многоколесные роторы с межопорным расположением колес;
• трехопорный многоколесный ротор;
• многоколесный ротор с двумя консолями;
• валопровод, состоящий из двух консольных роторов, соединенных длинным проставком.

Рабочие колеса.

В зависимости от углов установки лопаток на наружном диаметре различают следующие типы колес:

• компрессорные;
• промежуточного типа;
• насосные;
• авиационного типа.

Различают также колеса полуоткрытого и закрытого типов.

Полуоткрытое рабочее колесо представляет собой радиальную и осерадиальную лопаточную решетку, жестко связанную с основным (несущим) диском. В колесах закрытого типа к свободным торцам лопаток прикреплен покрывающий диск.

Полуоткрытые высокорасходные рабочие колеса применяются в консольных ступенях, в которых конструктивно проще обеспечить минимальный зазор между торцами лопаток и стенкой корпуса и, тем самым, избежать значительных потерь из-за боковых перетечек. Полуоткрытые авиационные рабочие колеса типа «радиальная звезда» имеют радиальные лопатки с углом 90° (рис. 24), выполненные как одно целое с несущим диском. Загнутые вперед лопатки вращающегося направляющего аппарата (предкрылка) очерчены конической поверхностью, образующие которой направлены радиально.

ISSN 3030-3907

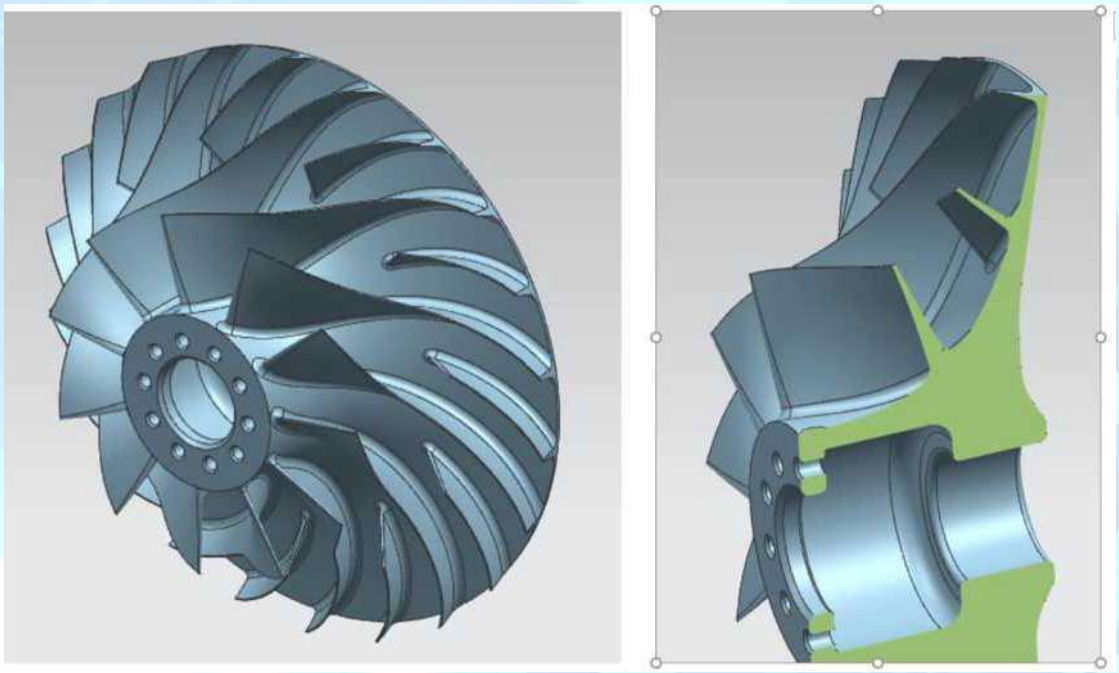


Рисунок 1 - Колесо полуоткрытого типа

Предкрылок изготовляется как отдельная деталь. Колеса этого типа, благодаря минимальному изгибу диска радиальными лопатами, обладают большой конструктивной прочностью, что позволяет развивать окружные скорости вплоть до 500 м/с и более, достигая в одной ступени отношение давлений 6. Их недостатками являются повышенные потери в диффузоре и узкая зона работы. Они применяются, в основном, в агрегатах наддува ДВС, а также в качестве первых ступеней ПЦК и эффективны при средних и больших коэффициентах расхода.

Расчетно-конструкторская часть

Целью расчета является определение основных параметров работы дожимной компрессорной станции до и после замены сменной проточной части центробежного компрессора. В процессе расчета определяется газодинамические параметры газа на входе в нагнетатель, объемную производительность нагнетателя, внутреннюю мощность нагнетателя, потребляемую мощность, располагаемую мощность ГТУ, давление на выходе из нагнетателя, температуру газа на выходе из нагнетателя и расход топливного газа.

Исходные данные

Исходные данные для своих расчетов были взяты с Мыльджинского месторождения. Данные представлены в таблице 1,2.

ISSN 3030-3907

Таблица-1

Свойства перекачиваемого газа

№	Наименование компонента	Молярная доля компонентов, %	Критическое давление,МПа	Критическая температура, К
1.	Метан (CH_4)	88.53	4.695	191.1
2.	Этан (C2H6)	3.41	4.976	305.5
3.	Пропан (C3H8)	2.25	4.333	370
4.	Н-бутан (П-C4H10)	0.6700	3.871	425.2
5.	Изобутан (i- C_4H_{10})	0.6	3.719	425.16
6.	Изопентан (i- C4H12)	0.23	3.719	457
7.	Н-пентан **(п-** C_4H_{12})	0.18	3.369	469.8
8.	Н-гексан **(п-** C_4H_{14})	0.16	2.97	507.9
9.	Азот (N_2)	3.44	3.4	126.2
10.	Водяной пар (H2O)	0.01	21.85	647.4
11.	Диоксид углерода (CO2)	0.52	31	304.2

ISSN 3030-3907

Таблица-2

Основные параметры центробежного компрессора НЦ-6ДКС

Наименование параметра	СПЧ	СПЧ
Производительность объемная (при температуре 20°С и давлении 0,1013 МПа), 10^6 м^3/сут	8,144	4,850
Количество рабочих колес	2	5
Номинальная степень повышения давления (степень сжатия)	1,5	2,2
Номинальная частота вращения, об/мин	9000	
Номинальная мощность, МВт	6	
КПД, %	83	82

На 2020 год давление на входе в ДКС Мыльджинского нефтегазового

Месторождения состовляет 2,3 МПа. Температура газа на входе в ДКС в зависимости от времени года от 1 до 11 °С.

Удельная газовая постоянная компримированного газа

R=447.3 Дж/(кг*К)

Расчеты проводятся в программной среде Mathcad.

Результаты расчетов

Дожимная компрессорная станция Мыльджинского НГКМ работает в режиме двухступенчатого сжатия по два агрегата на ступень.

Задание на перекачку газа в магистральном трубопроводе составляет 6.666-10^3 м^3/мин и давление 5.5 МПа.

Таблица 3

Основные показатели для сравнения

	СПЧ 75/140-1,5	СПЧ 75/100-2,2
Объемная производительность компрессоров, м^3/мин.	11.1310^3	6.736Э0^3
Максимальная мощность, потребляемая компрессором, МВт	4.421	6.076
Давление на выходе ГПА, МПа	4.89	10.53

ISSN 3030-3907

Температура на выходе ГПА, К	345.977	429.769

Из таблицы 3 видно, что СПЧ 75/140-1,5 не справляется с задачей на давление газа в трубе магистрального трубопровода и при этом не дает полностью использовать мощность двигателя. Замена данной проточной части на СПЧ 75/100-2,2, позволит не только повысить давление газа и при этом выполнять условия производительности. Также мы получили запас давления на дальнейшее уменьшение пластового давления газа

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков М. М., Михеев А. Л., Конев К. А. Справочник работника газовой промышленности //М.: Недра. - 1989. - Т. 287.
2. Хисамеев И. Г. Проектирование и эксплуатация промышленных центробежных компрессоров. - 2012.
3. Чумаков Ю. А. Газодинамический расчет центробежных компрессоров транспортных газотурбинных и комбинированных двигателей. - 2009.
4. Седов В. В., Сальников С. Ю., Щуровский В. А. Современная газокомпрессорная техника-результат совместной деятельности производителей и потребителей //Компрессорная техника и пневматика. - 2014. - №. 8. - С. 2-2.
5. Дятлов, В. А. Оборудование, эксплуатация и ремонт и ремонт магистральных газопроводов : учеб. Пособие / В. А. Дятлов, В. М. Михайлов, В. И. Яковлев. - Москва : Недра, 1990.
6. Аберков, А. С. Монтаж оборудования компрессорных станций магистральных газопроводов : справочное пособие / А. С. Аберков, Л. В. Ильин. - Москва : Недра, 1989. - 156 с.
7. Ведерников М. И. Компрессорные и насосные установки химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. - М.: Высшая школа. 1987. - 247 с.
8. Селезнев К.П., Галеркин Ю.Б. Центробежные компрессоры, Л. Машиностроение, 1982.
9. Шнепп В. Б. Конструкция и расчет центробежных компрессорных машин. - М. : Машиностроение, 1995.

ISSN 3030-3907