ISNN 3030-3907

2025/9
VOLUME 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2025/9 VOLUME 6

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari b o‘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.
J o‘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 Qoraqalpo g‘iston b o‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
D o‘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.
T o‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, professor.
Navr o‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro muhandislik - texnologiya instituti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
T o‘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 J o‘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 t o‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy q o‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Исследование питательной ценности композитных смесей из растительного пищевого и лекарственного сырья *Абдуллаева Гулноза Улугбек кизи*	9
2	Tar-mahsulot tarkibidan piroliz jarayoni mahsuloti antrasen va fenantren gomologlarini ajratib olish *Karimova Zilola Maxmudovna*	18
3	Теплоизоляционные материалы в строительстве *Ражабова Муниса Шукуровна*	27
4	Konchilik korxonalarining elektr energiya iste'molini modellashtirish *Asqar Ilashovich Qarshibayev* *Jumayev Zavqiyor Ismatilloyevich*	38
5	Salomas yo g' kislotalari tarkibi va trans-yo g' xavfsizligini gaz xromatografiyasi asosida baholash" *O'rinova Shaxnoza Amin qizi* *Achilova Sanobar Sabirovna* *Bobojonova Shohista Xolboy qizi* *Narimonova Asaloy Umrbek qizi*	46
6	Vanadil atsetatlari, sulfatlari va xloridlari xossalarini kkh, iq va ub spektrlari asosida taqqoslash *Muzafarov Farux Ixtiyorovich*	56
7	Турли компонентли толаларидан йигирилган қўшалоқ ипларни пишақлиги ва сифати бўйича ўзаро тахлили. *К. Жуманиязов* *Н.Н. Рузибаев* *Ф.Ф.Рахматуллинов* *Р.Н. Рузивоев*	62
8	Soar - анализ перспектив коммерциализации производства диабетических сухарей с использованием нетрадиционного растительного сырья *Мухамедова Мухаббат Эгамовна* *Адизов Рашид Тухтаевич*	68
9	Masofaviy ta'lim afzalliklari va kamchiliklari. *Murodova Zarina Rashidovna* *Kamolova Mahliyo Hasanovna*	78
10	Avtomobillardan chiqayotgan zaharli gazlarni aniqlash usullari. *Qo'zibolayeva Dilnoza To'xtasinovna*	86
11	Harakat jadalligi va harakat xavfsizligini tashkil qilish boyicha yth turlari *Sotvoldiyev Xasanboy*	91
12	Bo'yash-pardozlash korxonasidagi quritish liniyasi texnologik jarayonlarini avtomatlashtirishni tadqiq etish. *Mirzaaxmedova Xuryat Bositovna*	100
13	Перспективы использования пшеничных отрубей и кунжутных оболочек в производстве диабетических сухарей *Мухамедова Мухаббат Эгамовна*	107
14	Педагогическая модель методики организации инклюзивного образования в технические вузы *Атажонова Саидахон Бораталиевна*	117
15	Investigation of thermoelectric properties of aluminum-doped zinc oxide synthesized by ultrasonic spray pyrolysis (usp) technique *Karimov Baxromjon Avazbek o'g'li*	125
16	Yuqori garmonikalarning kondensator qurilmalariga ta'sirini tahlil qilish *Tolipov Jamshid Nurbekovich* *Murtazov Sherzod Isakbayevich* *Mirxonov Utkir Kaxramonovich*	130
17	Issiqlik elektr stansiyalari zararli chiqindilarining atmosferaga ta'siri. *Abduxalilov Dilshodbek Koraboyevich*	136

ISSN 3030-3907

18	“Uch fazali transformator optimal ish rejimini aniqlash uchun energiya isroflaridan foydalanish” *D.A. Egamov*	141
19	Расчет долговечности химико-термически обработанного зубчатого колеса по критерию износа *Холмирзаев Жасурбек Юлдашбоевич*	149
20	Yupqa pardali fototermobatareyalar ishlab chiqishdagi asosiy noqulayliklar *Atajonov Muhiddin Odiljonovich*	161
21	Silvaco tcad da oddiy krmeniy asosli quyosh elementini modellashtirish. *Mohira Fozilova*	166
22	Improvement of methodological training of future physics teachers in higher educational institutions *Yo‘lchiyev Mashalbek Erkinovich*	172
23	Overhaul of a transformer with a separate active part *O.A.Qosimov*	178
24	Kremniyli quyosh elementlariga gamma nurlanishining ta’siri *Aliyev Suxrob Raimjonovich* *Alijonov Abbosbek Azizjon o‘g‘li*	190
25	Issiqlik qurilmalarida qo‘llaniladigan materiallarni issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsiyentini nazariy va amaliy solishtirish *Xakimov Temurbek Boxodirjon o‘g‘li*	198
26	Surxondaryo o‘simliklarining xushbo‘y oddiy aromatik birikmalarini ajratib olish va ularning kimyoviy tarkibini aniqlash usullari *Juma Bakirov Ashurovich*	205
27	Traditional and vision-based fire detection methods: survey *Khojamurotov Azizbek* *Rustamov Ilhom A‘zam o‘g‘li*	213
28	Oq jo‘xorining sho‘rlanish darajasi turlicha bo‘lgan hududlarda o‘sish fiziologiyasining asoslari *Jo‘rayeva Ozoda Toirovna*	232
29	Seolit sintezi usullari *Aripova Madina Xalimdjanovna* *Aminov Zayir* *Kodirov Orifjon Sharipovich* *Kuchkarova Noila Xusnitdinovna*	239
30	Molecular complexes of glycyrrhizic acid monoammonium salt with cephalosporin antibiotics *Maftuna Hamdamova* *Rahmat Esanov* *Makhmudjon Gafurov*	245
31	Application of thermodynamic laws in refrigeration systems and ways to improve efficiency *Norboyev Abduahat Tohir o‘g‘li*	256
32	Analysis of water use and treatment systems in car washes: a case study in samarkand *Yakubov Kutfidin Asliyevich* *Murtazaev Farkhod Azgaralievich* *Islomov Sardor*	265
33	Pedagogik kadrlar salohiyatining zamonaviy ta’lim talablariga mosligi *Mamadaliyeva Barnoxon Ibragimovi*	279
34	Determination of the efficiency of a composite sorbent-coagulant system based on elderberry fruits, egg paste, and aluminum sulphate *Askarova Gulchiroy Ahror qizi*	287
35	Quyosh panellarining samaradorligini oshirishda sovutish tizimlarining roli *Sharifova Madina*	294
36	Qoplamasiz kanallarda filtratsiya miqdorini hisoblash usulini takomillashtirish. *D.A.Abduraimova* *T.Qosimov* *I.I.Jo‘raboyev*	298

ISSN 3030-3907

	D.O.Baxromova *S.Z.Allaberdiyev*	
37	Повышение эффективности пользования сжиженного газа на газораспределительных станциях *Исмоилов Маъмуржон Мухтарович* *Хамидов Дониёр Баходирович*	305
38	Modeling of hydroelectric power plant devices in the matlab/simulink environment. *Axmadaliyev Utkirbek Akramjonovich*	312
39	Modern methods for detection of heavy metals in the human body *Yulchieva S.T* *Abdurakhmanov U.K.* *Makhammatova S.X*	318
40	Oliy ta'limda oksidlanish–qaytarilish reaksiyalari mavzusini inquiry-based learning asosida o'qitish *Karomova Dilshoda Xurshid qizi*	325
41	Исследование тепловых и диффузионных процессов при азотировании зубчатых колес в вакуумной среде *Холмирзаев Жасурбек Юлдашбоевич*	333
42	Penaizol materialining xossalari va uning qurilishda qo'llanilishi *Usmonov Jasurbek Mo'minaliyevich,* *Abdullayev Ikromjon Aminjanovich*	348
43	Сравнительный анализ химического состава и физико-механических характеристик α- и β-модификаций гипсовых минералов каракалпакстана *Абылова Амина Жанабаевна*	357
44	Ipak qurti g'umbagidan co_2 orqali moy ajratish texnologiyasi *Bafoev Sanjar Sanoyevich* *Oltiev Azim To'yqulovich*	371
45	Ipak qurti g'umbagidan moy ajratisning mexanik preslashning sovuq va issiq usullari *Bafoev Sanjar Sanoyevich* *Oltiev Azim To'yqulovich*	376
46	Определение качества руд, как составляющая при управлении параметрами грузопотоков в глубоких карьерах *Норова Хуршида Юнусовна*	381
47	Отходы флотации медно-молибденовых руд как перспективное сырьё для производства цементного клинкера *Маттмусаев Илхом Курбоналиевич,* *Шакаров Тулкин Исматович,* *Мухамедбаев Абдували Абдусаттарович,* *Эшанкулова Гулмира Рашидовна*	390
48	Mintaqamizda yetishtirilayotgan jun xomashyosining ko'lami va texnologik xususiyatlari *Ismoyilov I.B* *Qo'ldoshev E.I* *Ismoyilov F.B* *Dadaboev.F.M*	397

ISSN 3030-3907

ISSN 3030-3907

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО ПИЩЕВОГО И ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Абдуллаева Гулноза Улугбек кизи

стажёр кафедры «Технология пищевых продуктов и сервис», Бухарский государственный технический университет,

Республики Узбекистана г. Бухара

Аннотация. В статье рассматривается возможность повышения питательной ценности полнорационных комбикормов для цыплят и кур путем включения в их состав травяной муки, каперсов колючих, крапивы двудомной и мяты перечной, предназначенных для профилактики и лечения каннибализма среди них. Изучены потенциальные преимущества использования этих растительных компонентов, такие как повышение содержания витаминов, минералов, аминокислот и антиоксидантов. Проанализированы результаты исследований, демонстрирующие положительное влияние добавок на питательную ценность и пищевую безопасность данной продукции.

Ключевые слова: каннибализм, комбикорм, цыплята, куры, травяная мука, каперсы колючие, крапива двудомная, мята перечная, питательная ценность, продуктивность.

Annotatsiya. Maqolada tovuqlar va tovuqlar uchun to‘liq ozuqa ozuqalarining ozuqaviy qiymatini ularning tarkibiga o‘simlik uni, tikanli asirlarni, qichitqi o‘ti va yalpizni kiritish orqali oshirish imkoniyati k o‘rib chiqiladi, ular orasida kannibalizmning oldini olish va davolash uchun m o‘ljallangan. Vitaminlar, minerallar, aminokislotalar va antioksidantlarni ko‘paytirish kabi ushbu o‘simlik tarkibiy qismlaridan foydalanishning potentsial foydalari o‘rganildi. Qo‘shimchalarning ushbu mahsulotning ozuqaviy qiymati va ozuqaviy xavfsizligiga ijobiy ta'sirini k o‘rsatadigan tadqiqot natijalari tahlil qilindi.

Kalit s o‘zlar: kannibalizm, aralash ozuqa, tovuqlar, tovuqlar, o‘simlik uni, tikanli asirlar, qichitqi o‘ti, yalpiz, ozuqaviy qiymat, mahsuldorlik.

Annotation. The article considers the possibility of increasing the nutritional value of complete compound feeds for chickens and chickens by including herbal flour, prickly capers, nettle and peppermint, intended for the prevention and treatment of cannibalism among them. The potential benefits of using these herbal ingredients, such as increased levels of vitamins, minerals, amino acids, and antioxidants, have been studied. The research results demonstrating the positive effect of additives on the nutritional value and food safety of these products are analyzed.

Keywords: cannibalism, compound feed, chickens, chickens, herbal flour, prickly capers, nettle, peppermint, nutritional value, productivity.

ISSN 3030-3907

Введение

Каннибализм (от фр. cannibale, исп. caníbal) - внутривидовое хищничество, поедание животными себе подобных, съедение представителей собственного вида [1]. Проявляется он в разной степени: от расклева отдельных участков тела до полного поедания особями друг друга.

Причиной каннибализма является наследственный атавизм, проявляющийся при определенных условиях [3,с.11-14; 4,с.35-38; 5,с.378-381]:

- Недостаток белка, витаминов и минералов.
- Перенаселенность увеличивает вероятность стресса и агрессии.
- Неправильное освещение: слишком яркое освещение или длительный световой день могут стимулировать агрессию у кур.
- Нарушение микроклимата, условий содержания и кормления.
- Подсадка новых кур в уже сформировавшееся сообщество.
- Травмы и кровь: вид крови может спровоцировать у кур агрессию и желание клевать поврежденную птицу.

При этом именно питание играет ключевую роль в профилактике каннибализма у кур. Обеспечение кур сбалансированным рационом помогает избежать нехватки питательных веществ, что может приводить к агрессивному поведению.

Априорный анализ основных компонентов рациона кур и их альтернативных заменителей позволил выявить наиболее перспективные из лекарственных растений, обладающих антистрессовыми, противовоспалительными и ранозаживляющими свойствами, для профилактики и лечения каннибализма у кур. Так, в качестве белковых добавок могут быть использованы легуминосные растения (каперсы); кровоостанавливающего – крапива двудомная, антистрессового и седативного средства - мята перечная.

Каперсы (лат.*Capparis*s pinosa) - колючее многолетнее, травянистое высотой до 2,5 м растение с разветвлёнными, стелющимися стеблями, относящееся к семейству каперсовые (*Capparidaceae*). В Узбекистане растение чрезвычайно распространенное, оно растет спонтанно на щебенистых, каменистых, часто на засоленных почвах, в предгорьях, на галечниках, пустынях. В среднем общие запасы сырья колеблются от 0,2 до 3 тонн на 1 га. В составе растения содержится: 0,12-0,15% аскорбиновой кислоты,0,32-0,44% флавоноидов, 23,0-29,0% азотистых соединений, 3,5-4,2% жиров, 1,2% пектина и гликозидов, а также кумарины, углеводы. Планируется

ISSN 3030-3907

без значительных финансовых затрат и трудовых ресурсов получение, до 4-х урожаев в год [6, 7;с. 207-209, 8].

Крапива двудомная (лат. Urtíca dioica) - многолетнее травянистое растение, вид рода Крапива (Urtica), используемая также в качестве витаминной добавкой к основному рациону кур. Особо следует выделить наличие в крапиве витамина К, который придаёт растению кровоостанавливающие и противоотёчные, а растительный белок лектин – антитоксические свойства. Присутствующий в крапиве хлорофилл оказывает иммуностимулирующее действие, помогает заживлению поврежденных тканей Горький вкус и жжение могут служить отвлекающим средством для кур [9; с.16-19].

Мята перечная (лат.*Méntha piperíta*) - травянистое растение, вид рода Мята (*Mentha*) семейства Яснотковые (*Lamiaceae*). Ментол в листьях растения – миорелаксант обладает охлаждающими и успокаивающими свойствами, снижает чувство дискомфорта и смягчает раздражение. Розмариновая кислота и другие фенольные соединения обладают антиоксидантными свойствами и могут помочь смягчить воспаление и улучшить состояние кожи, что очень важно при расклёве птиц из-за развития каннибализма [10;с. 137-152, 11;с. 787–790, 12;с. 137-140].

Объектами исследования являлись каперсы, мята перечная, крапива двудомная и их смеси. Объектом сравнения – травяная мука.
Результаты исследования представлены в таблицах 1 - 5.

Состав смесей рассчитывали в следующем соотношении основных компонентов:
Смесь 1 (в %) : Кап.:МП: КД - 40:40:20 (2:2:1).
Смесь 2 (в %) : ТрМ : Смесь 1 - 28,5 : 17,5 (2:5).
Смесь 3 (в %) : ТрМ : Смесь 1 - 17,0 : 83,0 (1:5).
Расчётные данные представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1.

Питательная ценность композитных смесей из исследуемого растительного сырья для использования в составе комбикормов для молодняка кур возрастом от 8 до 16 недель

Показатель	Содержание (на 100 г сухого вещества)				
	ТрМ	Смесь 1	±Δ, в % от ТрМ	Смесь 2	±Δ, в % от ТрМ
Сырой протеин, г	17,5± 3,5	20,56	+17,50	19,70	+ 12,57
Сырой жир, г	4,2± 0,8	3,90	- 7,14	4,00	- 4,76
Сырая клетчатка,	12,0 ± 2,0	17,14	+ 42,83	15,67	+ 30,58

ISSN 3030-3907

г					
Сырая зола, г	10,2 ± 0,5	6,84	- 33,00	7,80	- 23,53
Обменная энергия (ОЭ), ккал	403 ± 2,6	415	+3,00	412	+ 2,23
Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), 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
Железо (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

Сравнительный анализ питательной ценности ТрМ и композитных смесей из исследуемого растительного сырья для комбикормов, используемых в питании молодняка кур возрастом от 8 до 16 недель, показал, что в смеси 1 из Кап., КД и МП (40:40:20) увеличилось содержание сырого протеина и клетчатки, соответственно, на 17,50 и 42,83% относительно ТрМ. Снизилось количество сырого жира и золы на 7,14 и 33,00%, БЭВ – на 8,10%. При этом отмечено незначительное увеличение показателя ОЭ в смеси в среднем на 3,00%. Установлено снижение массовой доли минералов и витамина Е. Заметно возросло количество витаминов А и С – на 23,33 и 77,10% соответственно.

Комбинирование исследуемого сырья с ТрМ позволило приблизить значения основных показателей питательной ценности смеси 2 к исходным значениям данного объекта сравнения. При этом по содержанию сырого протеина, клетчатки, ОЭ и витаминному составу смесь 2 имела более высокие показатели относительно ТрМ, хотя, хоть и незначительно, но уступала данным по смеси 1.

Таблица 2.

Питательная ценность композитных смесей из исследуемого растительного сырья для использования в составе комбикормов для кур - несушек возрастом от 43 недель и выше

Показатель	Содержание (на 100 г сухого вещества)		
	ТрМ	Смесь 3	±Δ, в %

ISSN 3030-3907

			от ТрМ
Сырой протеин, г	17,5± 3,5	20,06	+ 14,63
Сырой жир, г	4,2± 0,8	4,00	- 4,76
Сырая клетчатка, г	12,0 ± 2,0	16,27	+ 35,58
Сырая зола, г	10,2 ± 0,5	7,41	- 27,35
Обменная энергия (ОЭ), ккал	403 ± 2,6	417	+ 3,72
Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), 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
Железо (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

В результате сравнительного анализа питательной ценности ТрМ и смеси 3 (табл.2) установлена аналогичная закономерность с показателями ТрМ и смеси 2 (табл.1) по содержанию основных питательных веществ комбикормов. При этом смесь 3 богаче сырым протеином и клетчаткой, чем смесь 2.

Оптимальные параметры сушки травяной муки для комбикормов зависят от вида сырья, применяемой технологии сушки: естественная (теневая, солнечная) и искусственная (конвективная, инфракрасная, барабанная сушка и т.д.), а также от желаемого качества конечного продукта (содержание питательных веществ, цвет, запах и т.д.). Параметры сушки лекарственных растений зависят от вида сырья, его анатомо-морфологических особенностей, содержания эфирных масел, влаги и других активных веществ. Для сушки крапивы и мяты важно сохранить максимум биологически активных веществ (витамины, эфирные масла, флавоноиды и т.д.). Однако есть общие рекомендации и конкретные параметры для разных групп растений, ключевые параметры для управления процессом сушки представлены в таблице 3.

ISSN 3030-3907

Таблица 3.

Унифицированные параметры сушки растительного сырья

Параметр	Оптимальное значение
Целевая влажность травяной муки, %	10–12%
Температура сушки, °С	45 ± 15 (в зависимости от сырья)
Влажность воздуха, %	50,0 ± 10,0
Продолжительность сушки: - теневая, сут. - конвективная, мин. - в барабанных сушилках низкотемпературных	 1 – 7 20 - 40 до 60
Метод сушки	Теневая, искусственная, солнечная
Скорость воздуха для эффективной вентиляции, м/с	2,0 ± 1,0
Толщина слоя сырья, см	3,0 ± 2,0 (в зависимости от структуры)
Вентиляция	Обязательна (естественная или принудительная)

Таким образом, обоснована целесообразность комбинирования исследуемого растительного сырья с травяной мукой в комбикормах для цыплят и кур – несушек. Определены основные параметры сушки пищевого растительного сырья, лекарственных и пряно-ароматических растений.

Далее исследовали показатели токсикологической и микробиологической безопасности разработанных смесей. Результаты исследования представлены в таблицах 4, 5.

Таблица 4.

Показатели токсикологической безопасности травяных смесей

Показатель	Значение показателя, в *мг/кг*		
	По НД *, не более	*Смесь 1*	*Смесь 2*
Токсичные элементы:			
Свинец	0,10	0,04	0,06
Мышьяк	0,30	0,18	0,16
Кадмий	0,10	0,04	0,05
Ртуть	0,02	Н/о	0,00
Пестициды:			

ISSN 3030-3907

Гексахлорциклогексан (α-, β- и γ- изомеры)	0,50	0,38	0,30
DDT и его метаболиты	0,05	0,007	0,004
Ртутоорганические пестициды	Не допуск.	Н/о	Н/о
Вредные примеси и вредители:			
Горчак ползучий, вязель, софора и др.	Не допуск.	Н/о	Н/о
Заражённость вредителями	Не допуск.	Н/о	Н/о
Афлатоксин B_1	0,005	0,000	0,000

*Примечание: *НД – нормативный документ; ** Н/о – не обнаружено*

Установлено, что содержание тяжёлых токсичных металлов и пестицидов не превышало нормативные показатели, вредные примеси в исследуемых образцах бобов маша не обнаружены.

Микробиологическую обсеменённость исследуемого сырья определяли путём инкубирования субстратов на питательных агаризованных средах в оптимальных для роста колоний микроорганизмов условиях, затем путём фазовоконтрастного микроскопирования определяли видовой и количественный состав микрофлоры (табл. 5).

Анализ результатов исследования подтверждает соответствие исследуемых сме5сей из травяной муки, каперсов, крапивы и мяты в разных пропорциях, выращенных в Узбекистане, требованиям токсикологической и микробиологической безопасности согласно ГОСТ ISO 5526-2015 и СанПиН №0366-19.

Таблица 5.

Показатели микробиологической обсеменённости исследуемого сырья

Показатель	Значение показателей		
	По НД, не более	*Смесь 1*	*Смесь 2*
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	1×10^4	$3{,}2\times10^3$	$3{,}0\times10^3$
БГКП (колиформы), в 1 г	Не допуск.	Н/о	Н/о
Сальмонеллы в 25 г	Не допуск.	Н/о	Н/о
Дрожжи, КОЕ/г, не более	1×10^2	$0{,}4\times10^2$	$0{,}3\times10^2$
Плесени, КОЕ/г, не более	1×10^2	$0{,}3\times10^2$	$0{,}5\times10^2$
Listeria monocytogenes в 25 г	Не допуск.	Н/о	Н/о

Таким образом, использование таких нетрадиционных источников растительного белка, минеральных веществ, витаминов и других

ISSN 3030-3907

фармакологически активных нутриентов и соединений, как каперсы колючие, крапива двудомная, мята перечная, способствует фортификации функциональных свойств комбикормов для кур целевого назначения, в частности для профилактики и лечения каннибализма. Однако перед внедрением новых продуктов в рацион питания рекомендуется проведение зоотехнического исследования влияния данных комбикормов на физиологического состояние цыплят и кур – несушек в неблагоприятных условиях содержания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

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.
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:

ISSN 3030-3907

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

TAR-MAHSULOT TARKIBIDAN PIROLIZ JARAYONI MAHSULOTI ANTRASEN VA FENANTREN GOMOLOGLARINI AJRATIB OLISH

Karimova Zilola Maxmudovna
Buxoro davlat texnika universiteti, assistant(phd)
E-mail: karimova _zm 75@gmail.com
ORCID 0009-0007-6337-958X

Annotatsiya. Bugungi kunda rivojlanib borayotgan neft-gaz sanoati hamda tabiiy gaz qayta ishlash borasida, piroliz chiqindisi hisoblanadigan tar-mahsulot juda kam ahamiyat kasb etadi. Bunga sabab, mazkur xom ashyoni tozalashning murakkabligi va jarayondagi ko‘p miqdorda energiya sarfi bilan bog‘liq. Uning tarkibida o‘nlab yonil g‘i moddalarning mavjudligi hamda naftalin, fenantren va antratsen qatori uglevodorodlar miqdorining ko‘pligi bois soxa mutaxassislarining e'tiborini tortib kelmoqda.

Kalit so‘zlar. Tar-mahsulot, aromatik va xlorli organik erituvchilar, antrasen, fenantren, antrasen gomologlari.

Аннотация. Сегодня в развивающейся нефтегазовой промышленности, а также в сфере переработки природного газа деготь, являющийся отходом пиролиза, приобретает гораздо меньшее значение. Это связано со сложностью очистки этого сырья и большим расходом энергии в процессе. Он привлекает внимание специалистов отрасли из-за наличия в его составе десятков горючих веществ, а также большого количества углеводородов, таких как нафталин, фенантрен и антрацен.

Ключевые слова. Деготь-продукт, ароматические и хлорорганические растворители, гомологи антрацена, фенантрена, антрацена.

Annotation. In terms of the oil and gas industry, which is developing today, as well as natural gas processing, tar-products, which are considered pyrolysis waste, are of little importance. This is due to the complexity of cleaning this raw material and the large amount of energy consumption in the process. The presence of dozens of fuel substances in its composition, as well as the high content of hydrocarbons, including naphthalene, phenanthrene and anthracene, has attracted the attention of specialists in the bois Soha.

Keywords. Tar-product, aromatic and chlorinated organic solvents, anthracene, phenanthrene, anthracene homologues.

Kirish.

Dunyoda uglevodorod xom ashyosiga bo‘lgan talabning ortib borishi avvalam bor alternativ energiya tashuvchilarni izlash zaruratini talab qilayotgan b o‘lsa, pirovardida uglevodorodlardan unumli foydalanishni taqozo qilmoqda. Uglevodorodlarni chuqur qayta ishlab turli qimmatbaho materiallar ishlab

ISSN 3030-3907

chiqarish bugungi kunning dolzarb y o‘nalishlaridan hisoblanadi. Shunday y o‘nalishlardan biri piroliz jarayonidir va pirolizdan mamlakatimizda ham keng foydalanilmoqda. Jahonda sanoat oqava suvlarining miqdorini ortishi, ichimlik suv miqdorining kamayib borishi kabi tabiiy va sun’iy o‘zgarishlar tufayli yangi turdagi kationitlar va ularning xom ashyo bazalarini izlab topish, ular asosida sifati va samaradorligi yuqori bo‘lgan ionitlar sintezi b o‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada g‘ovaksimon, adsorbsion xossalari, dinamik va statik sigimi yuqori bo‘lgan ionalmashinish xossasiga ega bo‘lgan materiallar olish jarayonini tadqiq qilish, texnologik parametrlarini aniqlash, texnologiyasini yaratish ilmiy va amaliy jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi.

"Uz-Kor Gas Chemicall" MChJ hamda unga qarashli Ustyurt gaz-kimyo majmuasi, yiliga 387'ming tonna polietilen, 83'ming tonna polipropilen ishlab chiqarib kelmoqda. Yuqoridagi asosiy mahsulotlardan tashqari, 102'ming tonna piroliz distillyati, 8'ming tonna piroliz moyi hamda 10'ming tonna qoldiq mahsulot ishlab chiqaradi .Tar-mahsulot - qora-q o‘n g‘ir rangli, 60-70 °C haroratda suyuqlanadigan, shishasimon qattiq, 270—280°C da qanaydigan m o‘rt kristall modda. Piroliz xom ashyosi turiga qarab tar-mahsulot tarkibi o‘zgaruvchan bo‘ladi. Tar-mahsulot aromatik va xlorli organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Hozirda tar-mahsulot tarkibida aromatik uglevodorodlar miqdori yuqori bo‘lgani uchun asosan qurum va texnik uglerod ishlab chiqarish uchun xom ashyo sifatida keng q o‘llaniladi Piroliz reaktorlarida hosil bo‘ladigan olefinlarning reaksion muhitda ikkilamchi reaksiyalar hisobiga hosil bo‘ladigan piroliz kondensatining fizik xossalari va kimyoviy tarkibi, tajribalar asosida chuqur tadqiq qilingan Jarayon mahsulotlari tarkibi va pirokondensat miqdorining o‘zgarishiga ta'sir qiluvchi omillar o‘rganilgan.. Pirolizning suyuq mahsulotlarini qayta ishlashning asosiy y o‘nalishlari va ishlatilish sohalari keltiriblgan.

"Uz-Kor Gas Chemicall" MChJ qo‘shma korxonasida, uglevodorod xom-ashyosini piroliz qilish jarayoni va unda hosil b o‘adigan pirokondensatning fizik-kimyoviy xossalari va kimyoviy tarkibi b o‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari tahlil qilindi. Piroliz reaksiyasi mahsulotlari pirokondensatining tarkibi va miqdoriy o‘zgarishiga ta'sir qiluvchi omillar k o‘rib chiqildi.

Ikkilamchi piroliz mahsulotlari - piroliz distillyati, piroliz moyi va qoldiq mahsulotlarning kimyoviy tarkibi o‘rganilgan. Piroliz distillyati sariq rangdan och malla rangli yengil yoqimsiz hidli suyuqlik. Uning tarkibida 6-12 gacha uglerod atomi saqlovchi arenlar hamda olefinlar mavjud. Bunda, massa jihatdan olefilar 23,7%, arenlar 67,18% va oz miqdorda alkanlar, dienlar, sikloalkanlar ham uchraydi. Piroliz moyi t o‘q jigarrangdan t o‘q yashil ranggacha bo‘lgan hidsiz moysimon suyuqlik. Mahsulot tarkibi xom-ashyoga bog‘liq bo‘ladi. Piroliz moyi

ISSN 3030-3907

tarkibida asosan 41,51% naftalin, 16,25% 2-metilen naftalin aniqlangan. Shuningdek, piroliz moyi tarkibida 9,33% inden va oz miqdorlarda 1-metilnaftalin hamda 1,6-dimetilnaftalinlar borligi tadqiqotlar asosida o‘rganilgan

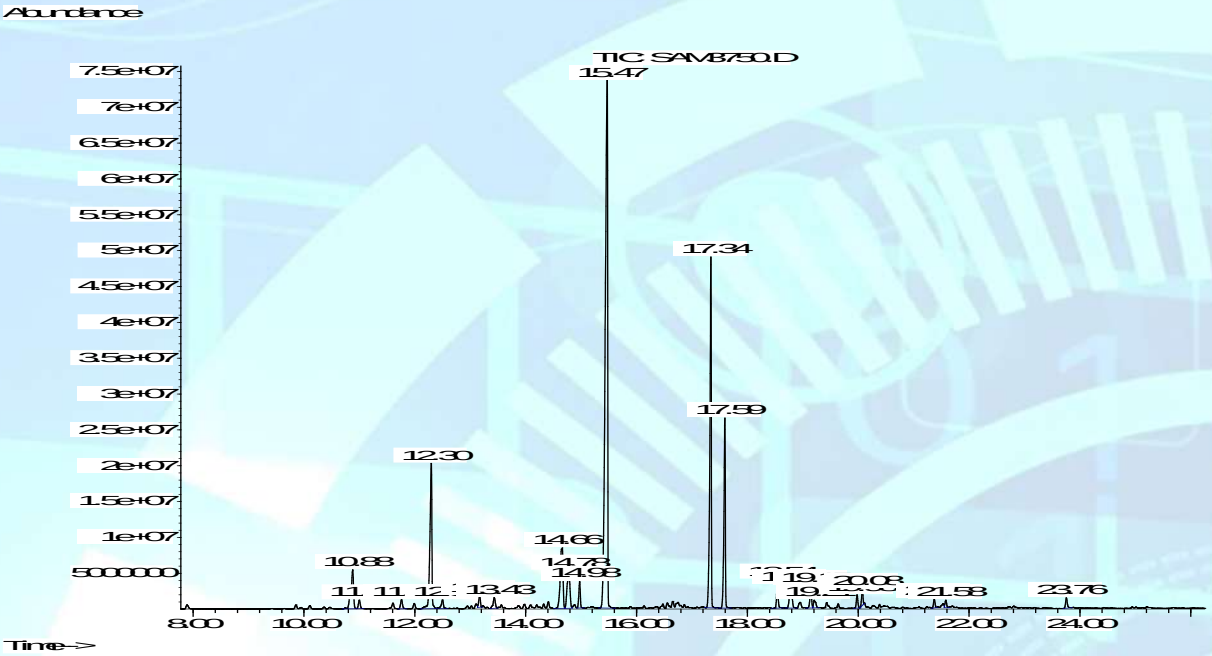
Piroliz xom ashyosi turiga qarab tar-mahsulot tarkibi o‘zgaruvchan bo‘ladi. “UZ-KOR GAS CHEMICAL” QK MCHJ piroliz jarayoni mahsuloti namunasi kimyoviy tarkibini sifat jihatdan o‘rganish maqsadida zamonaviy fizik-kimyoviy analiz turi yordamida o‘rgandik. Zamonaviy analitik priborda analiz qildik, tahlil natijalari quyidagicha bo‘lib.

Tar –mahsulotning mass-spektral analiz natijalari

№	Modda nomi	Chiqish vaqti vaqt (min)	Komponentning ulushi (%)
1	Fluoren	13,63	2,17
2	2-feniltoluol	13,94	1,38
3	9-metilfluoren	14,95	2,86
4	2- metilfluoren	15,02	1,86
5	1,1-difenileten	15,14	1,88
6	fenantren	15,82	10,44
7	2-metilfenantren	15,94	38,64
8	4- metilfenantren	16,71	1,02
9	3- metilfenantren	17,01	1,4
10	2-metilantrasen	17,07	1,79
11	1- metilantrasen	17,16	8,69
12	9- metilantrasen	17,26	2,7
13	1,2- metilantrasen	17,30	2,09
14	1,4-metanoazulin	17,77	1,37
15	1,2-benzendikarbon kislota	22,70	13,46
16	Aniqlanmagan mahsulot	>22,70	9,25

320-360^{0}C orali g‘ida olingan fraksiyaning xromato-mass-spektr natijalari

ISSN 3030-3907



Tar-mahsulot fraksiyasi GXMS xromatogrammasi

Tahlil natijasida olingan miqdoriy va sifat analizi natijalari.

Tar-mahsulot fraksiyasi kimyoviy tarkibi

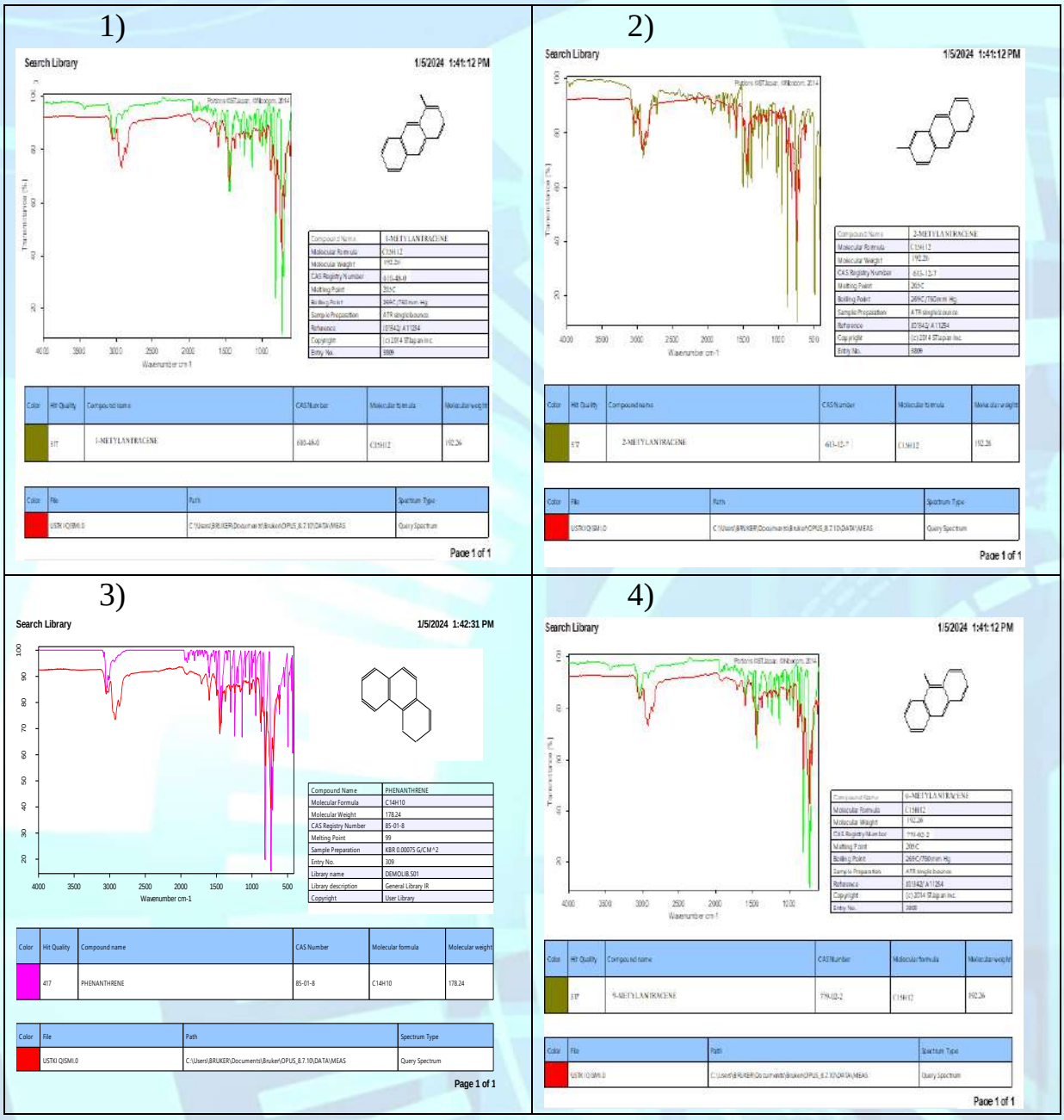
Modda nomi	Massa ulushi
Antrasen	16,04
1-metilantrasen	15,41
2-metilantrasen	19,79
9-metilantrasen	14,80
Fenantren	26,74
1-etilantrasen	3,08
1,8-dimetilantrasen	2,94
boshqa moddalar	1,20

Olib borilgan tahlil natijalari tar-mahsulot tarkibidan ajratib olingan fraksiya tarkibida antrasen va uning gomologlari, fenantren va uning gomologlari kabi ko‘p yadroli aromatik birikmalar borligini tasdiqladi.

Tar-mahsulot vakuumli haydash qurilmasi yordamida turli fraksiyalarga ajratildi va olingan mahsulotlar tarkibidan qayta kristallash orqali antrasen gomologlari ajratib olindi. Oxirgi mahsulot IQ spektri olindi va natijalar quyida keltirilgan.

Antrasen gomologlari IQ spektri

ISSN 3030-3907



3.3 – rasm. Ko‘p yadroli arenlar IQ spektri baza bilan solitirish natijalari.

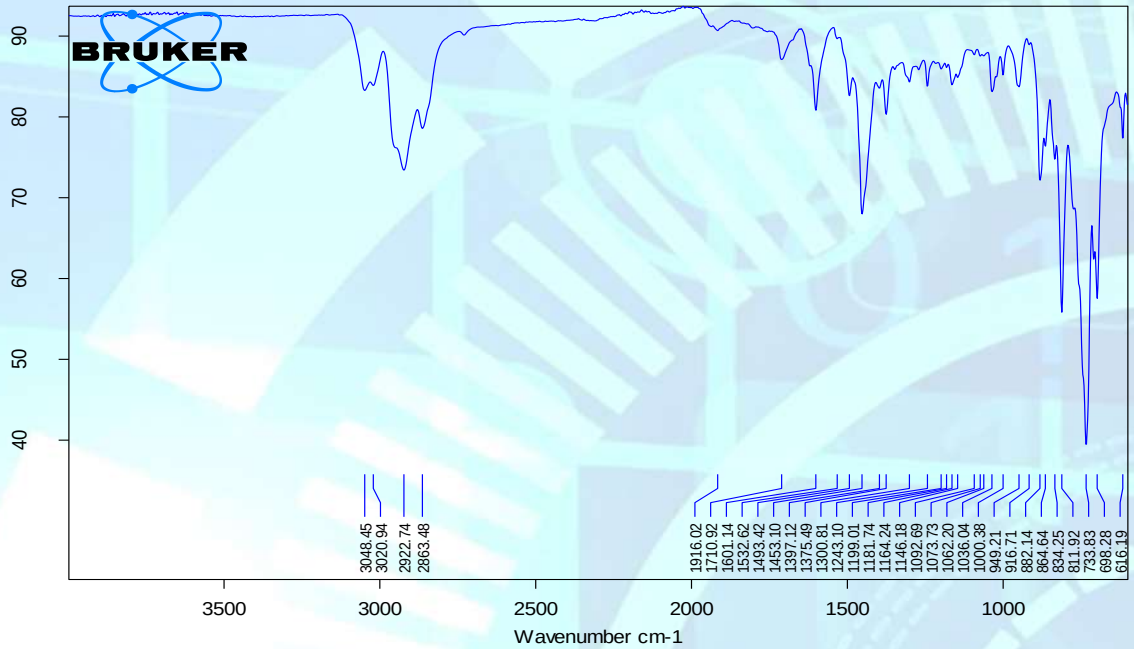
1) 1-metilantrasen, 2) 2-metilantrasen, 3) fenantren, 4) 9-metilantrasen

Ko‘p yadroli arenlar IQ spektri tahlili

Tebranish chastotasi, sm^{-1}	Funksional guruh	Tebranish shakli
3048,45	aromatik yadrodagi -C-H	valent tebranish
1710,92	aromatik yadrodagi -CH_3	valent tebranish
1493,42	aromatik yadrodagi C=C	valent tebranish
733,83	aromatik yadro	valent tebranish

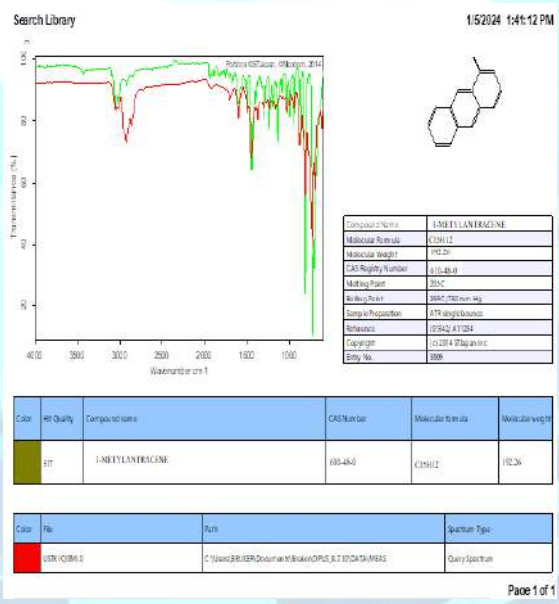
ISSN 3030-3907

616,19	aromatik yadrodagi - C-H	deformatsion tebranish

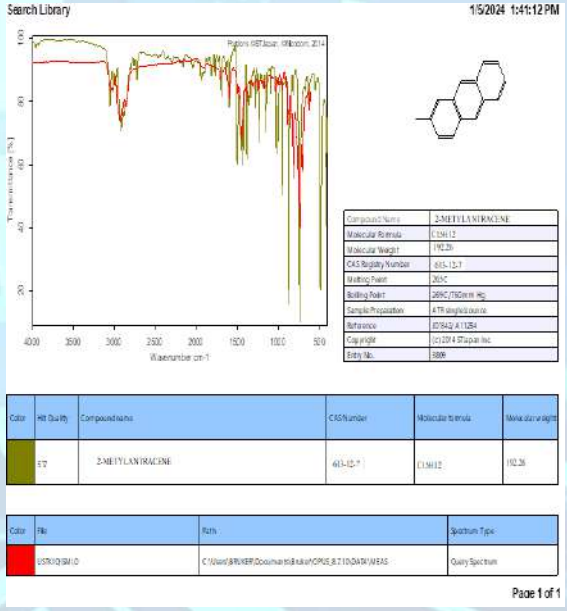


Antrasen gomologlari IQ spektri

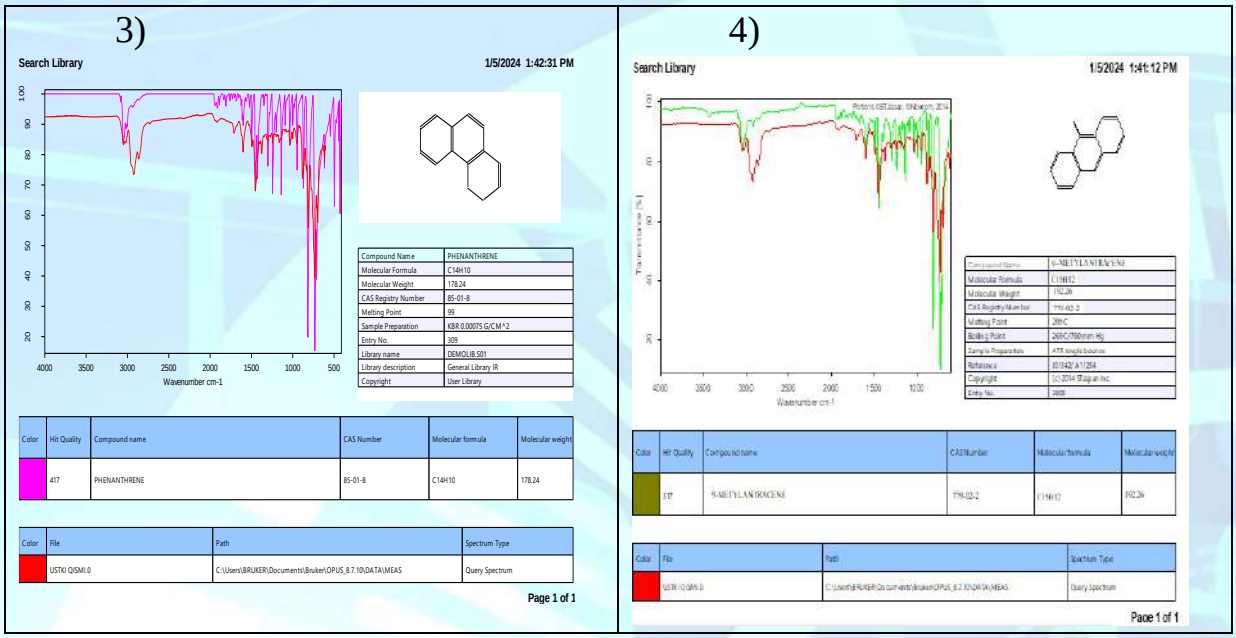
1)



2)



ISSN 3030-3907



Ko‘p yadroli arenlar IQ spektri baza bilan solitirish natijalari.
1) 1-metilantrasen, 2) 2-metilantrasen, 3) fenantren, 4) 9-metilantrasen

Ko‘p yadroli arenlar IQ spektri tahlili

Tebranish chastotasi, sm^{-1}	Funksional guruh	Tebranish shakli
3048,45	aromatik yadrodagi -C-H	valent tebranish
1710,92	aromatik yadrodagi -CH_3	valent tebranish
1493,42	aromatik yadrodagi C=C	valent tebranish
733,83	aromatik yadro	valent tebranish
616,19	aromatik yadrodagi -C-H	deformatsion tebranish

Ko‘p yadroli aromatik birikmalarni ajratib olish

Tar-mahsulot tarkibidan ko‘p yadroli arenlarni ajratib olish uchun dastlab 1000 ml hajmdagi kolbaga 700 gramm xom ashyo solindi va fraksiyalash qurilmasiga o‘rnatildi. Qizdirish elektr qurilmasi yordamida harorat minutiga 20^oC dan oshirib borildi. Tar-mahsulot tarkibidagi dastlabki fraksiya 250-340^oC harorat orali g‘ida ajratib olindi. Ikkinchi fraksiya sifatida 340-360^oC harorat orali g‘ida ajratib olindi va tarkibi o‘rganildi . Ikkinchi fraksiya tarkibi asosan antrasen gomologlaridan iborat ekanligi tahlillar natijalaridan ko‘rinib turibti.

Olingan ikkinchi fraksiya minutiga 5^0C tezlik bilan xona haroratigacha sovutilganda 80%dan ko‘p qismi kristallandi va vakuum filtrlash y o‘li bilan

ISSN 3030-3907

kristallar tozalab olindi. Kristallar presslash y o‘li bilan yana bir bor tozalandi va keyingi izlanishlar uchun xom ashyo sifatida foydalanildi.

XULOSA o‘rnida shuni aytish mumkinki, tadqiq etilayotgan tar-mahsulot ikkilamchi mahsuloti o‘z tarkibida ko‘p miqdorda aromatik va qo‘sh-aromatik birikmalar saqlashi bois fraktsiyalash jarayonlari juda yuqori haroratlarda olib borildi deyish mumkin.

Birikma tarkibida, ayni ikkinchi fraktsiya mahsulotining ko‘p miqdorda va toza holda mavjud ekani esa, tar-mahsulot xom ashyosini qayta ishlashda muhim omillardan biri sifatida qarashga imkon beradi. Fluoren, antrasen va fenantren birikmalari bir-biridan ajratilib, har bir fraksiya asosida turli suvlar tarkibidagi ionlarni tozalashda va qurilishda superplasifikator sifatida qo‘llashga tavsiya beriladi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kodirov O.Sh., Mirzakulov X.Ch., Berdiev X.U., Sharipova V.V. Issledovanie ximicheskogo sostava pirokondensata piroliznogo proizvodstvayu // Universum: Texnicheskie nauki: elektron. nauchn. jurn. 2018. № 9(54). URL: http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6383
2. Lakeev S.N., Ishalina O.V., Ganeev A.E., Maydanova I.O. Issledovanie sposobov ximicheskoy pererabotki C-5 fraksii jidkix produktov piroliza s polucheniem poleznыx produktov. // Bashkirskiy ximicheskiy jurnal. 2018. Tom 25. № 4. C. 94-100.
3. Lebedeva M.A., Kolesnik V.D., Mashukov V.I., Yegorov A.V. Xromatograficheskoe opredelenie ximicheskogo sostava tyajelыx smol piroliza. // Izvestiya Tomskogo politexnicheskogo universiteta. 2010. T. 316. № 3. C. 102-105.
4. Orifjon Kadirov, Zilola Karimova Inevistication of the processof obtaining additive for gypsumboard based on polymethylenenaphthaline carboxylic acids. //Universum: технические науки : электрон. научн. журн.2023. № 4 4-7 (109) апрель C.55-59 p.
5. Karimova Z.M., Nurmanov S.E., Kodirov O.Sh. Ko‘p yadroli polimetilen aromatik karbon kislota sintezi va tuzilishini o‘rganish. //QarDU xabarlari 2024, 2(2), 110-115 b.
6. Каримова З.М., Кодиров О.Ш. Пиролиз жараёни қаттиқ маҳсулоти таркибидаги антрацен асосида антрахинон ишлаб чиқариш. //Илм-фан (электрон журнал) Ўзбекистон миллий ахборот агентлиги 2022, -Тошкент:
7. Қодиров О.Ш., Жўраева Л.Р., Каримова З.М. Углеводородлар пиролиз жараёнида ҳосил бўлган тар продукт кимёвий таркиби ва қўлланилиши. //Фан ва технологиялар тараққиёти № 3/ 2022, 99-104 б.

ISSN 3030-3907

8. Karimova Z.M., Nurmanov S.E., Kodirov O.Sh. Ko‘p yadroli aromatik uglevodorodlar pirolizi ikkilamchi mahsulotlari asosida olingan ion almashinish smolalarini o‘rganish. // Development of science. Volume 1 2024/1, 283-287 p.
9. Қодиров О.Ш., Жўраева Л.Р. Каримова З.М.Получение ароматических углеводородов на основе пиролизного масла. // Инновационные подходы к развитию образовательно-производственного кластера в нефтегазовой отрасли материал международной конференции 20 апрель, 2022 г, Ташкент, С.165-167b
10. Қодиров О.Ш, Ҳалимова О.Б., Каримова З.М. Бензол тетракарбон кислота синтези. // Фундаментальные и практические аспекты функциональных полимеров. Материалы международной научно-практической конференции Ташкент: 17-18 марта 2023 г. С. 346–349
11. Karimova Z.M. Study of by-products composition and synthesis of carbon acids // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 12(129). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18907
12. Қодиров О.Ш, Ҳалимова О.Б., Каримова З.М. Нафталин асосида фтал кислота синтези. // Фундаментальные и практические аспекты функциональных полимеров. Материалы международной научно-практической конференции Ташкент: 17-18 марта 2023 г. 342–346с

ISSN 3030-3907

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ражабова Муниса Шукуровна
Каршинский государственный университет факультет
E-mail: munisarajabova085@gmail.com

Аннотация. На сегодняшний день невозможно представить строительство без материалов для теплоизоляции. Теплоизоляционные материалы играют важную роль в строительстве, способствуя экономии энергии и защите окружающей среды. Они помогают повысить энергетическую эффективность зданий, обеспечивая тепло зимой и прохладу летом. Теплоизоляция в строительстве является важным элементом для повышения энергетической эффективности зданий или других объектов. В последние годы роль теплоизоляционных материалов значительно увеличилась, так как вопросы энергосбережения, изменения климата и создания комфортных условий в зданиях становятся все более актуальными. В данной статье рассматриваются основные теплоизоляционные материалы, их преимущества, недостатки, а также их место и значение в строительстве.

Ключевые слова: Полистирол, Минеральная вата, Полиуретан, Китайская вата, Пеноизоляция, Эковата, Минеральные плиты

Annotation. Nowadays, it is impossible to imagine construction without thermal insulation materials. Thermal insulation materials play an important role in construction by contributing to energy savings and environmental protection. They help improve the energy efficiency of buildings by providing warmth in winter and coolness in summer. Thermal insulation in construction is a crucial element for enhancing the energy efficiency of buildings or other structures. In recent years, the role of thermal insulation materials has significantly increased, as issues of energy conservation, climate change, and creating comfortable conditions in buildings have become more relevant. This article discusses the main thermal insulation materials, their advantages and disadvantages, as well as their place and significance in construction.

Keywords: Polystyrene, Mineral wool, Polyurethane, Chinese wool, Foam insulation, Ecowool, Mineral boards.

Annotatsiya. Bugungi kunda issiqlik izolatsiyasi uchun materiallarsiz qurilishni tasavvur qilishning iloji y o‘q. Issiqlik izolyatsiyasi materiallari qurilishda muhim rol o‘ynaydi, energiya tejash va atrof-muhitni muhofaza qilishga yordam beradi. Ular qishda issiqlik va yozda salqinlikni ta'minlash orqali binolarning energiya samaradorligini oshirishga yordam beradi. Qurilishdagi issiqlik izolatsiyasi binolar yoki boshqa ob'ektlarning energiya samaradorligini oshirish uchun muhim element hisoblanadi. S o‘nggi yillarda issiqlik izolyatsiyalovchi materiallarning roli

ISSN 3030-3907

sezilarli darajada oshdi, chunki energiyani tejash, iqlim o‘zgarishi va binolarda qulay sharoitlarni yaratish masalalari tobora dolzarb bo‘lib bormoqda. Ushbu maqolada asosiy issiqlik izolyatsiyasi materiallari, ularning afzalliklari, kamchiliklari, shuningdek qurilishdagi o‘rni va ahamiyati muhokama qilinadi.

Kalit s o‘zlar: polistirol, mineral jun, poliuretan, Xitoy jun, ko‘pik izolyatsiyasi, Eko Jun, mineral plitalar

Введение

В современной строительной отрасли повышение энергоэффективности и защита окружающей среды являются актуальными задачами. Для достижения этих целей широкое применение находят теплоизоляционные материалы. Теплоизоляция помогает снизить теплопотери зданий, поддерживая тепло зимой и прохладу летом. В результате снижаются затраты на отопление и кондиционирование, что также уменьшает негативное воздействие на экологию. Поэтому выбор и использование теплоизоляционных материалов в строительстве становятся все более важными.

В Республике Узбекистан летом наблюдается жаркая погода, а зимой — холодная. Это требует использования качественных, экономичных, энергоэффективных и экологически чистых строительных материалов для строительства жилья. Поэтому, при строительстве, важно правильно выбрать теплоизоляционные материалы. Значение теплоизоляционных материалов в строительстве:

• Энергосбережение: Правильная теплоизоляция значительно снижает расход энергии, особенно в холодных климатических условиях.

• Защита от солнечных лучей и холода: Хорошие изоляционные материалы защищают здание от тепла и холода, что может иметь различные свойства в зависимости от климата.

• Охрана окружающей среды: Теплоизоляция помогает не только сохранять энергию, но и снижать выбросы вредных газов в атмосферу, что имеет экологическое значение.

Факторы, которые следует учитывать при выборе теплоизоляционных материалов:

• Коэффициент теплопроводности (λ): Эффективность теплоизоляции определяется коэффициентом теплопроводности. Материалы с более низким значением λ обеспечивают лучшую изоляцию.

• Цена: Цена материала также имеет значение. Иногда более дешевые материалы могут не давать хорошего результата.

ISSN 3030-3907

• Стабильность и долговечность: Устойчивость материала к старению и его экологическая чистота.

Особенности, преимущества и недостатки теплоизоляционных материалов, используемых в Узбекистане:

Полистирол (Стирофом) — широко используемый теплоизоляционный материал в строительстве. Он легкий, экономичный и является идеальным выбором для различных строительных и изоляционных работ. Вот некоторые основные характеристики, преимущества и области применения полистирола:

Характеристики полистирола:

1. Легкость: Полистирол имеет характерную особенность — его легкость, что упрощает строительные процессы и снижает затраты на транспортировку.
2. Теплоизоляция: Полистирол обладает отличными теплоизоляционными свойствами, помогая сохранять тепло зимой и прохладу летом.
3. Устойчивость к влаге: Полистирол не пропускает влагу, и его можно использовать в условиях высокой влажности или жидкости.
4. Шумоизоляция: Полистирол помогает улучшить акустические характеристики зданий, поглощая шум.
5. Экологическая чистота: Полистирол безопасен для окружающей среды и может быть переработан.

Преимущества полистирола:

1. Доступность: Полистирол является одним из самых экономичных теплоизоляционных материалов, широко используемых строительными компаниями.
2. Удобство работы: Полистирол легко режется, формируется и укладывается, что сокращает время строительства.
3. Огнестойкость: Полистирол можно обработать специальными веществами, чтобы повысить его огнестойкость.
4. Долговечность: Полистирол сохраняет свои свойства в течение долгого времени и противостоит старению.

Области применения:

1. Изоляция фасадов: Полистирол широко используется для теплоизоляции стен и фасадов зданий, снижая затраты на отопление.
2. Изоляция крыш: Полистирол применяется для теплоизоляции крыш, что имеет важное значение для поддержания тепла в доме.
3. Изоляция подвалов и фундаментов: Полистирол эффективен при теплоизоляции подвалов и фундаментов, что помогает снизить влажность.

ISSN 3030-3907

4. Изоляция пола и земли: Полистирол используется для теплоизоляции пола и земли, помогая сохранять тепло в здании.

Недостатки полистирола:

1. Механическая слабость: Полистирол может быть слабым при воздействии внешних сил, таких как сжатие или разрыв.
2. Чувствительность к химическим веществам: Полистирол чувствителен к некоторым химическим веществам, что требует осторожности при его хранении и укладке.
3. Огнестойкость: Полистирол легко воспламеняется, хотя существуют огнестойкие его варианты.

Минеральная вата – это строительный изоляционный материал, который обладает хорошими теплотехническими свойствами, такими как теплоизоляция и огнезащита. Она состоит из неорганических волокон и используется в различных областях строительства, особенно для тепло- и звукоизоляции.

Преимущества минеральной ваты:

1. Теплоизоляция: Минеральная вата обладает отличными теплоизоляционными свойствами и помогает снизить энергозатраты, поддерживая стабильную температуру в помещениях.
2. Огнезащита: Минеральная вата устойчива к огню и может выдерживать высокие температуры без потери своих изоляционных свойств.
3. Устойчивость к внешним воздействиям: Этот материал не подвержен воздействию внешних факторов, таких как влага или химические вещества, что делает его долговечным.
4. Экологичность: Минеральная вата является экологически безопасным материалом, так как она не выделяет вредных веществ в процессе эксплуатации.

Недостатки минеральной ваты:

1. Механическая уязвимость: Минеральная вата требует осторожности при установке и транспортировке, так как она может быть повреждена при неправильном обращении.
2. Вес: Минеральная вата может быть тяжелой, что делает процесс ее транспортировки и установки более сложным.
3. Проницаемость: В случае длительного воздействия влаги или повреждения, ее изоляционные свойства могут ухудшиться.
4. Воздухопроницаемость: Некоторые виды минеральной ваты могут быть менее воздухопроницаемыми, чем другие изоляционные материалы.

Применение минеральной ваты:

ISSN 3030-3907

1. Изоляция фасадов: Минеральная вата используется для тепло- и огнезащиты внешних стен зданий.
2. Изоляция кровли: Минеральная вата широко применяется для изоляции крыш, защищая их от холода и жары.
3. Изоляция внутренних стен и перекрытий: Минеральная вата используется для теплоизоляции стен и потолков, а также для звукоизоляции.
4. Подвалы и фундаменты: Из-за своей устойчивости к влаге, минеральная вата применяется для изоляции подвалов и фундаментов.

Полиуретановая пена (PU) – это эффективный и широко используемый изоляционный материал, который обладает отличными теплоизоляционными свойствами, легкостью и удобством в установке. Этот материал применяется во многих областях строительства и промышленности, особенно для теплоизоляции зданий.

Характеристики полиуретановой пены:

1. Высокая теплоизоляция: Полиуретановая пена сохраняет тепло и имеет низкий коэффициент теплопроводности, что помогает снизить расходы на отопление и охлаждение.
2. Легкость в установке: Процесс установки полиуретановой пены прост и удобен. В газообразном виде она расширяется и точно адаптируется к поверхности, создавая идеальную изоляцию даже на сложных участках.
3. Устойчивость к влаге: Полиуретановая пена хорошо защищает от влаги, пыли и воздуха, что делает ее эффективной в любых строительных условиях.
4. Легкость и прочность: Полиуретановая пена является легким, но прочным материалом, который долго сохраняет свои изоляционные свойства.
5. Огнестойкость: Полиуретановая пена может быть обработана специальными составами для защиты от огня, хотя стандартная пена может легко загореться.

Преимущества полиуретановой пены:

1. Высокая теплоизоляция: Полиуретановая пена обладает отличными теплоизоляционными свойствами, что способствует улучшению энергоэффективности зданий.
2. Высокая воздухонепроницаемость: Поверхность полиуретановой пены практически не пропускает воздух, что помогает поддерживать стабильную температуру в помещениях и снижать энергозатраты.
3. Способность к расширению: При нанесении полиуретановая пена расширяется, адаптируясь к поверхности и заполняя пустоты и трещины.

ISSN 3030-3907

4. Легкость в установке: Установка полиуретановой пены значительно быстрее и проще, чем других изоляционных материалов, что ускоряет процесс строительства.
5. Долговечность: Полиуретановая пена сохраняет свои теплоизоляционные свойства в течение долгого времени и требует минимального обслуживания.

Недостатки полиуретановой пены:

1. Чувствительность к химическим веществам: Полиуретановая пена может реагировать с некоторыми химическими веществами, особенно сильными кислотами и щелочами, что снижает ее устойчивость.
2. Необходимость в огнезащитной обработке: Полиуретановая пена может легко воспламеняться, поэтому она требует специальной обработки для обеспечения огнестойкости.
3. Цена: Стоимость полиуретановой пены может быть выше, чем у других изоляционных материалов, однако ее эффективность и долговечность оправдывают эту цену.
4. Экологические риски: Производство полиуретановой пены включает использование некоторых химических веществ, которые могут быть опасны для окружающей среды, поэтому она требует осторожного обращения при утилизации.

Применение полиуретановой пены:

1. Изоляция фасадов: Полиуретановая пена используется для теплоизоляции внешних стен зданий, улучшая энергоэффективность и защищая от холода.
2. Изоляция кровли: Полиуретановая пена эффективна для изоляции крыш, защищая их от воздействия холода и жары.
3. Изоляция полов и фундаментов: Полиуретановая пена используется для сохранения тепла в подвалах и на фундаментах.
4. Сантехническое оборудование: Полиуретановая пена применяется в различных технических устройствах, таких как системы охлаждения.

Китайская вата (или китайское волокно) – это изоляционный материал на натуральной основе, в основном состоящий из обработанных и не ломких каменных или стеклянных волокон. Она используется в различных областях строительства и промышленности, особенно для тепло- и звукоизоляции.

Характеристики китайской ваты:

1. Легкость: Китайская вата является очень легким материалом, что облегчает его транспортировку и установку.
2. Теплоизоляция: Китайская вата обладает хорошими теплоизоляционными свойствами, помогая сохранять тепло зимой и прохладу летом.

ISSN 3030-3907

3. Устойчивость к влаге: Китайская вата устойчива к воздействию влаги и сохраняет свои изоляционные свойства даже в влажных условиях.
4. Огнестойкость: Китайская вата обладает хорошей огнезащитой, не горит и защищает здание от пожара.
5. Экологичность: Китайская вата является экологически безопасным материалом, так как она не выделяет вредных веществ в процессе эксплуатации.

Преимущества китайской ваты:

1. Легкость установки: Китайскую вату легко установить, что ускоряет процесс строительства.
2. Экологическая чистота: Китайская вата изготавливается из натуральных материалов и безопасна для окружающей среды.
3. Тепло- и звукоизоляция: Она обеспечивает хорошую тепло- и звукоизоляцию, улучшая комфорт в здании.
4. Подходит для различных климатических условий: Китайская вата эффективно работает в различных климатических условиях, защищая от холода и жары.

Недостатки китайской ваты:

1. Механическая слабость: Китайская вата может быть менее устойчива к механическим повреждениям, чем другие материалы.
2. Уязвимость к влаге: При длительном воздействии влаги китайская вата может потерять свои изоляционные свойства.
3. Тяжесть: Некоторые виды китайской ваты могут быть тяжелыми, что усложняет транспортировку и установку.

Применение китайской ваты:

1. Изоляция фасадов: Китайская вата используется для теплоизоляции фасадов зданий.
2. Изоляция кровли: Китайская вата эффективно защищает крыши от холода и жары.
3. Изоляция внутренних стен и перекрытий: Она используется для изоляции стен и потолков, а также для улучшения акустических характеристик.
4. Подвалы и фундаменты: Из-за своей устойчивости к влаге, китайская вата применяется для изоляции подвалов и фундаментов.

В сантехнических и технических установках: Китайская вата может быть использована в санитарных и технических системах, таких как системы отопления и охлаждения.

Эковата — это экологически чистый материал, обладающий высокими теплоизоляционными и звукопоглощающими свойствами. Она

ISSN 3030-3907

изготавливается преимущественно из вспененных или легких материалов и используется в строительстве для теплоизоляции, звукоизоляции и акустической изоляции. Эковата в основном производится из переработанных сырьевых материалов, таких как бумага и другие органические материалы, что делает её экологически безопасной для окружающей среды.

Характеристики Эковаты:

1. Теплоизоляция: Эковата обладает высокими теплоизоляционными свойствами. Она помогает создавать теплую атмосферу зимой и прохладу летом в зданиях. Эковата эффективно сохраняет тепло и увеличивает энергетическую эффективность зданий.
2. Поглощение звука: Эковата эффективно поглощает звук и используется для акустической изоляции. Её структура помогает эффективно поглощать звук, что делает её идеальной для офисов, конференц-залов и других шумных помещений.
3. Экологическая чистота: Эковата изготавливается из органических материалов (бумаги, целлюлозы и других) и может быть переработана, что делает её экологически чистым материалом. Это натуральные волокна, которые безопасны и не наносят вреда окружающей среде.
4. Устойчивость к влаге: Эковата устойчива к влаге. Однако при длительном воздействии влаги её теплоизоляционные свойства могут ухудшиться. Для защиты от влаги существуют специально обработанные варианты эковаты.
5. Легкость: Эковата — легкий материал, что облегчает её установку. Это позволяет ускорить строительные процессы.

Преимущества Эковаты:

1. Экологическая безопасность: Эковата изготовлена из натуральных материалов и безопасна для экологии. Этот материал может быть переработан, не нанося вреда окружающей среде.
2. Высокая теплоизоляция: Эковата хорошо сохраняет тепло, что помогает экономить энергию в зданиях. Благодаря её теплоизоляционным свойствам, зимой в домах тепло, а летом — прохладно.
3. Акустическая изоляция: Эковата эффективно поглощает звук, что делает её идеальной для офисов, студий и других шумных помещений.
4. Легкость в установке: Эковату легко установить, она наносится на различные поверхности и площади.
5. Долговечность: Эковата сохраняет свои теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства на протяжении долгого времени и служит эффективно.

ISSN 3030-3907

Недостатки Эковаты:

1. Пропускание влаги: Если эковата подвергается воздействию влаги, она может потерять свои теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства. Для предотвращения этого необходимы специальные влагостойкие обработки.
2. Легкость повреждения: Структура эковаты иногда может быть подвержена механическим повреждениям или сжатию, что снижает её изоляционные свойства.
3. Пылеобразование: Поверхность эковаты может собирать пыль, что снижает её эффективность. Поэтому требуется регулярная очистка и поддержание в хорошем состоянии.
4. Цена: Эковата может быть дороже других изоляционных материалов. Однако её экологические преимущества и долгий срок службы делают её экономически эффективной.

Применение Эковаты:

1. Изоляция фасадов и крыш: Эковата используется для теплоизоляции внешних стен зданий. Этот материал также применяется для изоляции крыш и фасадов.
2. Изоляция подвалов и фундаментов: Эковата эффективно используется для изоляции подвалов и фундаментов, помогая сохранять тепло и защищать от влаги в подземных частях зданий.
3. Внутренние стены и перекрытия: Эковата используется для тепло- и звукоизоляции внутренних стен и перекрытий.
4. Акустическая изоляция: Эковата эффективно поглощает звук и используется для шумоизоляции в офисах, студиях, театрах и других шумных местах.
5. Кухни и санузлы: Эковата также используется в некоторых кухонных и санитарных помещениях, так как она безопасна и экологически чиста.

Обзор литературы

В последние годы количество исследований в области теплоизоляционных материалов значительно увеличилось. Помимо традиционных материалов, разрабатываются новые экологически чистые и эффективные теплоизоляционные материалы. Например, широко применяются пенополистирол, минеральная вата, полиуретановые пенопласты и материалы на основе природных волокон. Также изучаются такие параметры, как теплопроводность, прочность, стоимость и экологическое воздействие. Некоторые работы направлены на повышение

ISSN 3030-3907

устойчивости и эффективности органических материалов, другие — на создание новых композитных изоляционных материалов.

Результаты

Анализ литературы показывает, что традиционные минеральная вата и пенополистирол выделяются хорошими теплоизоляционными свойствами и низким экологическим воздействием. Полиуретановые пенопласты обладают высокой теплоизоляционной эффективностью, однако при производстве имеют экологические риски. Природные волокна, такие как хлопок или шерсть, являются экологически чистыми, но могут уступать по прочности и влагостойкости. Таким образом, при выборе идеального теплоизоляционного материала необходимо учитывать эффективность, стоимость, экологическую безопасность и долговечность.

Обсуждение

Теплоизоляционные материалы в строительстве не только обеспечивают энергосбережение, но и играют важную роль в защите окружающей среды. С помощью новых технологий и материалов можно значительно повысить энергоэффективность зданий. Однако каждый материал имеет свои преимущества и недостатки, поэтому при выборе требуется комплексный подход. Кроме того, важно сочетать экологическую устойчивость и экономическую эффективность — это одна из главных задач современного строительства. В будущем ожидается большее применение биологически основанных и возобновляемых материалов, что стимулирует инновации в строительной сфере.

Заключение:

В современном строительстве в основном используются материалы для теплоизоляции, так как правильный выбор таких материалов помогает не только повысить энергоэффективность зданий, но и обеспечить их комфортность и экологическую безопасность. Развитие новых технологий и материалов способствует повышению долгосрочной эффективности зданий. Роль теплоизоляции в строительстве не только увеличивает энергоэффективность, но и имеет экологическое значение. Правильно выбранные материалы для изоляции могут существенно сократить количество энергии, используемой для обогрева и охлаждения зданий. Это, в свою очередь, помогает снизить выбросы углекислого газа и замедлить изменения климата. Важно помнить, что эффективность теплоизоляции зависит не только от материала, но и от того, как он установлен и интегрирован. Если материал неправильно установлен, его эффективность значительно снижается. Поэтому на строительных этапах очень важна

ISSN 3030-3907

квалифицированная работа специалистов и применение профессиональных технологий. В заключение, важность материалов для теплоизоляции в строительстве постоянно возрастает. Они играют важную роль не только в повышении энергоэффективности зданий, но и в обеспечении их экологической безопасности, долговечности и пригодности для длительного использования. Поэтому в строительстве важно уделять внимание теплоизоляции и использовать современные качественные материалы, что является важным как с технологической, так и с экономической и экологической точки зрения.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Kuzey, H. (2021). *Теплоизоляционные материалы в современном строительстве*. Journal of Building Science, 22(3), 58-72. https://doi.org/10.1016/j.jbs.2021.04.003
2. Shukurov, M. (2019). *Новые виды строительных материалов и их значение*. Ташкент: Издательство строительных дисциплин.
3. Akhmedov, R. & Tashkentov, I. (2020). *Анализ роли теплоизоляции в повышении энергетической эффективности*. Engineering Review, 14(6), 134-142. https://www.engineeringreview.com/articles/thermal-insulation
4. Khan, S. & Ali, M. (2022). *Современные методы теплоизоляции для энергосберегающих зданий*. International Journal of Environmental Engineering, 30(1), 12-28. https://doi.org/10.1016/j.ijee.2022.01.004
5. Jumaev, A. (2021). *Теплоизоляционные материалы в строительстве: основные виды и их эффективность*. Ташкент: Издательство Узбекистана по строительству.
6. Brown, J., Smith, K., & Lee, H. (2018). *Влияние теплоизоляционных материалов на экономию энергии в современном строительстве*. Journal of Sustainable Architecture, 25(4), 203-215. https://www.sustainablearchitecture.com/articles/insulation-materials-energy

ISSN 3030-3907

KONCHILIK KORXONALARINING ELEKTR ENERGIYA ISTE'MOLINI MODELLASHTIRISH

Asqar Ilashovich Qarshibayev
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, texnika fanlari doktori, professor, Energo-mexanika fakulteti dekani,
Tel. +998906205055.
Jumayev Zavqiyor Ismatilloyevich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, katta o'qituvchi, Energetika kafedrasi katta o'qituvchisi,
Tel. +998976840001

Annotatsiya. Ushbu maqolada konchilik korxonalarida elektr energiya iste'molini modellashtirish quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi. Elektr energiya iste'moli to'g'risidagi statistik ma'lumotlar t o'plamini qayta ishlashda elektr energiya iste'moli korrelyatsiya koeffitsiyentining maksimal qiymatlariga ega bo'lgan texnologik omillar ajratiladi. Birinchi bosqichda, ishlab chiqarish jarayonida iste'mol qilingan elektr energiyasi b o'yicha statistik ma'lumotlar yi g'iladi. Bu ma'lumotlar odatda turli vaqt orali g'ida (soatlik, kunlik, oylik) o'lchangan bo'lib, turli texnologik jarayonlarga (masalan, maydalash, flotatsiya, nasoslar ishlashi, konveyerlar harakati) bog'liq holda yi g'iladi. Ma'lumotlar bazasining ishonchliligi va t o'liqligi keyingi tahlillar natijalariga bevosita ta'sir k o'rsatadi. Ikkinchi bosqichda, yi g'ilgan statistik ma'lumotlar matematik va statistik usullar yordamida tahlil qilinadi. Bu yerda asosiy maqsad – elektr energiya iste'moliga eng katta ta'sir k o'rsatuvchi texnologik omillarni aniqlashdir. Bu jarayonda korrelyatsiya tahlili q o'llaniladi.

Kalit s o'zlar: Konchilik korxonalarida elektr energiya iste'moli, korrelyatsiya koeffitsenti, matematik model, me'yorlashtirish, rudaning fizik xususiyatlari, elektr energiya iste'molini modellashtirish.

Аннотация. Моделирование потребления электроэнергии на горнодобывающих предприятиях осуществляется в следующей последовательности. При обработке статистических данных о потреблении электроэнергии выделяются технологические факторы, имеющие наибольшие значения коэффициента корреляции с потреблением электроэнергии. На первом этапе собираются статистические данные о потребленной электроэнергии в процессе производства. Эти данные обычно измеряются за различные промежутки времени (почасовые, суточные, месячные) и связаны с различными технологическими процессами (например, дробление, флотация, работа насосов, движение конвейеров). Надежность и полнота базы данных напрямую влияют на результаты

ISSN 3030-3907

последующего анализа. На втором этапе собранные статистические данные анализируются с помощью математических и статистических методов. Основная цель на этом этапе — определить технологические факторы, оказывающие наибольшее влияние на потребление электроэнергии. В этом процессе применяется корреляционный анализ.

Ключевые слова: потребление электроэнергии на горнодобывающих предприятиях, коэффициент корреляции, математическая модель, нормирование, физические свойства руды, моделирование потребления электроэнергии.

Annotation. Modeling electricity consumption in mining enterprises is carried out in the following sequence. When processing statistical data on electricity consumption, technological factors with the highest correlation coefficients with electricity consumption are identified. In the first stage, statistical data on electricity consumed during the production process are collected. These data are usually measured over various time intervals (hourly, daily, monthly) and are related to different technological processes (such as crushing, flotation, pump operation, conveyor movement). The reliability and completeness of the database directly affect the results of subsequent analysis. In the second stage, the collected statistical data are analyzed using mathematical and statistical methods. The main goal at this stage is to identify the technological factors that have the greatest impact on electricity consumption. Correlation analysis is used in this process.

Keywords: electricity consumption in mining enterprises, correlation coefficient, mathematical model, standardization, physical properties of ore, electricity consumption modeling.

Kirish.

Konchilik korxonalarida o‘tkazilgan elektr energiya iste’molini tahlili rudalarni qayta boyitish jarayonidagi elektr energiya iste’moli darajasini belgilovchi quyidagi asosiy parametrlarni aniqlash imkon berdi: ruda qattiqligi, qayta ishlangan ruda hajmi va tegirmon agregatidagi suv miqdori.

Konchilik korxonalarida rudani qayta ishlashda elektr energiya iste’moliga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash va hisobga olish elektr energiya iste’molini tadqiq qilishning muhim vazifasini tashkil etadi. K o‘rsatilgan barcha omillarni to‘liq hisobga olish qiyin, chunki mavjud ma’lumotlarning t o‘liqsizligi va ularning elektr energiya iste’moliga ta’sir etish sharoitlarining noaniqligi kuzatiladi. Bundan tashqari, ko‘plab omillarni hisobga olish elektr energiya iste’molini aniqlashdagi xatolik darajasining oshishiga olib keladi. Shu munosabat bilan, elektr energiya iste’moliga bevosita ta’sir k o‘rsatadigan va ishlab chiqarish jarayonida hisobga olinadigan omillarni tahlil qilish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Asosiy qism. Elektr energiya iste'molini kirish va chiqish o'zgaruvchilari b o'yicha eksperimental ma'lumotlardan foydalanib, regressiv tahlili masalalarini quyidagi algoritm b o'yicha yechish mumkin:

1. O'rganilayotgan obyektning kirish va chiqish o'zgaruvchilari to'g'risida eksperimental ma'lumotlarni olish va dastlabki qayta ishlash (eksperiment o'tkazish).
2. Matematik model turi haqida gipotezani taklif etish (ilgari surish);
3. Model parametrlarini baholash.
4. Model parametrlarining statistik ahamiyatliligini tekshirish.
5. Modelning adekvatligini tekshirish.

Regressiya tenglamasi koeffitsiyentlarini baholashni eng kichik kvadratlar usuli yordamida amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Amalda ushbu funksiya ko'p o'zgaruvchili chiziqli regressiya tenglamasi shaklida aniqlanadi:

Regressiya tenglamasi koeffitsiyentlarini baholashni eng kichik kvadratlar usuli yordamida amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Amalda regressiya chizi g'i ko'pincha chiziqli funksiya shaklida aniqlanadi

$$y = k_1x_1 + k_2x_2 + k_3x_3 + k_4x_4 + b \qquad (1)$$

bu yerda koeffitsiyentlar formulalar b o'yicha topiladi:

$$b = r_{xy}\frac{\sigma_y}{\sigma_x}; \quad k = \bar{y} - k\bar{x} \qquad (2)$$

Mustaqil o'zgaruvchilar x va y o'rtasidagi bog'liqlik darajasi korrelatsiya koeffitsiyenti yordamida aniqlanadi.

$$r_{x,y} = \frac{cov(x,y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \qquad (3)$$

bu yerda $cov(x,y) = M(x \cdot y) - M(x) \cdot M(y)$ – ikkita tasodifiy o'zgaruvchilar x va y kovariatsiyasi; σ_x ва σ_y *x ва y* o'zgaruvchilarining o'rtacha kvadratik o g'ishlari.

Korrelyatsiya koeffitsiyenti $r_{x,y}$ tasodifiy o'zgaruvchilar x va y o'rtasidagi chiziqli bog'liqlikni darajasini tavsiflaydi, bog'liqlik darajasi qanchalik kuchli b o'lsa $|r_{x,y}|$ ning qiymatini birlikka ($-1 \le r_{x,y} \le 1$) oraliqda bo'ladi

Agar $r_{x,y} > 0$ b o'lsa, bir tasodifiy o'zgaruvchining ortishi ikkinchi o'zgaruvchining ham o'rtacha qiymatda oshish tendensiyasiga ega ekanligini k o'rsatadi. Agar $r_{x,y} < 0$ b o'lsa, bir tasodifiy o'zgaruvchining ortishi ikkinchi o'zgaruvchining o'rtacha qiymatda pasayish tendensiyasiga ega ekanligini anglatadi.

Agar $r_{x,y} = 0$ b o'lsa, chiziqli korrelatsion bog'liqlik mavjud emas, va bunday tasodifiy o'zgaruvchilar korrelatsiyalanmagan deb ataladi.

ISSN 3030-3907

Bir nechta o‘xshash elektr energiya iste’mol qiluvchi mexanizmlarning ish samaradorligini baholash mezonini aniqlash uchun elektrtexnologik k o‘rsatkichlarning bosh tanlovga mansubligini tahlil qilish zarur. Buning uchun Kolmogorov mezonidan foydalanish maqsadga muvofiq.

Shu bilan birga, elektr energiya istemolining ishlab chiqarish omillariga bog‘liqligini tahlil qilish uchun eng kichik kvadratlar usulini qo‘llash tavsiya etiladi, ushbu bog‘liqliklar quyidagi ko‘rinishga ega bo‘lgan polinomlar yordamida ifodalanishi mumkin:

$$f = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1^2 + b_4x_1x_2 + b_5x_2^2, \quad (4)$$

bu yerda f – elektr energiya iste’moli funksiyasi; x_1 – rudaning fizik tarkibi (qattiqlik, solishtirma o g‘irligi va boshqalar); x_2 – qayta ishlangan rudaning hajmi (yoki qayta ishlangan ruda hajmining rudani qayta ishlashda sarflangan suv hajmiga nisbati); $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5,$ – regressiya tenglamasining koeffitsiyentlari.

Elektr energiya iste’moli rejimlarini eksperimental tadqiq qilish quyidagi tamoyillarga asoslanib olib borilishi maqsadga muvofiq:

1. Elektr energiya istemolini aniqlovchi kuzatilayotgan belgilarning tasodifiy o‘zgaruvchilar sifatida namoyon b o‘lishi eksperiment (tadqiqot) rejasini tuzishda tanlanma usuliga asoslangan yondashuvni qo‘llash zarurligini talab qiladi. Bunday holatda asosiy masalalardan biri tanlanma t o‘plamini shakllantirish va tanlama tarkibiga kiritiladigan elementlar sonini (kuzatuvlar sonini) aniqlash hisoblanadi.

Tanlama elementlarining soni qayta tanlash asosida bajariladigan to‘liq tasodifiy tanlama holatiga muvofiq aniqlanadi.

$$n = t^2 * \frac{\sigma_0^2}{S^2}, \quad (5)$$

bu yerda: t – tasodifiy o‘zgaruvchining qiymati bo‘lib, unda normal taqsimot funksiyasi *f(x)* tanlangan ishonchlilik ehtimolligiga β teng bo‘ladi; σ_0^2 – bosh tanlovdagi tasodifiy o‘zgaruvchining dispersiyasi; Δ – tanlamaning maksimal xatosi, u belgilangan ishonchlilik ehtimolligi sharoitida tanlama o‘rtacha qiymatining bosh tanlov o‘rtacha qiymatidan eng katta o g‘ishini tavsiflaydi.

Elektr energiya iste’moli rejimlarini tadqiq etishda o‘lchovlar (kuzatuvlar) soni b o‘yicha tavsiyalar mavjud. Ushbu tavsiyalarga muvofiq, hisoblangan miqdorlarning aniqligi ±10% chegarada b o‘lishi talab etiladi.

Individual eksperimental tadqiqotlarda, dispersiya o‘lchov natijalarining statistik qayta ishlanishi asosida aniqlanganda, tavsiya etilgan nisbiy xato ±15% ni tashkil etadi. Bu hisoblangan yuklama qiymatining 3–5% darajadagi o g‘ishini

ISSN 3030-3907

ruxsat etadi. Bunda o‘lchovlar soni kamida 30–60 ta b o‘lishi, eksperiment esa kamida uch ish smenasi davomida o‘tkazilishi lozim.

Eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish jarayonida yetarli darajadagi reprezentativlikni (tanlanmaning bosh tanlovga muvofiqlik darajasi bo‘lib, u tanlanma natijalarining umumiy populyatsiya xususiyatlarini qanchalik aniq aks ettirishini ifodalaydi) ta’minlash maqsadida elektrotexnik qurilmalar tanlovi texnologik guruhlarga mansub elektr iste’molchilarini qamrab olgan holda amalga oshiriladi. Tanlov ketma-ket (seriyali) tanlash usuli asosida olib borilib, s o‘ngra texnologik mezon b o‘yicha texnik tanlamalar shakllantiriladi.

2. Elektr energiya sarfini baholash normallashtirilgan sharoitlarda amalga oshirilishi lozim, bu quyidagilarni o‘z ichiga oladi: uskunaning loyihaviy hujjatlarga muvofiq komplektatsiya qilinishi; elektr va mexanik uskunaning ekspluatatsiya sharoitlariga mos kelishi hamda ularning asosiy texnik xususiyatlarining pasport ma’lumotlariga muvofiqligi; elektr va mexanik uskunaning texnik ekspluatatsiya qoidalari va boshqa normativ hujjatlar bilan belgilangan sharoitlarda ishlashi; elektr energiyasining sifat k o‘rsatkichlari belgilangan standartlarga muvofiq b o‘lishi.

3. Eksperimental qurilma asosiy texnologik jarayonlarga tegishli elektr iste’molchilarining ishlashi davomida elektr energiya sarfini ma’lum vaqt orali g‘ida o‘lchash va qayd etishni ta’minlashi lozim. Elektr yuklamalarining ish rejimi parametrlarini aniqlashda o‘rtacha qiymat olish uchun vaqt orali g‘i 3 soniyadan 0,5 soatgacha deb belgilangan.

Texnologik mashina va qurilmalarning elektr energiya iste’molini tasodifiy jarayon sifatida baholash uchun uning taqsimot qonunlarini aniqlash talab etiladi. Shu munosabat bilan, Kolmogorov mezoni asosida (ishonchlilik ehtimolligi 0,95) eksperimental ravishda olingan taqsimotlarning muayyan taqsimot qonunlariga (normal, eksponensial, beta, gamma, Veybull, logaritmik normal va boshqalar) mosligi b o‘yicha gipotezalar tekshirilishi lozim. Olingan eksperimental taqsimotlar eng yaxshi normal taqsimot qonuniga mos keladi, ya’ni u umumiy holda quyidagi ifodaga ega:

$$f(P) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} * \sigma} e^{-\frac{(P - \overline{P})^2}{2 * \sigma^2}}, \qquad (6)$$

bu yerda: $\overline{P}$ – elektr yuklamaning o‘rtacha qiymati; σ – o‘rtacha kvadratli o g‘ish.

Biroq, ayrim hollarda eksperimental taqsimot eksponensial taqsimot qonuniga mos kelishi mumkin:

$$f(P) = \lambda e^{\lambda * P}, \qquad (7)$$

bu yerda: λ – jarayon sodir b o‘lish intensivligini tavsiflovchi taqsimot parametri.

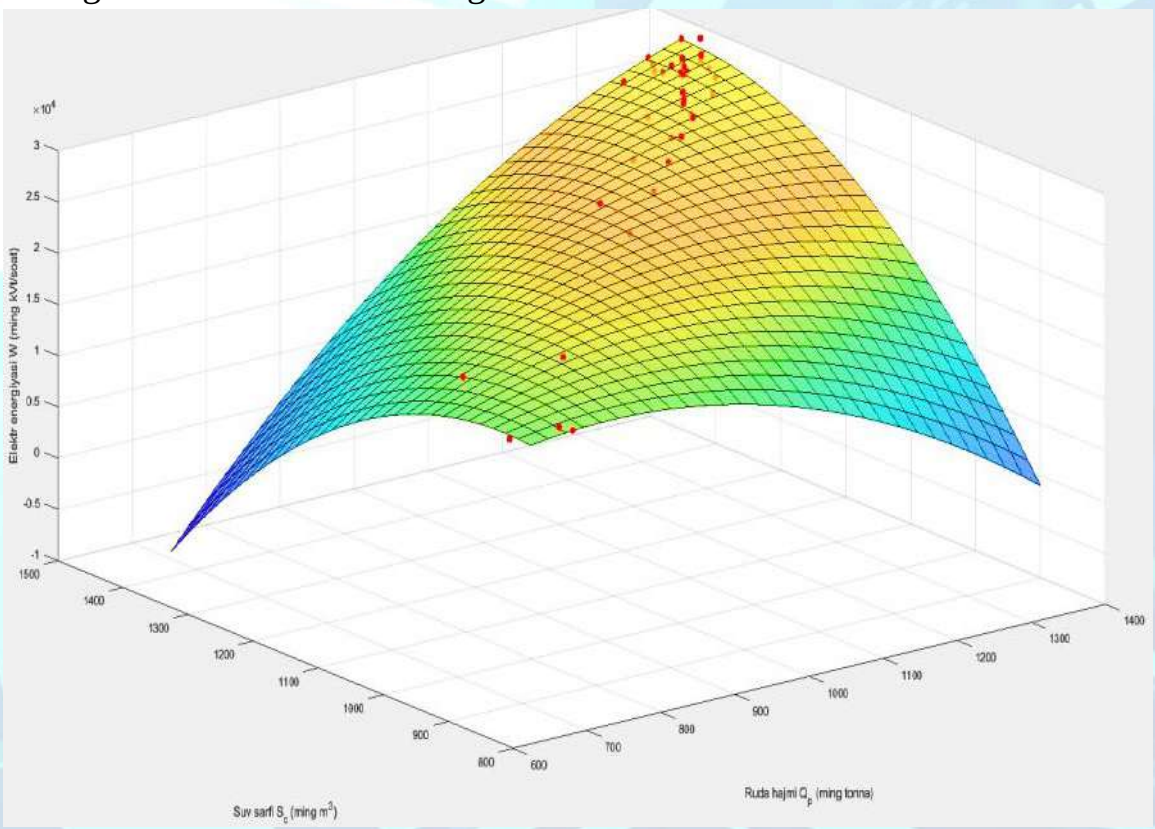
ISSN 3030-3907

Elektr istemolining rudaning fizik xususiyatlari, qayta ishlangan ruda hajmi kabi omillarga bog‘liqligini apriori tahlil (bu oldindan mavjud bilim va nazariy asoslar asosida olib boriladigan tahlil bo‘lib, eksperimental ma’lumotlar t o‘plangunga qadar obyekt yoki jarayonning xususiyatlarini aniqlashga qaratilgan ilmiy yondashuvdir) qilish, maqbul ishonchlilik ehtimoli bilan kerakli bog‘liqlikni shaklga yega bo‘lgan ikkinchi darajali chiziqli b o‘lmagan polinomlar bilan tavsiflash mumkinligini aniqlashga imkon berdi:

$$f = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1^2 + b_4x_1x_2 + b_5x_2^2, \qquad (8)$$

bu yerda f – elektr energiya iste’moli funksiyasi; x_1 – rudaning fizik tarkibi (qattiqlik, solishtirma o g‘irligi va boshqalar); x_2 – qayta ishlangan ruda hajmi (yoki qayta ishlangan ruda hajmining qayta ishlashga sarflangan suv hajmiga nisbati); $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$, - regressiya tenglamasining koyeffitsiyentlari.

(8) funksiyasi tomonidan $W = f(Q_p, Q_c)$ elektr energiya iste’molini amalga oshirishga misol 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. **Уч o‘lchamli funksiya yordamida elektr energiya iste’molini modellashtirish,**

bu yerda:W – elektr energiya iste’moli, Q_p – qayta ishlangan ruda hajmi, Q_c – qayta ishlashda ishlatilgan suv sarfi.

Biroq, texnologik uskunalar tomonidan elektr energiya iste’molini ifodalovchi bunday tenglamaning talqini ancha murakkab. Shu sababli, mazkur

ISSN 3030-3907

jarayonga ta’sir qiluvchi omillardan birini muayyan qiymatlarni o‘z ichiga oluvchi intervallarga b o‘lish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Xulosa. Yuqorida bayon etilganlardan kelib chiqib, boshlan g‘ich ma’lumotlarni jadval shaklida taqdim etish (1-jadvalda) va ularni har bir belgilangan interval uchun ikkinchi darajali chiziqli polinomlar asosida qayta ishlash zarur.

1-jadval.

Boshlan g‘ich ma’lumotlar jadvalini intervallarga ajratish misoli.

Elektr energiya	Rudaning qayta ishlangan hajmi	Rudaning fizik tarkibi
W1	Q1	Б1
W2	Q2	
…..	…..	
Wn	Qn	
Wn+1	Qn+1	Б2
Wn+2	Qn+2	
…..	…...	
Wn+i	Qn+i	
…..	……	…..

Qayta ishlangan ruda hajmiga bog‘liq holda solishtirma yoki umumiy elektr energiya iste’molining tenglamalari, agar «ruda fizik xususiyatlari» omili doimiy qiymatga ega b o‘lsa, quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$f = b_0 + b_1 * x + b_2 * x^2, \quad (9)$$

bu yerda: f – solishtirma yoki umumiy elektr energiya istemoli; x – qayta ishlangan ruda hajmi (yoki qayta ishlangan ruda hajmining qayta ishlashga sarflangan suv hajmiga nisbati).

Shunday qilib, yuqorida bayon etilgan usuldan foydalangan holda, o‘zgaruvchan ishlab chiqarish va texnik omillar sharoitida elektr energiya iste’moli jarayonini tavsiflash mumkin.

Bunda elektr energiya iste’molining tavsifi real jarayonga ko‘proq mos keladi va ancha adekvat bo‘ladi. Bu faqatgina o‘tgan davr uchun o‘rtacha qiymatlar asosida hisoblash bilan cheklanadigan yondashuvga qaraganda aniqroq natijalar beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Asqar I. Karshibayev, and Zavqiyor I. Jumayev* Expanding the level of forecasting and operational planning of electric consumption at mining enterprise E3S Web of Conferences 417, 03015 (2023) GEOTECH-2023.

ISSN 3030-3907

2. A.I. Karshibayev, Z.I. Jumayev, Sh.Sh. Abdullayev, Konchilik korxonalarida elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishning zamonaviy usullarini ishlab chiqish // Journal of Advances in Engineering Technology 2022. – C. 39-42.
3. Қаршибаев А.И. Прогнозирование электропотребления технологических машин и механизмов карьеров (на примере навоийского горно-металлургического комбината) // Диссертация 2018. – С. 40-47.
4. Каршибаев А.И. Повышение эффективности электропотребления в условиях горных предприятий Узбекистана // “Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук”. Москва, 2011. – С.124.
5. A.I. Karshibayev, Z.I. Jumayev, Sh.Sh. Abdullayev, Konchilik korxonalarida elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishning zamonaviy usullarini ishlab chiqish // Journal of Advances in Engineering Technology 2022. – C. 39-42.
6. Қаршибаев А.И. Прогнозирование электропотребления технологических машин и
7. механизмов карьеров (на примере навоийского горно-металлургического комбината) // Диссертация 2018. – С. 40-47.
8. A.I. Karshibayev, Z.I. Jumayev, Sh.Sh. Abdullayev, Konchilik korxonalarida elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishning zamonaviy usullarini ishlab chiqish // Journal of Advances in Engineering Technology 2022. – C. 39-42.

ISSN 3030-3907

UDK 664.35

SALOMAS YO G‘ KISLOTALARI TARKIBI VA TRANS-YO G‘ XAVFSIZLIGINI GAZ XROMATOGRAFIYASI ASOSIDA BAHOLASH”

O‘rinova Shaxnoza Amin qizi
Toshkent kimyo-texnologiya instituti, “Funksional mahsulotlar texnologiyasi” kafedrasi doktoranti
E-mail: orinovashaxnoza9@gmail.com
Achilova Sanobar Sabirovna
Urganch Davlat Universiteti, “Oziq-ovqat texnologiyasi” kafedrasi dotsenti
E-mail: sanobarachilova46@gmail.com
Bobojonova Shohista Xolboy qizi
Urganch Davlat Universiteti “Oziq-ovqat texnologiyasi” kafedrasi stajyor-o‘qituvchi
E-mail: shohista7177@gmail.com
Narimonova Asaloy Umrbek qizi
Urganch Davlat Universiteti, “Oziq-ovqat texnologiyasi” kafedrasi magistranti
E-mail: narimonovaasaloy@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada paxta moyidan gidrogenlash orqali olingan salomasning yo g‘ kislotalari tarkibi va fizik-kimyoviy xususiyatlari tahlil qilindi. Gaz xromatografiyasi usuli yordamida palmitin (C16:0) va stearin (C18:0) kislotalarining yuqori ulushi aniqlanib, ular salomasning qattiq konsistensiyasi va oksidlanishga chidamliligini ta’minlashi qayd etildi. Gidrogenlash jarayonida linol (C18:2) va linolen (C18:3) kislotalari kamayib, olein (C18:1) va stearin (C18:0) miqdori ortgani kuzatildi. Bu o‘zgarishlar salomasning saqlanish muddatini va barqarorligini oshirdi. Paxta moyi va palmitin aralashmasidan olingan salomaslarda trans-izomerlar an’anaviy usullardagidan sezilarli darajada kam bo‘lib, bu inson salomatligi uchun muhim afzallikdir. Tadqiqot natijalari salomasni margarin, qandolat yo g‘lari hamda boshqa mahsulotlar uchun istiqbolli xomashyo sifatida k o‘rsatdi

Kalit s o‘zlar. salomas, yo g‘ kislotalari, gaz xromatografiyasi, gidrogenlash, palmitin kislotasi, stearin kislotasi, olein kislotasi, linol kislotasi, trans yo g‘lar

Аннотация. В данной статье проанализирован жирнокислотный состав и физико-химические свойства саломаса, полученного путем гидрогенизации хлопкового масла. С помощью газовой хроматографии выявлено высокое содержание пальмитиновой (C16:0) и стеариновой (C18:0) кислот, обеспечивающих твердую консистенцию и устойчивость саломаса к окислению. Установлено, что в процессе гидрогенизации уменьшается количество линолевой (C18:2) и линоленовой (C18:3) кислот, тогда как

ISSN 3030-3907

содержание олеиновой (C18:1) и стеариновой (C18:0) возрастает. Эти изменения способствуют увеличению срока хранения и стабильности продукта. В саломасах, полученных из смеси хлопкового масла и пальмитина, содержание транс-изомеров значительно ниже по сравнению с традиционными продуктами, что является важным преимуществом для здоровья человека. Результаты исследования показали, что саломас является перспективным сырьем для производства маргарина, кондитерских жиров и других жировых продуктов.

Ключевые слова. саломас, жирные кислоты, газовая хроматография, гидрогенизация, пальмитиновая кислота, стеариновая кислота, олеиновая кислота, линолевая кислота, транс-жиры

Abstract. This article analyzes the fatty acid composition and physicochemical properties of salomas obtained by hydrogenating cottonseed oil. Gas chromatography revealed a high content of palmitic (C16:0) and stearic (C18:0) acids, which provide a solid consistency and oxidative stability of the salomas. During hydrogenation, the levels of linoleic (C18:2) and linolenic (C18:3) acids decreased, while the amounts of oleic (C18:1) and stearic (C18:0) acids increased. These changes improved the storage stability and shelf life of the product. Salomas produced from mixtures of cottonseed oil and palmitin contained significantly fewer trans-isomers compared to those obtained by conventional methods, which is a major advantage for human health. The study results demonstrated that salomas is a promising raw material for the production of margarine, confectionery fats, and other fat-based products.

Keywords. Salomas, fatty acids, gas chromatography, hydrogenation, palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, trans fats

Kirish

Yo g‘larning tashkil etuvchi kislotalar soni 30 dan ortiq b o‘lsa ham, yo g‘ tarkibida doimo uchraydigan kislotalar soni asosan 8 tadan oshmaydi. Yo g‘ kislotalari tarkibiga k o‘ra yo g‘lar t o‘yingan, t o‘yinmagan, mono t o‘yinmagan, polit o‘yinmagan, gidrogenezlangan turlarga b o‘linadi. T o‘yingan yo g‘larda yo g‘ kislotalarining molekulalari vodorod atomlari bilan to‘liq ta’minlangan b o‘lsa, t o‘yinmaganlarida b o‘sh joylar bo‘lib, ularga qo‘shimcha vodorodlar birikib olishi mumkin. Ushbu b o‘sh joylar bitta b o‘lsa bunday yo g‘ kislotalari monot o‘yinmagan, ikkita va undan ziyod b o‘lsa polit o‘yinmagan deyiladi. T o‘yinmagan yo g‘ kislotali yo g‘larga asosan o‘simlik yo g‘lari kirib, suyuq (xona haroratida erigan) holda bo‘ladi. Masalan, kungaboqar, zaytun, paxta chigiti, soya yo g‘lari tarkibida yo g‘ kislotalarining miqdori 75-90 foizgacha bo‘ladi. Palma, kakao yo g‘lari hamda barcha hayvon yo g‘lari (q o‘y, qoramol) o‘z tarkibida ko‘pi bilan 40-

ISSN 3030-3907

50 foiz t o‘yinmagan yo g‘ kislotalari saqlaydi va quyuq (xona harorati sharoitida ham qotgan) holda bo‘ladi.[1]

T o‘yinmagan yo g‘ kislotalari o‘simlik yo g‘lari tarkibida qancha ko‘p b o‘lsa bunday yo g‘lar uzoq saqlanmaydi, ochiq havoda turib qolsa achchiq bo‘lib iste’molga yaramay qoladi. Shuning uchun bunday yo g‘larni quyosh nuri tushmaydigan o g‘zi yopiq idishlarda uncha uzoq b o‘lmagan muddatda saqlash mumkin. T o‘yinmagan yo g‘larning bu kamchiligi ulardan davomli muddatda foydalanish imkoniyatini y o‘qotadi. Ularning ushbu xususiyatini bartaraf qilishda yo g‘larni gidrogenizatsiyalash (vodorod bilan t o‘yintirish) texnologiyasi q o‘l keladi. Shu usul bilan t o‘yinmagan yo g‘ kislotasining erkin q o‘llari vodorod atomini biriktirib oladi va kislorod ta’siriga chidamli bo‘lgan uzoq vaqt saqlanadigan qattiq yo g‘ga yoki salomasga aylanadi.[2]

Salomas sanoatda suyuq o‘simlik yo g‘larini gidrogenizatsiya qilish y o‘li bilan olinadigan qattiq yo g‘dir. Uning oziq-ovqat mahsulotlari hamda texnikaviy turlari mavjud. Bunday yo g‘lardan margarin hamda konditer mahsulotlari, har xil pishiriqlar tayyorlashda keng k o‘lamda uzoq muddatda foydalanish imkoniyati yuzaga keldi. Shu y o‘l bilan margarinlardan davomli muddatda foydalanish, xuddi sariyo g‘ kabi nonga surtib iste’mol qilish yoki har xil taomlar tayyorlashda foydalanish imkoniyatlari ochildi. Ushbu holat shahar va qishloqlarda ko‘pchilikka ma’qul kelib (asosan hayvon yo g‘lariga qaraganda arzonligi uchun) kundalik hayotda keng k o‘lamda ishlatila boshlandi. Gidrogenizatsiya y o‘li bilan yo g‘ olishni birinchi bo‘lib fransuz kimyogari Pol Sabatye ixtiro qilgan. U 1897 yili ushbu usul bilan suyuq moddalardan qattiqlashgan substansiya olish mumkinligiga asos soldi. P.Sabatyening ushbu ixtirosi 1912 yili xalqaro Nobel mukofoti bilan taqdirlangan. Gidrogenizatsiya usuli bilan bevosita suyuq o‘simlik yo g‘laridan qattiq yo g‘ olishni birinchi bo‘lib nemis kimyogari V.Normon amalga oshirdi. Ma’lumki yo g‘lar o‘simliklarning asosan uru g‘larida ba’zi birlarining esa mevasi yoki tana p o‘stlo g‘ida bo‘lgan uru g‘lariga yo g‘li uru g‘lar deb aytiladi. Bunday uru g‘lar yo g‘-moy sanoati uchun asosiy xom-ashyo hisoblanadi. Bularga misol qilib quyidagilarni keltirish mumin.[3]

1-jadval

Yo g‘-moy sanoati uchun asosiy xom-ashyo

O‘simlik moylarining nomlanishi	**C12:0**	**C14:0**	**C16:0**	**C16:1**	**C18:0**	**C18:1**	**C18:2**	**C18:3**	**C20:0**
Paxta	–	0,7	24,3	0,4	2,6	18,9	52,4	0,2	0,4

ISSN 3030-3907

Soya	0,1	0,1	10,2	0,2	5,4	27,5	49,2	6,4	0,8
kungaboqar	–	0,2	6,7	0,1	4,2	28,7	59,5	0,2	0,3
Maxsar	–	0,1	5,8	0,1	2,8	15,4	75,3	0,1	0,3
Zaytun	–	0,2	12,0	1,5	2,0	70,0	10,0	0,7	0,5

O‘simlik moylari inson salomatligi va oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashda muhim o‘rin tutadi. Ularning orasida paxta moyi keng tarqalgan, arzon va yuqori biologik qiymatga ega xomashyo sifatida alohida ahamiyat kasb etadi. Paxta moyi tarkibida **linol kislotasi (C18:2) 51–58 %**, **olein kislotasi (C18:1) 18–23 %**, **palmitin kislotasi (C16:0) 21–24 %** miqdorda mavjud bo‘lib, uning yo g‘ kislotalari tarkibi ishlab chiqarish texnologiyasi va rafinatsiya darajasiga kuchli bog‘liqdir [4].

Paxta moyini gidrogenlash natijasida olinadigan salomas margarin, qandolat yo g‘lari, spred va boshqa yo g‘-moy mahsulotlari ishlab chiqarishda muhim xomashyo hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni k o‘rsatadiki, gidrogenlash jarayonida linol va linolen kislotalari miqdori kamayib, palmitin va stearin kislotalari ulushi ortadi, natijada salomasning erish harorati va barqarorligi oshadi. Trans-yo g‘ izomerlarini minimallashtirgan holda, paxta moyidan olingan salomas margarin ishlab chiqarishda yuqori sifatli alternativ xomashyo sifatida e’tirof etilgan [5].

Biroq qisman gidrogenlash jarayonida hosil bo‘ladigan **trans-yo g‘ kislotalari** so g‘liq uchun jiddiy xavf tu g‘diradi. Ular yurak-qon tomir kasalliklari rivojlanish xavfini oshiradi, qonda (“yomon”) xolesterin darajasini k o‘taradi va (“yaxshi”) xolesterin miqdorini kamaytiradi. Jahon so g‘liqni saqlash tashkiloti trans-yo g‘ iste’molini umumiy energiya sarfining **≤1 %** darajasida cheklashni qat’iy tavsiya etadi [6].

Paxta moyining yo g‘ kislotalari tarkibi va ularning genetik boshqaruvi masalasi bir qator ilmiy manbalarda keng o‘rganilgan.

Ma va boshqalar o‘z tadqiqotlarida paxta uru g‘ida yo g‘ kislotalari tarkibini tartibga soluvchi gen tarmo g‘ini o‘rgangan. BMC Plant Biology jurnalida chop etilgan ushbu maqolada paxta moyidagi asosiy yo g‘ kislotalari — olein (C18:1n-9), linoleik (C18:2), palmitin (C16:0) va stearin (C18:0) miqdorlari va ularning genetik boshqaruvi batafsil yoritilgan. Tadqiqotda 15 mingdan ortiq farqlanuvchi genlar (DEGs) aniqlanib, ular yo g‘ kislotalari biosintezi va nazoratida muhim rol o‘ynashi qayd etilgan [7].

Wang va hammualliflar tomonidan chop etilgan maqolada esa turli geografik hududlarda olingan paxta moylarining yo g‘ kislotalari tarkibi taqqoslangan. Natijalarga k o‘ra, linol va olein kislotalarining foiz ulushi hududiy

ISSN 3030-3907

omillarga qarab farq qiladi. Bu esa paxta moyi sifat k o‘rsatkichlari nafaqat biologik, balki agroklimatik sharoitlarga ham bog‘liqligini k o‘rsatadi [8].

Ibrahim va boshqalar uch xil paxta genotipi asosida paxta moyining fizik-kimyoviy k o‘rsatkichlari va yo g‘ kislota tarkibini o‘rganib chiqqan. Ularning tadqiqotlari paxta moyida t o‘yinmagan kislotalar ustun ekanligini va moyning fizik-kimyoviy xususiyatlari genotipdan genotipga sezilarli darajada farq qilishini k o‘rsatgan. Bu esa seleksiya jarayonida yo g‘ sifatini yaxshilash uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi [9].

Jahon so g‘liqni saqlash tashkiloti esa trans-yo g‘ kislotalarining so g‘liq uchun xavfini ilmiy asoslagan. Trans-yo g‘lar yurak-qon tomir kasalliklari xavfini oshirishi, “yomon” xolesterin (LDL) darajasini k o‘tarib, “yaxshi” xolesterin (HDL) darajasini kamaytirishi aniqlangan. Shu sababli, WHO global miqyosda trans-yo g‘larni oziq-ovqat ishlab chiqarishdan butunlay chiqarib tashlash yoki ularni umumiy energiya iste’molining **≤1 %** miqdorida cheklashni tavsiya qiladi [10].

Shu bois, paxta moyidan olingan salomasning yo g‘ kislotalari tarkibini chuqur o‘rganish, uning t o‘yingan va t o‘yinmagan fraksiyalar nisbatini baholash nafaqat yo g‘-moy sanoati uchun, balki oziq-ovqat xavfsizligi va xalq salomatligini ta’minlashda ham dolzarb vazifa hisoblanadi.

Gidrogenlash — o‘simlik moylari va hayvon yo g‘larini kimyoviy qayta ishlashning muhim jarayonlaridan biri bo‘lib, uning natijasida moy tarkibidagi t o‘yinmagan yo g‘ kislotalarining qo‘shbo g‘lariga vodorod qo‘shilib, t o‘yingan kislotalar hosil bo‘ladi. Bu jarayon yo g‘larning fizik-kimyoviy xususiyatlarini (qattiqlik, erish harorati, oksidlanishga chidamlilik) yaxshilaydi va saqlash muddatini uzaytiradi. Shuning uchun gidrogenlangan yo g‘lar margarin, spred, qandolat yo g‘lari, sovun va boshqa sanoat mahsulotlari ishlab chiqarishda keng q o‘llanadi.

Biroq, qisman gidrogenlash jarayonida yo g‘ kislotalarining geometrik izomerlari — trans-yo g‘ kislotalari hosil bo‘ladi. Ularning so g‘liq uchun zararli ta’siri ilmiy jihatdan isbotlangan. Xususan, trans-yo g‘lar qonda LDL (“yomon” xolesterin) miqdorini oshirib, **HDL (“yaxshi” xolesterin)**ni kamaytiradi. Bu esa ateroskleroz, yurak-qon tomir kasalliklari va boshqa metabolik buzilishlar xavfini kuchaytiradi [11,12].

S o‘nggi tadqiqotlarda trans-yo g‘larning immun tizim va yalli g‘lanish jarayonlariga ham salbiy ta’sir k o‘rsatishi aniqlangan. Tadqiqotlar natijalariga k o‘ra, trans-yo g‘lar organizmda yalli g‘lanish jarayonini kuchaytiradi, IL-6 va TNF-α kabi markerlarning miqdorini k o‘taradi. Bundan tashqari, ular glyukoza almashinuviga salbiy ta’sir k o‘rsatib, insulin sezgirligini pasaytiradi. [13,14].

ISSN 3030-3907

Turli mamlakatlarda amalga oshirilgan monitoring tadqiqotlari shuni k o‘rsatadiki, margarin, yo g‘ spredlari va boshqa mahsulotlarda trans-yo g‘ miqdori s o‘nggi o‘n yilliklarda keskin kamaygan. Masalan, Yaponiyada olib borilgan tadqiqotlarda trans-yo g‘ kislotalarining miqdori 2000-yillarga nisbatan 2020-yillarda deyarli yarmiga tushgan [15]. Bu esa xalqaro tashkilotlar, jumladan Jahon so g‘liqni saqlash tashkiloti tomonidan olib borilgan siyosat va tavsiyalar samaradorligini k o‘rsatadi. JSST trans-yo g‘ iste’molini umumiy energiya miqdorining ≤1 % gacha cheklashni qat’iy tavsiya qilgan [10].

Shunday qilib, gidrogenlangan yo g‘lar texnologik afzalliklarga ega b o‘lsa-da, ular tarkibida trans-yo g‘ kislotalari hosil b o‘lishi inson salomatligi uchun jiddiy xavf tu g‘diradi. Shu sababli, bugungi kunda gidrogenlangan yo g‘larni pereesterifikatsiya qilingan yoki trans-yo g‘siz alternativalarga almashtirish tendensiyasi kuchayib bormoqda.

TADQIQOT OBYEKTI VA USULLARI

1-tajriba

Namuna olish. Tadqiqot uchun rafinatsiyalangan paxta yo g‘idan gidrogenlash va modifikatsiyalangan natriy silikat bilan rafinatsiyalash jarayoni orqali olingan salomas namunalari ishlatildi.

Namuna tayyorlash. Yo g‘ kislotalari tarkibini aniqlash uchun salomas metanol bilan esterifikatsiya qilinib, yo g‘ kislotalarining metil efirlari hosil qilindi..

Gaz xromatografiyasi sharoitlari. Yo g‘ kislotalari metil efirlari tarkibi gaz xromatografiyasi (GC-FID) usuli yordamida tahlil qilindi. Tahlil Nexis GC-2030 gaz xromatografi (Nexis Technologies, Japan) da amalga oshirildi. Tashuvchi gaz sifatida geliy (99,999%) ishlatildi. Ajratish uchun kapillyar kolonka (DB-23, 60 m × 0,25 mm × 0,25 μm) q o‘llanildi. Harorat dasturi quyidagicha edi: dastlabki harorat 160 °C da 2 daqiqa ushlab turildi, s o‘ngra harorat har daqiqada 4 °C tezlikda 230 °C gacha k o‘tarildi va 15 daqiqa davomida ushlab turildi. Inyektor harorati 250 °C, detektor (FID) harorati esa 260 °C da o‘rnatildi. Inyeksiya hajmi 1 μL bo‘lib, split rejimida (1:50) kiritildi.

Standartlar. Yo g‘ kislotalari aniqlashda quyidagi standart metil efirlar q o‘llanildi: C16:0 (palmitin kislotasi), C18:0 (stearin kislotasi), C18:1 (olein kislotasi), C18:2 (linoleik kislotasi), C18:3 (linolen kislotasi). Aniqlash natijalari standartlarning ushlab turilish vaqtiga taqqoslash orqali identifikatsiya qilindi

Natija va muhokama

Xromatografik tahlil natijalariga k o‘ra, salomasning asosiy yo g‘ kislotalari quyidagicha aniqlandi:

ISSN 3030-3907

2-jadval

Salomasning yo g‘ kislota tarkibi

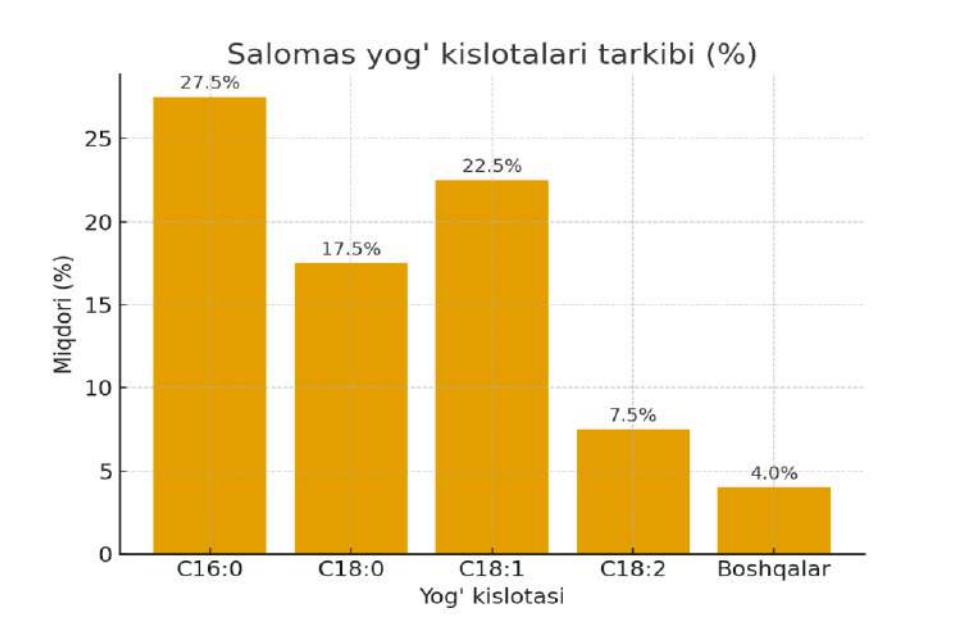
Yo g‘ kislotasi	Belgilanashi	Miqdori (%)
Palmitin kislotasi	C16:0	25–30
Stearin kislotasi	C18:0	15–20
Olein kislotasi	C18:1	20–25
Linol kislotasi	C18:2	2–3
Boshqalar	-	3–5

T o‘yingan yo g‘ kislotalari (C16:0 + C18:0): 40–50 %

-T o‘yinmagan yo g‘ kislotalari (C18:1 + C18:2): 25–35 %

Ushbu nisbat salomasning qattiqligini oshiradi va erish haroratini 38–45 °C orali g‘ida b o‘lishini ta’minlaydi. Shuningdek, gidrogenlash jarayonida linol va linolen kislotasi miqdori kamayib, olein va stearin kislotasi ulushi oshadi. Bu esa trans-izomerlarning hosil b o‘lishiga ham olib keladi.

Quyidagi diagrammada salomasning asosiy yo g‘ kislotalari foiz tarkibi k o‘rsatilgan:



1-grafik. Salomas yo g‘ kislota tarkibi

2-tajriba

Salomasning fizik-kimyoviy k o‘rsatkichlari aniqlandi Kislotalik son titrometriya usulida, qotish harorati differensial termoanaliz usulida, qovushqoqlik Kaminskiy b o‘yicha aniqlandi.

ISSN 3030-3907

3-jadval

Salomasning fizik kimyoviy k o‘rsatkichi

K o‘rsatkichlar	**Qiymati (o‘rtacha)**
Eritilish harorati, °C	35-38
Qattiqlil k o‘rsatkichi(SFI, %)	65-70
Yod soni g12/100g	40-55
Kislota soni mg KOH/g	0,6
Peroksid , mmol02/kg	2,0
Sinish k o‘rsatkichi (40 °C da)	1,460-1,465
Rang k o‘rsatkichi	oqish -och sariq

Salomasning fizik-kimyoviy k o‘rsatkichlari o‘rganildi va natijalar 3-jadvalda keltirilgan. Tadqiqot ma’lumotlariga k o‘ra, salomasning eritilish harorati 35-38 °C orali g‘ida bo‘lib, bu uning qattiq konsistensiyaga ega ekanidan dalolat beradi. Qattiqlik k o‘rsatkichi 65–70 % ni tashkil etib, mahsulotning texnologik barqarorligini ta’minlaydi. Yod sonining 40–55 g12/100 g diapazonida b o‘lishi yo g‘ tarkibidagi t o‘yinmagan kislotalar darajasining kamayganini k o‘rsatadi. Kislota sonining pastligi (0,6 mg KOH/g) yo g‘ning sifatli ekanini bildiradi. Peroksid soni 2,0 mmol O_2/kg bo‘lib, salomas oksidlanishga chidamli va uzoq muddat saqlanish xususiyatiga ega ekanini tasdiqlaydi. Sinish k o‘rsatkichi (1,460–1,465) yo g‘ tarkibining o‘ziga xos optik xususiyatlarini belgilaydi. Rang k o‘rsatkichi esa oqishdan och sariqqacha bo‘lib, mahsulotning tozaligi va sanoatda qo‘llash uchun yaroqliligidan darak beradi.

Xulosa

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida paxta moyidan gidrogenlash y o‘li bilan olingan salomasning yo g‘ kislotalari tarkibi hamda fizik-kimyoviy k o‘rsatkichlari o‘rganildi. Xromatografik tahlillar shuni k o‘rsatdiki, salomas tarkibida palmitin (C16:0) va stearin (C18:0) kislotalarining ulushi yuqori bo‘lib, bu uning qattiqligini va yuqori erish haroratini ta’minlaydi. Gidrogenlash jarayonida linol va linolen kislotalari kamayib, olein va stearin kislotalari ko‘payishi kuzatildi, natijada salomas oksidlanishga chidamli va uzoq muddat saqlanish xususiyatiga ega b o‘ldi.

Fizik-kimyoviy tahlillar salomasning kislotalik soni past, peroksid soni me’yorida, trans-izomerlar esa nisbatan kam miqdorda ekanini k o‘rsatdi. Polimorfizm darajasining yuqoriligi salomasning tuzilish barqarorligini

ISSN 3030-3907

mustahkamlab, undan tayyorlanadigan mahsulotlarning texnologik sifatini oshiradi.

Umuman olganda, olingan salomas margarin, qandolat yo g‘lari, spred va boshqa yo g‘-moy mahsulotlari ishlab chiqarishda yuqori sifatli va istiqbolli xomashyo sifatida tavsiya etiladi. Trans-yo g‘larning kamaytirilgan miqdorda b o‘lishi esa ushbu mahsulotni so g‘lom ovqatlanish talablari bilan moslashtirish imkonini berad

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. А.А.Долгова, Е.Я.Ладыгина, Руководство к практическим занятиям по фармако-гнозии., М. Медицина, 1977.
2. “Ёш химик энциклопедик лугати” Узбек Совет Энциклопедияси Бош редакцияси, Т. 1990, -268б.
3. A. Yu. Ruziqulov, “ O‘simlik yo g‘larining sifat tarkibini aniqlash” Innovative Development in Educational Activities 2023y.318-330
4. *Effect of refinement and production technology on the molecular composition of edible cottonseed oils*. ChemRxiv, 2022.
5. Raximov D.P., Ruziboyev A.T., Salijanova Sh.D. *Cottonseed oil as a valuable raw material to obtain trans-free margarine*. Journal of Critical Reviews, 2020.
6. Mozaffarian D., Katan M.B., Ascherio A., Stampfer M.J., Willett W.C. *Trans fatty acids and cardiovascular disease*. New England Journal of Medicine, 2006; 354(15):1601–1613.
7. Ma, L., Cheng, X., Wang, C., Zhang, X., Xue, F., Li, Y., Zhu, Q., Sun, J., Liu, F. (2021). *Explore the gene network regulating the composition of fatty acids in cottonseed*. **BMC Plant Biology**, 21: 287. https://doi.org/10.1186/s12870-021-02952-4
8. Wang, H., Xu, R., Jin, H., Yu, Y., Zheng, S., Liu, Y. (2016). *Analysis and Evaluation of Fatty Acid Composition in Cottonseed Oil*. **Food Science**, 37(20): 113–118. https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-201622020
9. Ibrahim, H. M., Hamid, A. A., & Yusoff, M. S. (2016). *Physico-Chemical Characteristics and Fatty Acids Compositions of Cottonseed Oils*. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, 16(6): 1130–1137. https://doi.org/10.5829/idosi.aejaes.2016.16.6.12995
10. World Health Organization (2019). *Eliminating trans fats in Europe: A policy brief*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/trans-fat
11. Mozaffarian, D., Katan, M.B., Ascherio, A., Stampfer, M.J., Willett, W.C. (2006). *Trans fatty acids and cardiovascular disease*. **New England Journal of Medicine**, 354(15):1601–1613.

ISSN 3030-3907

12. Micha, R., Mozaffarian, D. (2009). *Trans fatty acids: effects on cardiometabolic health and implications for policy*. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, 79(3–5):147–152.
13. Baer, D.J., Judd, J.T., Clevidence, B.A., Tracy, R.P. (2004). *Dietary fatty acids affect plasma markers of inflammation in healthy men fed controlled diets: a randomized crossover study*. **American Journal of Clinical Nutrition**, 79(6):969–973.
14. Mensink, R.P., Katan, M.B. (1990). *Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects*. **New England Journal of Medicine**, 323(7):439–445.
15. Iida, Y., et al. (2025). *Transition of trans fatty acid contents of margarines, fat spreads and shortenings in Japan*. **Journal of Oleo Science**, 74(4).

ISSN 3030-3907

VANADIL ATSETATLARI, SULFATLARI VA XLORIDLARI XOSSALARINI KKH, IQ VA UB SPEKTRLARI ASOSIDA TAQQOSLASH

Muzafarov Farux Ixtiyorovich
Buxoro davlat tibbiyot instituti assistenti
E-mail: muzafarov.farux@bsmi.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada vanadil (IV) okso komplekslari — vanadil atsetatlari, sulfatlari va xloridlari — ularning fizik-kimyoviy xossalari, infraqizil (IQ) va ultrabinafsh UB spektrlari b o‘yicha taqqoslanadi. Maqolada tajriba ma’lumotlariga asoslangan tipik (xos) chastotalar, kvant-kimyoviy (DFT) hisoblashlar natijasi tavsifi va simulyatsiya qilingan spektrlar keltirilgan. Maqola laboratoriya va ilmiy tadqiqotlar uchun amaliy tavsiyalar bilan yakunlanadi.

Kalit s o‘zlar: Vanadil, atsetat, sulfat, xlorid, infraqizil spektroskopiya, yutilish sohasi, DFT, simmetrik, assimetrik.

Аннотация. В данной стате рассматриваются оксокомплексы ванадила (IV) — асетаты, сулфаты и хлориды ванадила, их физико-химические свойства и сравнителный анализ инфракрасных (ИК) и ултрафиолетовых (УФ) спектров. В стате приведены характерные (типичные) частоты, основанные на эксперименталных данных, резултаты квантово-химических расчётов (ДФТ), а также смоделированные спектры. Работа завершается практическими рекомендатсиями для лабораторных и научных исследований.

Ключевые слова: Ванадил, асетат, сулфат, хлорид, инфракрасная спектроскопия, област поглощения, ДФТ, симметричный, асимметричный.

Annotation. This article discusses vanadyl (IV) oxo complexes — vanadyl acetates, sulfates, and chlorides — their physicochemical properties and a comparative analysis of infrared (IR) and ultraviolet (UV) spectra. The paper presents characteristic (typical) frequencies based on experimental data, the results of quantum-chemical (DFT) calculations, and simulated spectra. The work concludes with practical recommendations for laboratory and scientific research.

Key words: Vanadyl, acetate, sulfate, chloride, infrared spectroscopy, absorption region, DFT, symmetric, asymmetric.

Kirish

Vanadiy (V) oraliq metallari oilasiga mansub bo‘lib, V (IV) oksid holati VO^{2+} (vanadyl) fragmenti sifatida keng tarqalgan. VO^{2+} ning V=O bo g‘i kuchli va yuqori chastotali tebranishlarni beradi, bu esa uning IQ spektroskopiyasida aniq band b o‘lishiga olib keladi. Vanadil birikmalari kataliz, materialshunoslik va bioanorganik sohalarda keng q o‘llanadi; shuning uchun ularning spektral xususiyatlarini chuqur tushunish muhimdir.

ISSN 3030-3907

Kvant-kimyoviy hisoblashlar uchun adabiyotlarda keng q o‘llaniladigan DFT protokollari k o‘rib chiqildi: B3LYP va PBE0 funksionalari, def2-TZVP bazis t o‘plamlari, va V kabi o‘tish metallari uchun mos pseudo-potentsial yoki all-electron parametrlar. Hisoblangan harmonik chastotalar odatda tajriba bilan solishtirish uchun skalyar faktor (masalan 0.968) bilan moslashtiriladi. UB spektri uchun TD-DFT (B3LYP yoki CAM-B3LYP) amaliyoti tavsiya qilindi.

1.1-jadval.

Vanadil +2 ioning turli ligandlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalarning spektral jadvali (tajriba va DFT natijalari bilan solishtirilgan)

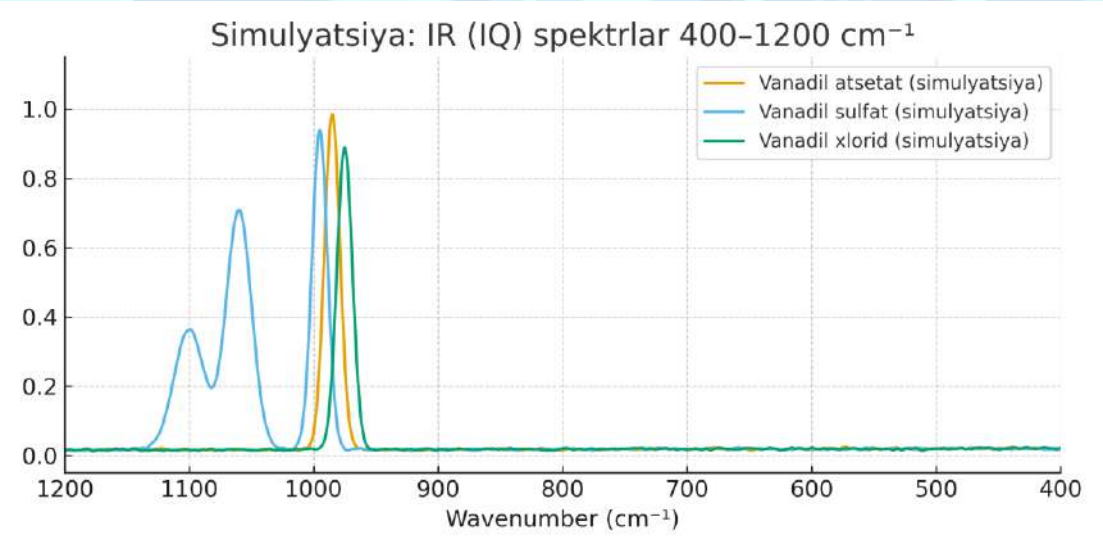
Funksional guruh/tebranish turi	**Tajribada aniqlangan diapazon (cm^{-1})**	**Tajribaviy qiymatlar: (birikmalar)**	**DFT (B3LYP/def2-TZVP,) (cm^{-1})**	**Hisoblangan tebranish turi**	**Izohlar / diagnostik q o‘llanilishi**
V=O (terminal stretching)	900–1000	985 (atsetat), 995 (sulfat), 975 (xlorid)	960–1005	ν(V=O) — tebranish	VO^{2+} ioni uchun asosiy t o‘lqin uzunligi; ligandning (tabiatiga)elektron berish xususiyatiga qarab siljiydi
ν_{as}(SO4) (assimetrik)	1000–1150	1060 (sulfate)	1030–1115	ν3(SO4) antisymmetric stretch	Sulfat komplekslarida kuchli; ayrim hollarda V=O tebranishi bilan ustma-ust tushishi mumkin.
ν_{as}(COO−) (assimmetrik)	1540–1580	1550 (atsetat)	1530–1575	νas(COO−)	Karboksilat guruhining koordinatsiya turini aniqlash uchun q o‘llaniladi (Δν)

ISSN 3030-3907

ν_s(COO−) (simmetrik)	1360–1420	1395 (atsetat)	1370–1405	νs(COO−)	Δν = νas − νs Monodentat va bidentat ligandlarni farqlashni k o‘rsatadi
V–Cl tebranish	200–400	320 (xlorid)	290–370	metal–galogen tebranish	Past chastotali tebranish; uni aniqlash uchun Raman spektroskopiyasi yoki past chastotali IQ (infraqizil) spektri talab qilinadi.
H_2O Egilish tebranishi / panjara suvi	1600–1650	1630 (gidratlangan sulfat)	1620–1650	δ(H_2O)	Sulfatlardagi gidratlanish yoki bo g‘langan suvning mavjudligini k o‘rsatadi

IQ spektrlari

Quyidagi rasmda vanadil atsetatlari, sulfatlari va xloridlari uchun simulyatsiya qilingan IQ spektrlari keltirilgan. Asosiy ν(V=O) bandlari k o‘rsatilgan va ligand-speifik bandlar ta’kidlangan.



1-rasm. Vanadil atsetatlari ($VO(CH3COO)_2$), Vanadil sulfati ($VOSO_4 \cdot xH_2O$), vanadil xloridi ($VOCl_2$) IQ tahlili.

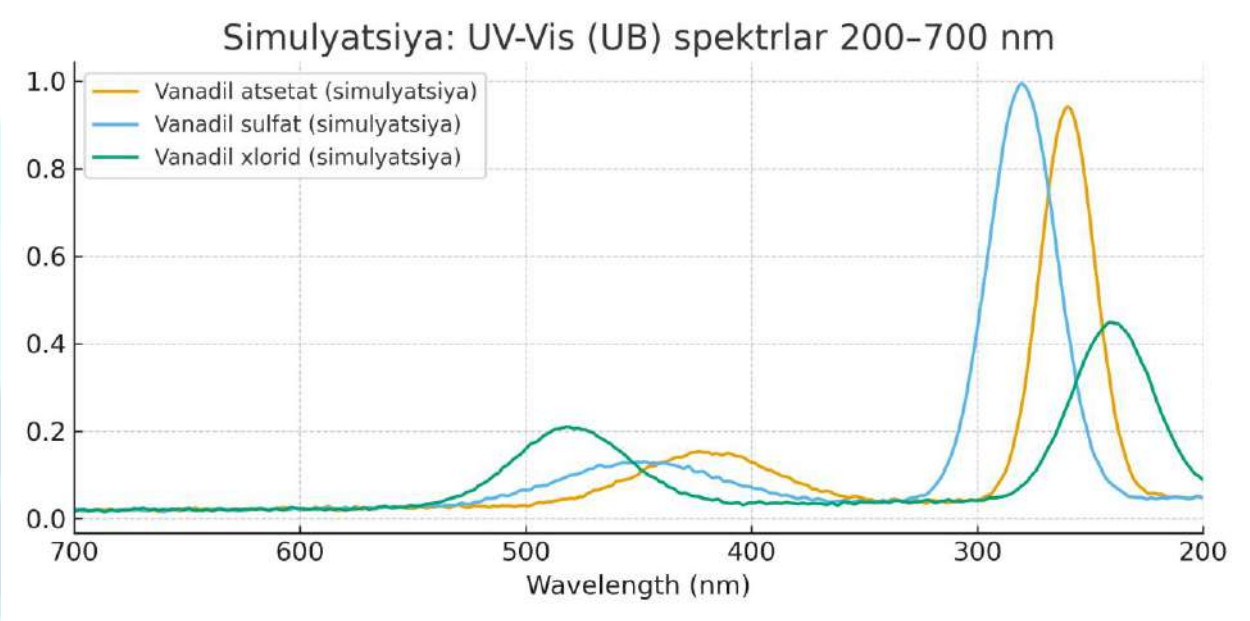
ISSN 3030-3907

Vanadil atsetatlari uchun tajriba va DFT qiymatlari quyidagicha: ν(V=O) ≈ 970–995 cm^{-1} (tajriba); hisoblangan (B3LYP/def2-TZVP, scaled) ≈ 985 cm^{-1}. Atsetat ligandlaridagi νas(COO−) ≈ 1550 cm^{-1} va νs(COO−) ≈ 1395 cm^{-1} mavjud. Δν ≈ 1550−1395 = 155 cm^{-1} ga teng bo‘lib, bu ko‘pincha bidentat koordinatsiyani ko‘rsatadi — ammo aniq xulosa kristallstruktura bilan mustahkamlanishi kerak.
VOSO4 gidratlangan shakllarida ν(V=O) tajriba qiymati ≈ 980–995 cm^{-1}; ν3(SO_4^{2-}) ≈ 1030–1120 cm^{-1}. Hisoblangan DFT chastotalari ν(V=O) ≈ 995 cm^{-1}; ν3(SO_4^{2-}) ≈ 1060 cm^{-1}. Sulfatning kuchli poliar tabiati LMCT yutilishlarini kuchaytirishi mumkin, natijada UV-Vis spektrda 250–350 nm orali g‘ida kuchli bantlar kuzatiladi.

$VOCl_2$ uchun ν(V=O) tajriba qiymati ≈ 970–980 cm^{-1}; past chastotali V–Cl tebranishlari ≈ 300–380 cm^{-1}. Xloridlar elektron donor xususiyatiga qarab d–d o‘tishlar va V=O chastotasi ozgina pasayishi yoki k o‘tarilishi mumkin.

UB spektrlar

TD-DFT asosida yoki adabiy misollarga mos ravishda LMCT va d–d bandlarini simulyatsiya qildik. Quyidagi grafik UV-Vis yutilish spektrlarini k o‘rsatadi (simulyatsiya).



Eksperimental tavsiyalar va tavsiflar

• IR: 400–1200 cm^{-1} orali g‘ini yuqori rezolyutsiyada o‘lchang va V=O tebranishini 950–1000 cm^{-1} atrofida aniqlang.

• Raman: past chastotalar (200–400 cm^{-1}) V–Cl va boshqa metal–halogen tebranishlarini aniqlash uchun foydali.

• UV-Vis (solvent, pH): LMCT bantlari solvent va ligand muhitiga sezgir bo‘lib, pH va koordinatsiya holatiga qarab siljishi mumkin.

ISSN 3030-3907

•Kvant-kimyoviy ishlarda geometriya optimallashtirishni avval amalga oshiring, s o‘ng vibratsion tahlil; harmonik chastotalarni skalyalashni unutmang.

Xulosa

Vanadil atsetatlari, sulfatlari va xloridlari VO^{2+} fragmentining umumiy spektral xususiyatlarini namoyish etadi, ammo ligandning kimyoviy tabiati IQ va UB spektrlarda muhim farqlarni keltirib chiqaradi. Kvant-kimyoviy hisoblashlar (B3LYP/def2-TZVP kabi) bilan sintez qilingan natijalar yaxshi mos keladi va spektral ta’riflashda yordam beradi. Simulyatsiyalar haqiqatga yaqin yondashuvni beradi va eksperimental dizayn hamda bandlar tayinlashida foydalidir.

ADABIYOTLAR

1. C. J. Ballhausen, H. B. Gray, "Molecular Orbital Theory of Transition Metal Complexes", 1962.
2. Example DFT studies: B3LYP/def2-TZVP calculations for vanadium oxo complexes — literature examples (see Molecules, Inorg. Chem. etc.).
3. Infrared Spectroscopy references: standard IR tables and metal-oxo references (Chemistry LibreTexts).
4. TD-DFT methods for UV-Vis: CAM-B3LYP and TD-DFT recommendations in the literature for charge-transfer transitions.
5. Experimental reports on V=O stretching bands in vanadyl complexes (selected research articles, 2000–2022).
6. F.I. Muzafarov, B.Sh. Ganiev, O‘.M. Mardonov, G.Q. Xoliqova. “Vanadil(II) ioni karboksilatlarining biologik faolligini nazariy o‘rganish (PASS analiz). Parpiev Nusrat Agzamovich tavalludining 90 yillik xotirasiga ba g‘ishlangan «Kompleks birikmalar kimyosining dolzarb muammolari» mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. Tashkent. – NUU. – 2021 g. 14-15 sentabr. – S. 40-42].
7. Cronin, N. B., Badasso, M. O., Tickle, I. J., Dreyer, T., Hoover, D. J.,Rosati, R. L., Humblet, C. C., Lunney, E. A., & Cooper, J. B. (2000). X-ray structures of five renin inhibitors bound to saccharopepsin: Exploration of active-site specificity. Journal of Molecular Biology, 303(5), 745–760.
8. U. M. Shodiev «Koordinatsionnыe soedineniya aminokislot s vanadil-ionom», Tashkent, 1986, Diss…kand. xim nauk. S.176
9. Metal Carboxylates with Open Architectures C. N. R. Rao,* Srinivasan Natarajan, and R. Vaidhyanathan Kozisыna N.Yu., Nefedov S.Ye., Cherkashina N.V., Ikorskiy V.N., Vargaftik M.N., Moiseev I.I. Pervыy kristallicheskiy karboksilatnыy kompleks palladiya(II) s dvuxvalentnыm 3d-metallom PdSo(μ-OOCMe)4(NCMe): sintez i stroenie, Izvestiya AN. Ser. xim. – 2005.–№9.–S.2149-2151.

ISSN 3030-3907

10. Kozitsyna N.Yu., Nefedov S.E., Dolgushin F.M., Cherkashina N.V., Vargaftik M.N., Moiseev I.I. Heterodimetallic PdII-based CarboxylateBridged Complexes: Synthesis and Structure of Single-Crystaline PdII—M (M = MnII, CoII, NiII, CuII, ZnII, NdIII, EuIII, CeIV) acetates // Inorg. Chim. Acta. – 2006. – V.359. –P. 2072-2086.
11. F.I. Muzafarov, U.M. Mardonov, B.Sh. Ganiev, S.F.Abduraxmonov Izuchenie elektronnogo stroeniya molekuly monomernogo asetata vanadila(II). Respublikanskaya nauchno-prakticheskaya konferensiya «Aktualnye problemy razvitiya ximii i ximicheskoy texnologii v Respublike Karakalpakstan». 24 mart. Nukus. 2021 g. S. 136-139
12. F.I. Muzafarov, U.M. Mardonov, B.Sh. Ganiev. Kvantoximicheskoe izuchenie vozmojnosti obrazovaniya monomernogo monoxlorasetata vanadila(II). SBORNIK TRUDOV mejdunarodnoy nauchno-teoreticheskoy konferensii na temu: «Kuatbekovskie chteniya-1: Uroki Nezavisimosti», posvyaщennoy 30-letiyu Nezavisimosti Kazaxstana. 23 aprel 2021 g. III tom. S. 4-6
13. F.I. Muzafarov, G.K. Xolikova, B.Sh. Ganiev Optimizatsiya i raschet kvantovo-ximicheskix parametrov soedineniya monomernogo asetata vanadila(II). SBORNIK TRUDOV mejdunarodnoy nauchno-teoreticheskoy konferensii na temu: «Kuatbekovskie chteniya-1: Uroki Nezavisimosti», posvyaщennoy 30-letiyu Nezavisimosti Kazaxstana. 23 aprel 2021 g. III tom. S. 12-14
14. Al-Hazmi G.A.A. et al. Synthesis and structural characterization of oxovanadium (IV) complexes of dimedone derivatives //Applied Organometallic Chemistry. – 2020. – T. 34. – №. 8. – S. e5672
15. Winther J. R., Phylip L. H., Kay J. Saccharopepsin //Handbook of Proteolytic Enzymes.–Academic Press, 2004. – S. 87-90.
16. Расулова Ю. З. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ХИТИНА И ХИТОЗАНА В СФЕРЕ ФАРМАЦИИ //Научный Фокус. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 146-149.
17. Расулова Ю. З., Курбонов Н. М. ХИМИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА //PEDAGOG. – 2023. – Т. 6. – №. 10. – С. 284-303.
18. Nurutdinova F., Tuksanova Z., Rasulova Y. Study of physico-chemical properties of biopolymers chitin-chitosan synthesized from poddle bees Apis Mellifera //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 474. – С. 01002.

ISSN 3030-3907

ТУРЛИ КОМПОНЕНТЛИ ТОЛАЛАРИДАН ЙИГИРИЛГАН ҚЎШАЛОҚ ИПЛАРНИ ПИШАҚЛИГИ ВА СИФАТИ БЎЙИЧА ЎЗАРО ТАХЛИЛИ.

К. Жуманиязов
Толали экинлар илмий-тадқиқот институти, Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти
Н.Н. Рузибаев
Толали экинлар илмий-тадқиқот институти, Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти
Ф.Ф.Рахматуллинов
Толали экинлар илмий-тадқиқот институти, Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти
Р.Н. Рузивоев
Толали экинлар илмий-тадқиқот институти, Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти
E-mail:nuriddinroziboev5@gmail.com

Аннотация. Ушбу мақолада турли компонентли толалардан йигирилган 29.5 тексли қўшалоқ ипининг физик-механик кўрсаткичлари ўрганилган. Тажрибадан олинган натижаларга ишлов берилганда пахта ва полиэстер, пахта ва бамбук толаларидан олинган қўшалоқ иплар пишиқлиги аниқланди. Тажриба натижалари икки варинтда олинган ўртача қийматларни тахлил қилиш мезони ёрдамида текширилди. Тузилган тенгламалар ёрдамида аниқланган натижалар тажриба йўли билан аниқланган натижалар билан солиштирилди.

Калит сўзлар: пахта, полиэстер, банбук, ҳалқали йигириш, пилик, аралаш ип, пишитиш, тукдорлик, узуш кучи, урчуқ тезлиги, қўшалоқ ип.

Аннотация. В данной статье исследованы физико-механические показатели комплексной нити линейной плотности 29,5 текс, выработанной из разнокомпонентных волокон. При обработке результатов эксперимента была определена прочность комплексных нитей, полученных из хлопка и полиэстера, а также из хлопка и бамбуковых волокон. Экспериментальные результаты проверялись с помощью критерия анализа средних значений, полученных в двух вариантах. Полученные с помощью составленных уравнений результаты были сопоставлены с экспериментальными данными.

Ключевые слова: хлопка, полиэстера, смешанной пряжи, крутка, ворсистост, нажимного валика, вращения веретена, разрывная сила,дублированной пряжи.

ISSN 3030-3907

Annotation. The article examines the physical and mechanical properties of a complex yarn with a linear density of 29.5 tex, produced from multicomponent fibers. During the analysis of experimental results, the strength of complex yarns made from cotton and polyester, as well as from cotton and bamboo fibers, was determined. The experimental results were verified using the criterion for analyzing mean values obtained in two variants. The results obtained using the compiled equations were compared with the experimental data.

Keywords: cotton, polyester, ring spinning, roving,mixed yarn, twist, hairines, pressure roller, breaking force, spindle speed, duplicated yarn.

Введение

Бугунги кунда жахонда пахта ва кимёвий толаларидан пишитилган ип ишлаб чиқариш бир нечта технологик жараёнларни қамраб олган бўлиб, ипнинг таннархини ортишига олиб келади. Технологик жараёнларни қисқартириш ҳисобига Турли компонентли толалардан қўшалоқ ип олиш янги турдаги ип бўлиб пишитилган иплар билан рақобатлаша оладиган иплардан бири бўлиб, бунда пишитиш техникаси ва технологиясини такомиллаштиришга нафақат Ўзбекистонда, хорижда ҳам борган сари катта эътибор қаратилмоқда. [1].

Қўшалоқ ип йигиришни юқори технологияларга асосланган холда замонавий машиналарада ип ишлаб чиқариш ва йигирилган ипнинг намлантириш толалардаги таранглиқни олдини олиш, ип тузилишини мувозанатлаштириш, узайишини ошириш, бикрлигини камайтириш ва ипга кейинги ишлов беришда технологик ўтимлардан ўтишидаги узилишларини камайтиришга хамда пишитилган ипнинг физик-механик кўрсаткичларини яхшилашдан иборат. Ип сифатини бахолаш жахон талаблари даражасидаги замонавий услублар ва ўлчаш воситаларига асосланган халқаро классификация асосида амалга оширилади[2].

Қўшалоқ ип ишлаб чиқариш орқали тўқима ва тирикатаж матолари сифатини яхшилаш, тўқишдаги узилишларни, ипдаги тукдорлик миқдорини ҳамда матонинг ишқаланишдаги емирилишини камайтириш имконини беради. Ҳалқали йигириш машинаси чўзиш асбоби параметирларини бир оз ўзгартириш орқали 2 та пиликни алоҳида бир эзувчи валикга уланиши хар бир пиликга бир ҳил чўзиш ва бурам бериш хисобига хосил қилинади[3].

Дастлабки тажрибалар асосида ускуналар конструктсияларини ўзгартирилиб снов тажриба режаси тузилди. Синов тажриба ишлари ТТЕСИ қошидаги “Ипак ва йигириш технологияси” кафедраси ўқув лабораториясида “Осборн текстил” ҚК да тайёрланган пахта ва меланж пилталаш II ўтим пилтасидан хамда пахта-полиэстар ва пахта-банбук толаларидан Zinser-350

ISSN 3030-3907

ҳалқали йигириш машинасида чизиқий зичлиги 29.5 тексли қўшалоқ ип ишлаб чиқириш амалга оширилди. Пахта ва полиэстер толаларидан хамда пахта ва банбук толаларидан йигирилган чизиқий зичлиги 29.5 текс бўлган қўшалоқ ипларидан,пахта ва лавсан толаларидан йигирилган siro ипининг пишиқлиги йуқори еканлиги исботланди, шунинг билан бир вақтда уларни сифат жихатдан бир хил еканлиги урганилди. Тажриба ипларнинг сифат кўрсаткичлари ТТЕСИ қошидаги “CentexUz” лабораториясидаги замонавий синов ускуналарида аниқланган[4,5].

Тажриба натижасида ишлаб чиқарилган чизиқий зичлиги 29.5 текс булган пахта-банбук толасидан олинган қўшалоқ ип халқали усулда йигирилган пахта-лавсан толасидан олинган 29.5 тексли қўшалоқ ип билан солиштирилди натижалари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Чизиқий зичлиги 29.5 текс булган пахта-лавсан ва пахта-банбук толаларидан йигирилган қўшалоқ ипининг физик- механик курсаткичлари жадвали.

№	Курсаткич номи:	Пахта ва полиэстер	Пахта ва банбук
1	Ипнинг чизиқий зичлиги, текс	29.5 teks	29.5 teks
2	Ингилиз номири; N_e	20	20
3	Узилиш кучи; сН	356	315
4	Нисбий узиш кучи ; сн/ текс	11.6	10.2
5	Узилиш кучи буйича вариатсия каефсенти, %	9.93	6.47
6	Узайиши буйича вариатсия каефсенти, %	9.09	7.76

2-жадвал

Пахта ва полиэстер учун тажриба натижлари жадвали

Тартиб рақами	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тажриба натижалари: PsN	341	353	291	347	304	381	356	283	344

ISSN 3030-3907

3-жадвал

Пахта ва бамбук учун тажриба натижлари жадвали

Тартиб рақами	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тажриба натижалари: PsN	268	282	289	295	278	281	315	267	252

Тажириба ипларнинг сифат кўрсаткичлари узиш кучи бўйича “CentexUz” лабораториясидаги замонавий синов ускуналарида аниқланган ва қийматлари қуйдаги жадвалларда (2-3 жадваллар) келтирилган.

Тажриба натижалари икки варинтда олинган ўртача қийматларни тахлил қилиш мезони ёрдамида текширилди [6,7]. Тажрибалар сони 9та бўлгани учун яъни n<30 ,қуйдаги мезондан фойдаланиб хисоблаймиз

$$t_{\text{хис}(x)} = \frac{|X_1 - X_2|\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}}$$

S_1^2ваS_2^2 ларни қуйдаги формилалардан фойдаланиб хисобланади.

$$S_1^2 = \sum_1^n (\mathrm{P}_1 - \overline{\mathrm{X}}_1)^2; \; S_2^2 = \sum_1^n (\mathrm{P}_2 - \overline{\mathrm{X}}_2)^2.$$

Бу йерда $t_{\text{жад}}$ ни K ни қийматига кўра ушбу мезоннинг жадвал қийматидан олинади ва K нинг қиймати қуйдагича топилади.

K=2(n-1)

K=2(9-1)=16

K=16 да $t_{\text{жад}}$=2.12 , бўлади;

Хар иккала ипнинг пишиқлиги текширилганда қуйдаги натижалар олинди:

Пахта ва лавсандан йигирилган ип учун .

$P_1 = 341\text{cH}, P_{2,} = 353\text{cH}, P_{3,} = 291\text{cH}$, P_4 =347cH, P_5 =304cH, P_6=381cH, P_7=356cH, P_8=283cH, P_9=344cH ва CV_1=9.93; n=9

Пахта ва бонбукдан йигирилган ип учун.

$P_1 = 268\text{cH}, P_{2,} = 282\text{cH}, P_{3,} = 289\text{cH}$, P_4, =2295cH, P_5 =278cH, P_6=281cH, P_7=315cH, P_8=267cH, P_9=252cH, ва CV_2=6.47, n=9;

Шундан сунг хар иккала вариантда йигирилган ипларни қайси бири пишиқ еканлигини хисоблаймиз.

(1-усул)

$S^2_{\text{лавсан}} = \sum_1^n (P_1 - X)^2$, бу ерда

$\overline{X} = \frac{\sum_1^n (P_1)}{n} = \frac{341+353+291+347+304+381+356+283+344}{9} = 333\text{c}$

ISSN 3030-3907

$$S^2_{\text{лавсан}}=\sum_1^n(P_1\text{-}X)^2=(347-333)^2+(304-333)^2+(381-333)^2+(356-333)^2+(283-333)+^2+(344-333)^2+(341-333)^2+(353-333)^2+(291-333)^2=8719$$

$S^2_{\text{Банбук}}=\sum_1^n(P_2\text{-}X)^2$, бу йерда

$$\bar{X}=\frac{\sum_1^n(P_2)}{n}=\frac{268+282+289+295+278+281+315+267+252}{9}=281\text{сН}$$

$$S^2_{\text{Банбук}}=\sum_1^n(P_2\text{-}X)^2=(268-281)^2+(282-281)^2+(289-281)^2+(295-281)^2+(278-281)^2+(281-281)^2+(315-281)^2+(267-281)^2+(252-281)^2=2545$$

$$t_{X(\text{X})}=\frac{|X_1-X_2|\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{S_1^{2+}S_2^2}}=\frac{|333-281|\sqrt{9(9-1)}}{\sqrt{8719+2545}}=4.1$$ демак бизда

t_{xis}=4.1; $t_{\text{жад}}$=2.12 еканлигини хисобга олсак,бу мезондан қуйдагича натижа олинади , t_{xis}=4.1> $t_{\text{жад}}$=2.12, бўлганлиги учун пахта ва полиэстер толаларидан йигирилган қўшалоқ ип, пахта ва банбук толаларидан йигирилган қўшалоқ ипига нисбатан пишиқроқ еканлиги исботланди .

Хар иккала вариантда олинган қўшалоқ ипларни сифат жихатдан бир-бири билан таққослаймиз. Бунинг учун математик статик усулда хар бир тавсиф буйича икки вариант орасидаги фарқ ишончли деб хисобланади.

Агар: $P_{\text{иш}}=0.99$ да $\frac{(\bar{X}_1-\bar{X}_2)^2}{m_1^2+m_2^2}>9$,бўлса $P_{\text{иш}}=0.95$ да $\frac{(CV_1-CV_2)^2}{m_{CV1}^2+m_{CV2}^2}$>4, бўлса бу йерда

$\bar{X}_1$-биринчи вариантда олинган ўртача қиймат.

$\bar{X}_2$-иккинчи вариантда олинган ўртача қиймат.

m_1-$\bar{X}_1$ бўйича ўртача хато.

m_2-$\bar{X}_2$ бўйича ўртача хато.

$m_1=\frac{CV_1*\bar{X}_1}{100\sqrt{n_1}}$; $m_2=\frac{CV_2*\bar{X}_2}{100\sqrt{n_2}}$;

CV_1- биринчи вариант бўйича вариатсия каеффисиенти ; CV_2 – иккинчи вариант бўйича вариатсия каеффисиенти .

n_1 ва n_2 тажрибалар сони,

Вариатсия каеффисиенти бўйича ўртача хато қуйдагича топилади.

$$m_{cv_1}=\frac{CV_1}{\sqrt{2n_1}};\qquad m_{cv_2}=\frac{CV_2}{\sqrt{2n_2}};$$

Хисоб китобни қуйдаги кетма-кетлик асасида хисобланади.

$$m_1=\frac{9.93*333}{100\sqrt{9}}=11.02sN;$$

$$m_2=\frac{6.47*281}{100\sqrt{9}}=6.06sN;$$

$$m_{cv_1}=\frac{9.93}{\sqrt{2*9}}=2.34\%;$$

ISSN 3030-3907

$$m_{cv_2} = \frac{6.47}{\sqrt{2*9}} = 1.52\%;$$

Агар $P_{\text{ишонч}} = 0.95$ булса ипнинг вариатсия каеффисиенти курсаткичи буйича $\frac{(9.93-6.47)^2}{2.34^2+1.52^2} = 1.47;$ **1.47<4**

Хулоса

Тажриба натижалари икки варинтда олинган ўртача қийматларни тахлил қилиш мезони ёрдамида текширганда унинг ҳисобий қиймати жадвалий қийматидан катта еканлиги исботланди. Бу эса олиб борилган хисоб китоб ишларида математик –статистикада топилган хар бир тафсив бўйича иккала қийматдан бири пишиқроқ, сифат жихатидан еса бир хиллиги исботланди. Тажрибадан олинган натижаларни узиш кучи ва сифати бўйича тахлил қилинганда пахта ва полиэстар толаларидан йигирилган қўшалоқ ип, пахта ва банбук толаларидан йигирилган қўшалоқ ипга нисбатан пишиқроқ, лекин сифати бўйича бир хиллиги аниқланди .

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Исақулов В.Т., Бурнашев Р.З., Янги турдаги ип ишлаб чиқариш технологияси ГКНТ-2001 йил, Тошкент – 2001 йил.
2. Canoglu, S., Tanir, S.K., 2009, “Studies on Yarn Hairiness of Polyester/Cotton Blended Ring-Spun Yarns Made from Different Blend Ratios”, Textile Research Journal, Vol.79 (3), pp.235-242.
3. Onarboev B.O., Tulaganova M.T., Isakulov V.T., Improving the sealing protection of equipment in spinning machines. International journal of advanced research in Science engineering and technology. Vol.6, issue 6, june 2019.
4. Temel, E., and P. Celik. 2010. A research on spinnability of 100% polyester and polyester-cotton blend sirospun yarns. TEKSTI’L ve KONFEKSI ▪ YON, Textile and Apparel Research & Application Center Ege University Turkey 20(1): 23–29.
5. Roziboyev, N. N., & Isakulov, V. T. (2021). Comparative analysis of the properties of Siro yarn spinned by natural and chemical fibers. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 11(4), 1819-1825
6. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности., Учебник., –М; МГТУ - 2007 – 648 с.
7. Мелибаев У. Тўқимачилик саноати технологик жараёнларини моделлаштириш асослари.- Наманган.: 2020 й. 100-110 б.

ISSN 3030-3907

SOAR - АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ДИАБЕТИЧЕСКИХ СУХАРЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Мухамедова Мухаббат Эгамовна
докторант кафедры «Технология пищевых продуктов и сервис», Бухарского государственного технического университета, Республики Узбекистана г. Бухара
Адизов Рашид Тухтаевич
профессор кафедры «Технология пищевых продуктов и сервис», Бухарского государственного технического университета, Республики Узбекистана г. Бухара

Аннотация. В данной статье рассматриваются технологический потенциал и перспективы коммерциализации производства диабетических сухарей с использованием нетрадиционного растительного, в том числе и побочного, и лекарственного сырья. Произведён SOAR-анализ использования данного сырья в промышленном производстве данной продукции целевого назначения. Рассмотрены такие компоненты, как цельнозерновая мука пшеницы, пшеничные отруби, шелуха семян кунжута, топинамбур, морковные выжимки, ферула обыкновенная и стевия медовая. Цель работы заключалась в выявлении сильных и слабых сторон, возможностей и рисков, связанные с использованием данных ингредиентов в рецептуре сухарей. Установлено, что коммерциализация производства диабетических сухарей с нетрадиционным сырьем имеет высокие перспективы за счёт растущего спроса на диабетические продукты. Основные риски включают конкуренцию с существующими продуктами и необходимость формирования потребительского доверия к инновационному продукту.

Ключевые слова: SOAR-анализ, диабетические сухари, нетрадиционное сырье, цельнозерновая мука, пшеничные отруби, шелуха семян кунжута, топинамбур, морковные выжимки, ферула обыкновенная,стевия медовая.

Аннотация. Мазкур мақолада ноанъанавий ўсимлик хом ашёсидан, шу жумладан иккиламчи маҳсулотлар ва доривор хом ашёдан фойдаланган ҳолда диабетик қотирилган нонлар ишлаб чиқаришнинг технологик салоҳияти ва тижоратлаштириш истиқболлари кўриб чиқилади. Ушбу мақсадли маҳсулотни саноат ишлаб чиқаришида мазкур хом ашё турларидан фойдаланиш бўйича SOAR-таҳлил ўтказилди. Бутун дондан олинган буғдой уни, буғдой кепаги, кунжут уруғи қобиғи, топинамбур, сабзи сиқилмаси, оддий ферула ва стевия каби компонентлар таҳлили ўтказилди. Ишнинг

ISSN 3030-3907

мақсади қотирилган нонлар рецептураларида ушбу ингредиентлардан фойдаланиш билан боғлиқ кучли ва кучсиз томонлар, имкониятлар ва хатарларни аниқлашдан иборат. Ноанъанавий хом ашёдан фойдаланган ҳолда диабетик қотирилган нонларни ишлаб чиқаришни тижоратлаштириш диабетик маҳсулотларга талаб ортиб бораётганлиги сабабли юқори салоҳиятга эга эканлиги аниқланди. Асосий хатарлар мавжуд маҳсулотлар билан рақобат, шунингдек, истеъмолчиларнинг инновацион маҳсулотга ишончини ошириш заруриятини назарда тутади.

Калит сўзлар: SOAR-таҳлил, диабетик қотирилган нонлар, ноанъанавий хом ашё, бутун буғдой донидан олинган ун, буғдой кепаги, кунжут қобиғи, топинамбур, сабзи сиқилмаси, оддий ферула, стевия.

Annotation. The article covers the technological potential and commercialization prospects for diabetic rusks production using non-traditional plant-based raw materials, including by-products and medicinal raw materials. A SOAR analysis of the use of these raw materials in the industrial production of this targeted product was conducted. Components such as whole wheat flour, wheat bran, sesame seed husks, earth apple, carrot pulp, giant fennel, and stevia are examined. The purpose of the research was to identify the strengths, weaknesses, opportunities, and risks associated with using these ingredients in rusks formulations. It was established that commercialization of diabetic rusks production using non-traditional raw materials has high potential due to the growing demand for diabetic products. The main risks include competition with existing products and the need to build consumer confidence in the innovative product.

Keywords: SOAR analysis, diabetic crackers, non-traditional raw materials, whole grain flour, wheat bran, sesame seed husks, earth apple, carrot pulp, giant fennel, stevia.

Введение

Сахарный диабет остается одной из наиболее острых глобальных проблем здравоохранения, что стимулирует развитие рынка диабетических продуктов. Увеличение числа людей с нарушенной толерантностью к глюкозе и сахарным диабетом повышает интерес к разработке готовых продуктов с низким гликемическим воздействием [1, 2;с.2-3].

Анализ глобальных тенденций рынка диабетических продуктов показал их стабильный рост с 3,2 млрд. долларов в 2015 году до прогнозируемых 16,8 млрд. к 2025 году, что свидетельствует о среднем ежегодном росте около 17,0%. Основные драйверы включают: увеличение числа людей с диабетом в мире; повышение уровня жизни и рост доходов в развивающихся странах; расширение ассортимента продуктов; внедрение

ISSN 3030-3907

новых технологий и методов лечения; повышенная информированность населения о профилактике и управлении заболеванием [3;с. 625-627].

Следует отметить, что пандемия COVID-19 также способствовала повышению внимания к состоянию здоровья и потребности в специальных продуктах. В результате резко возрос спрос на биотехнологические и индивидуализированные решения, появились новые формы управления сахарным диабетом — инсулиновые помпы, генно-инженерные препараты.

За рассматриваемый период внутренний рынок Узбекистана также проявил стабильный рост: объём производства диабетических продуктов увеличился за рассматриваемые 10 лет практически в 9 раз (с 10 до 90 тонн). Это обусловлено следующими факторами: увеличение осведомленности населения о диабете; правительственные программы профилактики и лечения заболеваний; расширение производственной базы и инвестиций в пищевую промышленность; рост импортных и локальных предложений продуктов (табл.1).

Таблица 1

Сравнительный анализ развития рынка диабетических продуктов

Показатель	Мировой рынок	Рынок Узбекистана
Текущий объём (2024 г.)	~12,6 млрд. долл.	~ 60-75 тонн
Темпы роста (ежемесячно), %	~17,0%	~ 25-30% (вероятно, с учетом локальных особенностей)
Основные тенденции	Технологические инновации, персонализация терапии	Сегментация и локализация производства

Сравнительный анализ производства диабетических продуктов в мире и Узбекистане (табл.1) показал, что рынок данных продуктов обладает высокой динамикой роста. Внутренний рынок движется по пути сегментации и локализации производства, что обеспечивает его устойчивое развитие в долгосрочной перспективе. Однако, несмотря на достигнутые успехи, перспективы требуют дальнейших усилий в части инноваций, повышения качества продукции и расширения доступа для населения.

Цель работы заключалась в выявлении сильных и слабых сторон, возможностей и рисков, связанные с использованием нетрадиционного сырья в рецептуре диабетических сухарей.

Диабетические сухари (низкокалорийные/низкогликемические) требуют сочетания низкого доступного углеводного фракта, высокого

ISSN 3030-3907

содержания пищевых волокон и приемлемой органолептики. Одним из перспективных направлений решения данной проблемы является использование побочных продуктов различных отраслей пищевой промышленности, как экономичного и устойчивого источника функциональных ингредиентов, способных снижать скорость высвобождения глюкозы (табл.2) [5;с.1637-1652, 6;с.1417-1435, 7;с.1-10, 8;с.29-42, 6;с.1-5]..

Таблица 2.

Побочные продукты — биоактивы, влияние на гликемию, применение в диабетических сухарях (кратко)

Продукт	Основные биоактивные вещества	Гликемическая нагрузка	Применение в диабетических сухарях
1	*2*	*3*	*4*
Мука пшеничная цельнозерновая	Комплекс: крахмал, пищевые волокна, витамины группы В, минералы	Снижает постпрандиальную гликемию по сравнению с рафинированной мукой за счёт полного зернового матрикса	Частичная/полная замена рафинированной муки; улучшает текстуру и индекс насыщения; обычно 30–100% в зависимости от рецептуры
Зерновые отходы (отруби пшеницы)	Высокое содержание некрахмальных полисахаридов (целлюлоза, арабиноксиланы), минералы	Уменьшают скорость переваривания крахмалов, снижают гликемический индекс (ГИ)	Добавка 5–30% в мучную матрицу; повышает содержание пищевых волокон; требует корректировки воды и замеса
Масличные отходы (шелуха/жмых кунжута)	Белок, липиды, остаточные полиненасыщенные кислоты, лигнаны, фенолы	Гликемический эффект	Использовать как добавку (5–15%) для повышения белка и антиоксидантов; может влиять на вкус и жирность

ISSN 3030-3907

Овощное сырьё — топинамбур (порошок из корней)	Инулин (фруктоолигосахариды), полисахариды, полифенолы	Инулин - пребиотик; снижает постпрандиальную гликемию, улучшает чувствительность к инсулину	Замена части сахара и/или муки (5–15%); улучшает текстуру и пребиотическую ценность; требует контроля влаги.

Продолжение таблицы 2

1	*2*	*3*	*4*
Плодовые/овощные отходы (морковь, яблоки — жмых, пюре, порошок)	Пищевые волокна, пектин, полифенолы	Полифенолы и пектин уменьшают скорость всасывания сахаров; улучшение толерантности к глюкозе	Частичная замена муки (обычно 5–15%); улучшение содержания волокон и вкуса; может снижать ГИ
Ferula (Ferula communis / «ферула обыкновенная»)	Кумарины, сесквитерпены, фуранокумарины, эфирные масла; в некоторых экстрактах — бифенилы	Антидиабетические эффекты (ингибирование ферментов, гипогликемия)	Источник биоактивов в составе функциональных ингредиентов, но требует строгой регламентации перед использованием в пищевых продуктах
Стевия (Stevia rebaudiana, «стевия медовая»)	Стевиоловые гликозиды (стевиозид, ребаудиозид А, ребаудиозид М и др.)	Не вызывает гликемического ответа (нулевой/минимальный GI); в ряде исследований наблюдалось	Использовать как заменитель сахарозы (в чистых экстрактах); сочетать с наполнителями/полиолами для улучшения

ISSN 3030-3907

		снижение уровня крови у пациентов с СД2/улучшение показателей при длительном применении.	текстуры и объёма сухарей.

Использование побочных пищевых продуктов позволяет: уменьшать себестоимость готовой продукции; повышать её функциональную ценность; снижать нагрузку на окружающую среду. Однако интеграция данного сырья сопряжена с рядом технологических, регуляторных и маркетинговых проблем, требующих комплексного анализа перед коммерческим внедрением. Для оценки сильных сторон, возможностей, стремлений и ожидаемых результатов при использовании объектов исследования в производстве диабетических сухарей был проведен SOAR-анализ (табл.3)

Таблица 3.

SOAR-анализ коммерциализации производства диабетических сухарей с нетрадиционным сырьем

Компоненты	Описание
Сильные стороны (Strengths)	1. Высокая питательная ценность цельнозерновой муки, отрубей и шелухи. 2. Природные антиоксиданты в шелухе кунжута. 3. Инсулиновый эффект топинамбура. 4. Морковные выжимки как источник клетчатки и витаминов. 5. Лекарственное сырьё с потенциальными полезными свойствами.
Возможности (Opportunities)	1. Растущий интерес потребителей к здоровому питанию. 2. Разработка новых рецептур и продуктов. 3. Увеличение доли рынка диабетических продуктов. 4. Использование местных и экологически чистых ингредиентов.

ISSN 3030-3907

Стремления (Aspirations)	1. Создание инновационных продуктов для людей с диабетом. 2. Осведомленность о пользе нетрадиционного сырья. 3. Минимизация отходов в производстве
Результаты (Results)	1. Увеличение продаж диабетических сухарей. 2. Повышение удовлетворенности потребителей. 3. Улучшение общественного здоровья через правильное питание

SOAR-анализ - это инструмент стратегического планирования, основанный на четырех компонентах: Strengths (сильные стороны), Opportunities (возможности), Aspirations (стремления) и Results (результаты). Его ключевые преимущества включают в себя фокусировку на позитивном развитии компании, создание реалистичных прогнозов, возможность использования в различных отраслях и гибкий, адаптивный подход к планированию, основанный на методе оценочного исследования (Appreciative Inquiry). В отличие от SWOT-анализа, SOAR-анализ не акцентирует внимание на слабых сторонах, а сосредоточен на сильных сторонах и возможностях для их реализации [4].

Коммерциализация производства диабетических сухарей с нетрадиционным растительным сырьем и лекарственными травами имеет высокие перспективы за счёт растущего спроса на здоровое питание и диабетические продукты, а также возможности создания уникального продукта с дополнительной пользой для здоровья. Основные риски включают сложности в поиске и стандартизации сырья, необходимость доказательства эффективности и безопасности новых компонентов, высокие затраты на разработку и сертификацию, а также конкуренцию с существующими продуктами и необходимость формирования потребительского доверия к инновационному продукту.

Использование нетрадиционного сырья в производстве диабетических сухарей открывает новые горизонты для создания функциональных и здоровых продуктов. SOAR-анализ продемонстрировал, что при правильной стратегии можно значительно улучшить качество конечного продукта и удовлетворить потребности растущего сегмента рынка. При этом необходимо обратить внимание и на коммерческие риски и проблемы при использовании побочных продуктов и лекарственного сырья (табл.4).

ISSN 3030-3907

Таблица 4.

Коммерческие риски и проблемы при использовании побочных продуктов и лекарственного сырья

Тип риска	Описание риска	Пути минимизации
Рыночный	Низкий спрос, скепсис потребителей	Маркетинговые кампании, образовательные программы
Регуляторный	Необходимость сертификации, соблюдения СанПиН	Проведение исследований, предварительное оформление документов
Технологический	Вариабельность состава сырья, потеря активности биоактивных веществ	Стандартизация сырья, оптимизация технологических процессов
Финансовый	Высокие инвестиции, низкая рентабельность	Государственная поддержка, оптимизация затрат
Логистический	Сложности в поставках, сезонность	Диверсификация поставщиков, хранение сырья

Нельзя обойти вниманием и технологические аспекты и вызовы (табл.5).

Таблица 5.

Технологические аспекты и вызовы использования побочных продуктов и лекарственного сырья

Описание риска	Причины и пути минимизации
Влияние на текстуру теста	Различная влагоудерживающая способность сырья. Образование клейковины (или её отсутствие). Необходимость корректировки рецептуры (добавление воды, связующих агентов, загустителей)
Управление вкусом	Маскировка нежелательных привкусов (например, от стевии или ферулы). Комбинирование ингредиентов для достижения гармоничного вкуса и запаха

ISSN 3030-3907

Стабильность продукта	Сроки хранения, окисление жиров. Влияние добавок на срок хранения готовых продуктов
Технологическое оборудование	Возможно, потребуется адаптация существующих процессов или новое оборудование
Сложности с масштабированием	Переход от лабораторных разработок к промышленному производству

На основе предоставленных данных можно сделать следующие выводы. Так, мировой рынок диабетических продуктов демонстрирует устойчивый и значительный рост за последние годы. Это свидетельствует о глобальной диагностике проблем диабета, повышении осведомленности населения и расширении ассортимента лечебных и профилактических продуктов. Особенно заметен ускоренный рост после 2020 года, что связано с пандемией COVID-19, которая помогла привлечь больше внимания к вопросам здоровья и питания. В то же время рынок Узбекистана показывает более умеренный, но стабильный рост, что отражает развитие отечественного производства, повышение спроса внутреннего и регионального населения на диабетические продукты и улучшение инфраструктуры здравоохранения. Рост с 10 тонн в 2015 до прогнозируемых 90 тонн к 2025 году говорит о значительном увеличении производства и потребления внутри страны. Сравнивая оба тренда, можно сказать, что внутренний рынок Узбекистана идет в русле глобальных тенденций, хотя и с меньшей динамикой. Однако, чтобы обеспечить дальнейшее развитие, необходимо расширять ассортимент продукции, в частности за счёт использования нетрадиционного сырья из собственных сырьевых ресурсов. Это перспективное направление, способствующее улучшению здоровья потребителей и увеличению конкурентоспособности на рынке.

Проведенный SOAR-анализ демонстрирует, что использование таких ингредиентов, как цельнозерновая мука, пшеничные отруби, шелуха семян кунжута, топинамбур, морковные выжимки и лекарственное сырье, может привести к значительным преимуществам как для производителей, так и для потребителей. Использование альтернативных ингредиентов позволяет существенно улучшить пищевую ценность и снизить гликемический индекс продукта. Ключевые вызовы связаны с оптимизацией рецептур, технологическими процессами и достижением желаемых вкусовых качеств.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костарнова Н. Диабет пошел на мировой рекорд/ Н. Костарнова. - URL: https://www.kommersant.ru/doc/6068812#:~:text (дата обращения: 14.12.2024).
2. Резолюция ООН по сахарному диабету// Сахарный диабет. - 2007. - №10(1). – С. 2-3. - URL: https://doi.org/10.14341/2072-0351-5906 (дата обращения: 14.12.2024).
3. Салиева Ш.Б. Профилактика и лечение сахарного диабета II-типа в Узбекистане/Ш.Б. Салиева// Экономика и социум. – 2023. - №10(113)-1. – С.625-627.
4. Моралес Д. Определить и увидеть различия между SOAR и SWOT-анализом/Д. Моралес. – 2023. - URL: https://www.mindonmap.com/ru/blog/soar-vs-swot/(дата обращения: 14.12.2024).
5. American Diabetes Association. Nutrition Therapy for Adults with Diabetes or Prediabetes: A Consensus Report// Diabetes Care. – 2021. - №44(7). – Pp. 1637-1652.
6. Slavin J.L. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits/ J.L. Slavin // Nutrients. – 2013. - №5(4). – Pp.1417-1435.
7. Sinha R. Nutritional and health benefits of whole grains/ R.Sinha, A. Gupta // Food Science and Human Wellness. – 2019. - №8(1). – Pp. 1-10.
8. Abolanle A.A. Role of Functional Foods in the Management of Diabetes Mellitus: A Concise Review/ Abolanle A. A. Kayode, Great O. Adebodun, Daniel I. Fabunmi1, and Omowumi T. Kayode. // Bioactive Molecules and Pharmaceuticals. – 2023. - № 2(7). – Pp.29-42.
9. Dhingra D. The health benefits of apples/ Dhingra, D., Michael, C. // Journal of Nutrition & Food Sciences. – 2016. -№ 6(2). – Pp. 1-5.

ISSN 3030-3907

MASOFAVIY TA'LIM AFZALLIKLARI VA KAMCHILIKLARI.

Murodova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti dotsenti
Kamolova Mahliyo Hasanovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti stajyor- o'qituvchisi
E-mail: mahliyo.kamolova.86@mail.ru

Annotatsiya: Maqolada masofadan turib o'qish va undan keng miqiyosida ma'lumot olish, Onlayn hamda erkin tadqiqotchilar va izlanuvchilar o'z y o'nalishda tahsil olayotgan talabalarning fanni chuqurroq o'rganishiga, olingan natijalarning amaliy ahamiyatlari ochib berilgan. Maqolada turli fanlardan talabalar bilimini oshirish, darslarni onlayn tashkil etish orqali hozirgi zamon talablariga mos ravishda MOOCdan foydalangan holda amalga oshirishning amaliy ahamiyati ilmiy jihatdan asoslangan.Onlyn kurslar, platformalar, ularning yutuq va kamchiliklari haqida s o'z boradi.

Kalit so'zlar: MOCC, onlayn-kurs, ommaviy ta'lim, content, internet, sun'iy intellect, samaradorlik, masofaviy ta'lim.

Annotation: The article reveals the practical significance of the results obtained by studying at a distance and obtaining information from it in a wide range, online and free researchers and researchers to a deeper study of the science of students studying in their direction. The article scientifically substantiates the practical importance of improving student knowledge from various disciplines, implementing classes using the MOOC in accordance with the requirements of the present time by organizing them online.Onlyn talks about courses, platforms, their achievements and disadvantages.

Keywords: MOCC, online course, mass education, content, internet, artificial intellect, efficiency, distance learning.

Аннотация: В статье раскрыта практическая значимость полученных результатов для дистанционного обучения и получения из них широкого спектра знаний, как онлайн, так и внештатных исследователей и соискателей, способствующих более глубокому изучению предмета студентами, обучающимися по их направлению. В статье научно обоснована практическая значимость повышения знаний учащихся по различным предметам, внедрения МООК в соответствии с современными требованиями путем организации занятий онлайн.Речь идет об онлайн-курсах, платформах, их достоинствах и недостатках.

Ключевые слова: MOCC, онлайн-курс, массовое образование, контент, интернет, искусственный интеллект, эффективность, дистанционное обучение.

ISSN 3030-3907

Kirish

Ta’limda onlayn o‘qitish tizimi bizga kuni kecha kirib kelgan yangilik emas. Ochiq internet onlayn kurslar 2000 yillarda paydo bo`ldi va bu bilan o‘z davring dunyoga mashxur,reytingi yuqori universitetlari tinglovchilarga o‘z maruzalarini bepul tinglash imkoniyatini taqdim etdi. Bu kabi ta’lim xizmatlariga bo‘lgan talab yuqori bo‘lganligi sababli MOOC nomli mutlaqo yangi ta’lim berish metodikasi shakllandi. Bu atama 2008 yilda Devid Kormier (University of Prince Edvard Island) Brayan Aleksandr (Netional Institute for Technology in Liberal Education) tomonidan o‘ylab topilgan edi. MOOC- onlayn ta’lim bozorini rivojlantirish xamda turli pedagogik va biznes vazifalarini xal etishda karatilgan zamonaviy masofaviy ta’lim tizimi. MOOC ing. Messive Open Onlayn Course) yoki Ommaviy ochiq Onlayn Kurs kengaytmasidan tashkil topgan.

Messive- geografik joylashuvi va o‘rnidan qat’iy nazar chegeralanmagan xolda ko‘p sonli bilim oluvchilarni ommaviy ravishda qamrab oladi va o‘qitadi.

Open- barcha uquvchilar uchun ochik va bepul ta’lim olish imkoniyatini beradi. Ochiklikning asosiy sifati kurs uchun bepul ro‘yxatdan o‘tish, ro‘yxatdan o‘tganlar uchun esa cheksiz kontent, ta’lim natijalariga erishishning bepul imkoniyatlari taqdim etiladi.

Onlayn- masofaviy ta’lim onlayn aloqa vositalari yordamida olib boriladi va barcha materiallar elektron shaklda takdim etiladi. Bu esa ushbu metodning texnik xususiyatlarini ochib beradi, ya’ni kurs internet orqali uzatiladi. O‘quv jarayoning barcha ishtirokchilari bilan tarmoqning uzaro ta’sirini ta’minlaydi.

Course- umumiy qoidalar, vaqt cheklovlari va bedgilangan maqsad asosida tashkil etilgan bo‘lib uning tarkibidagi materiallar tizimlashtirilgan xamda tartibga solingan xolda taqdim etiladi. MOOC tarkibidagi “ochiq” atamasi bepul eki shartli bepul degan ma’noni anglatadi. Qoidaga k o‘ra kursda o‘qish yoki amaliy mash g‘ulotlarni bajarish uchun mabla g‘ talab qilinmaydi. Agar mabla g‘ talab etilgan taqdirda xam MOOC kurslari xarajatlari kunduzgi ta’lim xarajatlaridan ancha kam bo‘ladi.

MOOClarning asosiy xususiyatlari:

1. Belgilangan vaqt mobaynida muayyan ta'lim natijalariga erishish va ularni ob'ektiv baholashni ta'minlaydigan mustaqil tugallangan ta'lim mahsuloti
2. Faqat Internet tarmo g‘i orqali elektron ta'lim shaklida amalga oshiriladi
3. Sinxron aloqa shakllari mavjud emas
4. Nazorat vositalarini to‘liq avtomatlashtirish, sizga yordam beradigan xarajatlarni oshirmasdan keng miqyosda o‘qitilganlarning sonini o‘lchash imkonini beradi

ISSN 3030-3907

5. Boshlan g‘ich ta'lim darajasiga nisbatan qat'iy talablar qo`ymagah holda keng doiradagi manfaatdor tomonlar bilimlarni o‘zlashtirishlari uchun foydalanish mumkin

MOOClarning asosiy xususiyatlari quyidagicha izoxlash mumkin :

1. Interaktivlik
2. Modulli tuzilishi
3. Mavjudligi
4.Moslashuvchan
5. Ommaviyligi.

Oydinlashtirilgan ta’lim berish jarayonining ta’minlanishi, uzluksiz monitoring imkoniyati, o‘quv jarayonlarining to‘g‘ri nazorat qilinishi va boshqarilishini, Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi va o‘quv yurtlari tomonidan o‘qituvchi va talabalarning bilim saviyasini tekshirilishini (ta’lim jarayonida talaba va o‘qituvchilarning harakatlarini nazorat qilish, bunga talabaning faolligi va o‘qituvchi ishining unumliligi, talabalarning attestatsiyadan o‘tkazish amallari ham kiradi) ta’minlanishiga olib keladi. O‘qituvchilarni qayta tayyorlash va qayta o‘qish tizimlarining samaradorligini oshirishga erishiladi.

O‘qitish turining egiluvchanligi. Qulay vaqtda shu g‘ullanish mumkinligi, qulay joyda va qulay tezlikda o‘quvchi-talabalarning bilim qabul qilishining turli shakllarini qo‘llash mumkinligi, ular tomonidan modellashtirish va k o‘rgazmali vositalarni joyida qo‘llash, axborot va bilimlarni yetkazishda k o‘rgazmalilik, tasavvurlar hamda o‘qitishning o‘yin shakllaridan foydalanish kiradi.

O‘qituvchining o‘rni va xilma-xil imkoniyatlarni k o‘tarish. O‘qituvchining o‘quvchi-talabaga nisbatan shaxsiy yondashuvining turli shakllarini qo‘llash. Har bir o‘quvchi-talabaning bilim darajasi va tayyorgarligiga hamda uning qobiliyatiga mos ravishda shaxsiy yondashishni qo‘llash mumkin. *O‘quvchi-talabaning bilim va tadqiqot motivlari hamda stimullarini rivojlantirish*. O‘quvchi-talabaning o‘qituvchi (pedagog)ga va o‘zaro muloqotdagi ishonchsizlik hissiyotidagi psixologik t o‘siqlarni y o‘qotish, talabaning intellektual va ilmiy imkoniyatlarini, o‘zini o‘zi tashkillashtirishni rivojlantiradi.

O‘quvchi-talabaning shaxsiy faoliyati va o‘qitishni birga olib borish. Tejamlilik o‘qitish jarayonidagi uzluksizlikni ta’minlaydi. O‘quv xonalaridan foydalanishi, y o‘l xarajatlari va taklif qilingan malakali o‘qituvchi (pedagog)lar mehnatiga haq t o‘lash. Ular o‘z bilimlarini masofadan o‘qitish shaklida uzatishlari mumkin. So g‘li g‘i, ijtimoiy va moddiy ta’minlanganligidan qat’iy nazar bilim olishning keng imkoniyatlari yaratilib, ijtimoiy tenglik yuzaga keladi.

O‘qitish doirasida musobaqa muhitini yaratish.. Masofadan o‘qitish texnologiyasi – jamiyatni axborotlashtirishning umumiy oqimi va y o‘llari bilan

ISSN 3030-3907

jipslashgan bo‘lib, masofaviy o‘qitishning texnik vositalarini axborotlashtirish tizimlari va oliy o‘quv yurtlarida o‘qitish jarayonini avtomatlashtirish tizimlarini zamonaviy axborotlashtirish texnologiyasi asosida birgalikni ta’minlaydi.

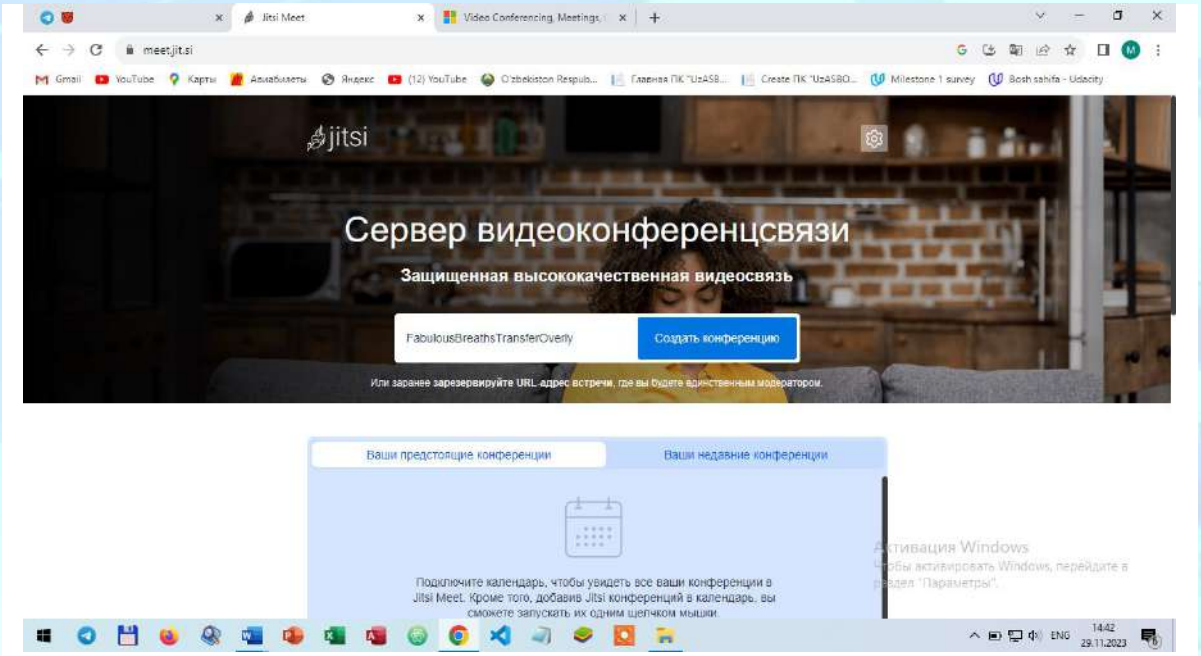
Zamonaviy mutaxassisliklar. Xozirgi texnika asrida mehnat bozori jadal suratlar bilan rivojlanmoqda. Ma’lumki asrlar davomida shakllangan va davr sinovidan o‘tgan mutaxasisliklarga ega b o‘lish uchun yillar davomida oliy ta’lim muassasalarida thxsil olish talab qilinar edi. Onlayn rejimda tashkil etilgan kurslar esa mahnat bozorida kechayotgan o‘zgarishlarni yashin tezligida il g‘ab olmoqda va aynan bugungi kun talabiga javob beruvchi mutaxassisni tayyorlash uchun o‘z o‘quv dvsturlarini taqdim etib kelmoqda. Onlayn ta’lim dunyoning eng nufuzli universitetlarning yuqori malakali va tajribali o‘qituvchilari tomonidan olib boriladi.Masofaviy kursning xar bir o‘quvchisi kurs o‘qituvchisi bilan shaxsan suxbatlashish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Zamonaviy texnika vositalari yordamida materiallar optimallashtiriladi xamda oson va qulay shaklda taqdim etiladi. Qisqa vidiolar uzun maruzalarga nisbatan o‘quvchilar tmonidan yaxshi o‘zlashtirilganligi sababli, barcha mavzular kichik vidiolardan tashkil topgan. Matnli ma’ruzalar esa o‘zlashtirilishi oson b o‘dgan kiska b o‘laklarga b o‘linadi. Eng muximi metodik adabiyotlar sotib olish uchun mabla g‘ sarflanmaydi. Masofadan o‘qitish xilma xil materiallardan foydalanishni o‘z ichiga oladi. MOOC masofaviy o‘qitish metodi faqatgina videolar bilan cheklanib qolmaydi, balki ulardan turli manbalarga y o‘naltiruvchi qo‘shimcha murojaatlar, matnli xujjatlar, audiofayllar, ijtimoiy tarmoqlar va forumlardagi muxokamalar xam joy olgan. Bunday tizim materialni o‘zlashtirish darajasini oshiribgina qolmay, balki o‘quvchilarning ma’lumot oqimini boshkarish va zarur bilimlarni mustaqil ravishda olish qobiliyatini xam rivojlantiradi. Xar bir kurs vaqt bilan chegaralangan bo‘lib, o‘quvchi o‘ziga qulay dars jadvali tuzib olishi mumkin. Videodarslarni keyinroq k o‘rishi yoki tushunmay qolsa qayta k o‘rish imkoniyati mavjud. Yuqorida sanab o‘tganimiz masofaviy onlay kurslarning foydalanish usullari afzalliklari edi.

Zamonaviy ta’lim tizimi hozirgi davrning barcha o‘ta jiddiy talablariga javob bera olmayotganligini juda ko‘pchilik olimlar va mutahassislar tomonidan tan olinayapti. Ushbu holatni tubdan o‘zgartirishning asosiy y o‘llaridan biri – ta’lim tizimiga zamonaviy texnologik rivojlanishning eng yangi dasturiy-texnik vositalarini keng miqyosda jalb qilishdir. Bunday vositalardan biri – insonlarning ishlab chiqarishdan va boshqa kundalik yumushlardan ajralmagan holda t o‘laqonli ta’lim olishiga imkon beradigan raqamli platformalardagi ochiq masofaviy ta’lim tizimidir (MOOC – massive open online cources – ommaviy ochiq onlayn ta’lim tizimlari). Keling siz bilan masofaviy ta`limda foydalaniladigan ochiq o`qitish

ISSN 3030-3907

platformalarini ayrimlarini ko`rib chiqamiz. Bundan bir necha yillar oldin, ya’ni, 2012 yilning kuzlarida Stenford universitetining ikki professori Sebastyan Trun va Piter Norvig internetda barcha istovchilar uchun sun’iy intellekt b o‘yicha ma’ruzalar tinglashni taklif qilishdi. Bu ma’ruzalar o‘z tarkibiga barcha kerakli materiallarni, testlarni va yakuniy imtihonlarni qamrab olgan edi. Mash g‘ulotlar esa faqat on-line ko‘rinishida tashkil etilgan edi. Ma’ruzachilar eng ko‘pi bilan 2-3 ming talaba ushbu mash g‘ulotlarga qatnashishini rejalashtirgan b o‘lsalarda, semester boshida unga dunyoning 200 ta mamlakatidan 160 ming kishi yozilib bo‘lgan edi. Bunga o‘xshash masofaviy ta’lim tizimlari borgan sari 192 murakkablashib va sifati oshib borayotganini ta’kidlamasdan iloji y o‘q. Kun sayin yanada ko‘proq tajribali o‘qituvchilar va professorlar o‘z ma’ruzalarini boshqalar bemalol foydalanishi uchun YouTube va iTunes tizimlariga yozib q o‘yayaptilar. Ularning ba’zilari, masalan, siyosiy falsafa b o‘yicha Garvard professori Maykl Sendel o‘zining ma’naviyat haqidagi «Justice» deb nomlangan kursini haddan tashqari ommalashib ketgani tufayli internetdagi eng mashhur shahslardan biri bo‘lib qoldi. Har yili dunyo miqyosidagi eng yaxshi bilimlarni t o‘plash va ularni internet orqali barcha foydalanishi uchun tarmoqqa joylashtirish b o‘yicha yangidan-yangi ishlar qilinib, filantroplar va venchur tadbirkorlar buning uchun o‘nlab million dollar mabla g‘lar ajratayaptilar. Ularning birgalikdagi say’iharakatlari dunyoning istalgan joyida yashovchi insonlarning zamonaviy va sifatli ta’lim olishlariga sabab b o‘lishi kuzatilayapti. Professorlar Sebast’yan Trun va Piter Norvig larning ta’kidlashlaricha, 2050 yilga kelib, jahon miqyosida bor-y o‘ g‘i o‘ntagina katta zamonaviy universitetlar qolib, ularda bir vaqtning o‘zida millionlab talabalar o‘qitilishiga erishiladi. Tabiiyki, bunday biznes unga jalb etilganlarning barchasi uchun ham foydali, ham raqamli iqtisodiyot uchun kadrlar etishtirishga katta ahamiyatga ega bo‘ladi. Bunga misol sifatida hozirgi paytda real ishlab turgan minglab ta’lim tizimlari orasidan quyidagilarni keltirishimiz mumkin: Khan Academy –2008 yilda moliyaviy analitik Salman Xan tomonidan asos solingan notijorat tashkiloti bo‘lib, u matematika, fizika, biologiya, astronomiya va boshqa tabiiy fanlar b o‘yicha turli-tuman topshiriqlar va videomateriallarning raqamli olamdagi o‘ziga hos ombori hisoblanadi. Ushbu akademiyaning materiallari turli xil murakkablikda bo‘lib, asosan o‘rta maktab talabalari uchun m o‘ljallanilgan.

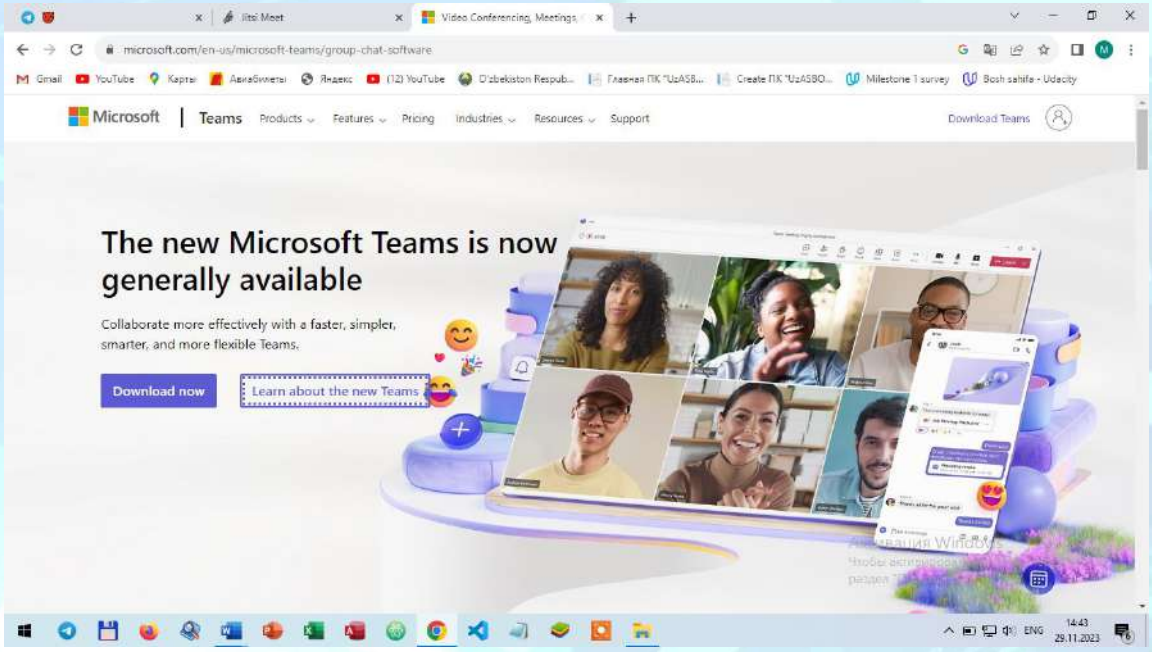
ISSN 3030-3907

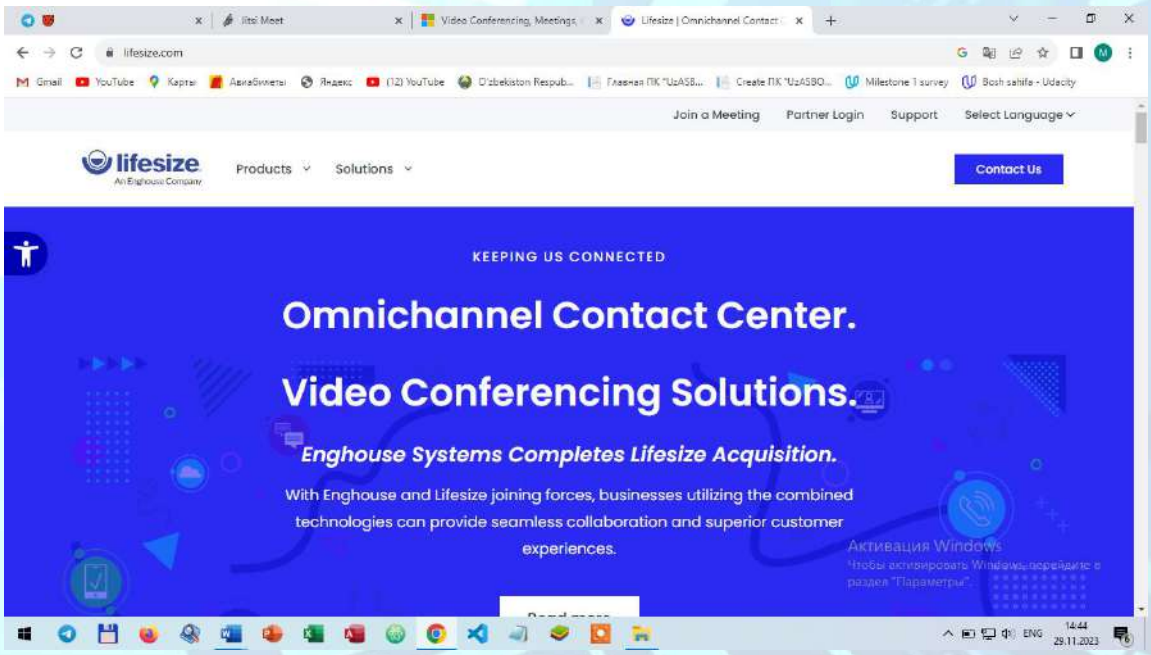


Shuning uchun undagi materiallardan AQSH dagi o‘nlab o‘quv muassasalarida doimiy asosda foydalaniladi. Khan Academy raqamli ta’lim tizimi o‘qituvchilarga ta’lim jarayonini tubdan o‘zgartirishga imkon beradi, ya’ni, o‘quvchilar uylarida 193 internet orqali ma’ruzalarni eshitib oladilar va darsga kelganlarida o‘qituvchi yordamida uy vazifalarini bajaradilar. O‘qituchi esa istalgan paytda o‘quvchi qanday materiallarni o‘zlashtirgan yoki qaysi materiallarni o‘zlashtirish unga qiyinchilik tu g‘dirayotganini tekshira oladi. Xozirgi paytda bu akademiyaga Bill & Melinda Gates Foundationva Googlekompaniyalari moliyaviy yordam k o‘rsatmoqdalar. Ushbu akademiya bilan t o‘liqroq ravishda www.khanacademy.org sayti orqali tanishib chiqishingiz mumkin. Maktablar uchun akademiya tomonidan ishlab chiqilgan materiallar jumlasiga quyidagi o‘quv video materiallarni misol sifatida keltirishimiz mumkin:

- KIPP School Oakland Pilot Video
- Summit School Pilot Video
- Marlborough School Pilot Video
- Oakland Unity Pilot Video Khan Academy resurslarini quyidagi internet manzillari orqali k o‘rib chiqish va ular bilan yaqindan tanishish mumkin:
- YouTube: www.youtube.com/khanacademy
- Twitter: http://twitter.com/#!/khanacademy
- Facebook: www.facebook.com/khanacademy
- GooglePlus:https://plus.google.com/109050230672993035916/about
- Translations: www.youtube.com/khanacademylanguages
- Talks and interviews (videos)

ISSN 3030-3907





frequently asked question(FAQ)

To‘g‘ri masofaviy ta’limda xam kamchiliklar kuzatiladi. Qanday o‘qitish matodikasi b o‘lmasin barchasi o‘quvchilarga bilim va k o‘nikmalarni tu g‘ri, tushunarli sodda kerakli qilib etkaza olish o‘qituvchining mahoratiga bog‘liq.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Mirziyonomiks. B.Hamzayev. “Mirziyonomiks” T.,2021y
2. R.H.Ayubov “Raqamli iqtisodiyot asoslari” T.,2020y
3. S.S.Gulyamov “Raqamli iqtisodiyot va electron tijorat asoslari” T.,2020y
4. O‘zbekiston Respublikasining Qonuni,23.09.2020 yildagi O‘RQ-637-son

ISSN 3030-3907

5. Fayziyeva M. R.“Informatika va axborot texnologiyalari”: umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 8-sinfi uchun darslik: M. R. Fayziyeva,D. M. Sayfurov. - Toshkent: “Tasvir”, 2020. - 112 b.

ISSN 3030-3907

AVTOMOBILLARDAN CHIQAYOTGAN ZAHARLI GAZLARNI ANIQLASH USULLARI.

Qo‘zibolayeva Dilnoza To‘xtasinovna

Andijon idavlatntexnika instituti, Transport logistikasi kafedrasi, tayanch doktoranti

Annotatsiya: Hozirgi kunda atrof-muhit o‘zgarishiga ta’sir qiluvchi omillar ichida transport vositalari eng yuqori ko‘rsatgichga ega. Ushbu maqolada, avtomobillardan chiqayotgan zaharli gazlarni aniqlash uchun turli xil usullar mavjud, jumladan, gaz analizatorlari yirdamida to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchash, ishlangan gazlardagi zaharli moddalar miqdorini aniqlash uchun laboratoriya tahlili va avtomobilning ishlash holatini baholash uchun diagnostika usullari mavjudligi to‘g‘risida ma’lumotlar berilgan.

Kalit s o‘zlar: Gaz analizatorlar, atrof-muhit, avtomobil, laboratoriya, zaharli gazlar, dvigatel, diagnostika usullari .

Abstract: Currently, among the factors affecting environmental change, vehicles have the highest impact. This article provides information on various methods available for detecting toxic gases emitted from vehicles, including direct measurement using gas analyzers, laboratory analysis to determine the amount of toxic substances in exhaust gases, and diagnostic methods to assess the vehicle's operating condition.

Keywords: Gas analyzers, environment, automobile, laboratory, toxic gases, engine, diagnostic methods.

Аннотация: В настоящее время среди факторов, влияющих на изменение окружающей среды, транспортные средства имеют самый высокий показатель. В данной статье представлена информация о том, что существуют различные методы обнаружения токсичных газов, выбрасываемых автомобилями, включая прямое измерение с помощью газоанализаторов, лабораторный анализ для определения количества токсичных веществ в выхлопных газах и диагностические методы для оценки рабочего состояния автомобиля.

Ключевые слова: газоанализаторы, окружающая среда, автомобиль, лаборатория, токсичные газы, двигатель, методы диагностики.

Kirish.

Avtomobillardan chiqayotgan zaharli gazlarni aniqlash uchun turli xil usullar mavjud, jumladan, gaz analizatorlari yirdamida to‘g‘ridan-to‘ g‘ri o‘lchash, ishlangan gazlardagi zaharli moddalar miqdorini aniqlash uchun laboratoriya tahlili va avtomobilning ishlash holatini baholash uchun diagnostika usullari mavjud.

Zaharli gazlarni aniqlash usullari [1-3]:

ISSN 3030-3907

Gaz analizatorlari yordamida to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchash:

Bu usul, avtomobil ishlangan gazidagi zaharli moddalarning miqdorini aniq o‘lchash imkonini beradi. Eng keng tarqalgan o‘lchovlar uglerod oksidi(CO), uglevodorodlar (CH), kislorod (O2), azot oksidlari (NOx) va karbonat angidrid (CO2) kabi moddalarga qaratilgan.

Gaz analizatorlari: o‘rganilayotgan hajmdagi ma`lum gazlarning konsentratsiyasini o‘lchash uchun m o‘ljallangan qurilmalar bo‘lib bir nechta turlari bor.

Katalitik (pelistor) gaz analizatorlari: Metan, propan, vodorod kabi yonuvchan gazlarni aniqlash uchun ishlatiladi.

Infraqizil (IR) gaz analizatorlari: turli gazlar, jumladan uglevodorodlar (CH), uglerod oksidi(CO), azot oksidlari (NOx) konsentratsiyasini o‘lchash uchun ishlatiladi [4].

Portativ gaz analizatorlari: Y o‘lda foydalanish uchun qulay qurilmalar turli sharoitlarda o‘lchovlarni amalga oshorishga imkon beradi.

Statsionar gaz analizatorlari: ma`lum bir joyda chiqindilarni doimiy monitoring qilish uchun m o‘ljallangan qurilmalar yordamida avtomobillardan chiqayotgan IG tarkibidagi zaharli birikmalarni konsentratsiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchash mumkun.

Metodologiya va metodologiyaga asoslangan natijalar.

Laboratoriya tahlili: Ishlangan gazlarni namunasi laboratoriyaga olib boriladi va bu erda turli xil zaharli moddalar miqdori aniq o‘lchanadi. Bu usul, murakkabroq va aniqroq natijalar beradi, lekin ko‘proq vaqt va resurs talab qiladi.

Avtotransport vositalaridan chiqadigan zaharli gazlarni o‘rganishning laboratoriya usullari ham instrumental, ham instrumental-laboratoriya usullarini o‘z ichiga oladi.

Instrumental usullar. ifloslantiruvchi moddalar konsentratsiyasini uzluksiz o‘lchash uchun avtomatik gaz analizatoridan foydalanishni o‘z ichiga oladi. Instrumental usullar: Avtomatik gaz analizatorlari: GAI-1 va shunga o‘xshashlar kabi ushbu qurilmalar ishlangab gazlarning turli komponentlari (masalan,CO,CH,NOx,O2) konsentratsiyasini doimiy ravshda o‘lchaydi.

Instrumental-laboratoriya usullari:

Namuna olish: ishlangan gazlar maxsus idishlarda yoki qattiq fazali sorbentlar yordamida yi g‘iladi.

Instrumental-laboratoriya usullarida ishlangan gazlardan namuna olish va ularni laboratoriya shoroitida turli xil asboblar, masalan, xromatograflar, spektrometrlar va elektrokimyoviy detektorlar yordamoda tahlil qilish kiradi.

ISSN 3030-3907

Xromatografiya: gaz aralashmasining tarkibiy qismlarini ajratib turadigan va ularning konsentratsiyasini aniqlaydigan usul. Ishlangan gazlardagi organik birikmalarni tahlil qilish uchun keng q o‘llaniladi.

Spektrometriya: nurlanishning modda bilan o‘zaro ta`siriga asoslangan usullar turli komponentlarning elementar tarkibi va konsentratsiyasini aniqlash imkonini beradi.

Elektrokimyoviy usullar: bu usullar aniqlanayotgan komponentning elektrokimyoviy reaksiyasi natijasida hosil bo‘lgan elektr tokini o‘lchashga asoslangan va CO, O2 va boshqa moddalar konsentratsiyasini aniqlash uchun ishlatiladi.

Avtomobil diagnostikasi: Zamonaviy avtomobillar o‘z tizimlarining ishlashini kuzatib boruvchi diagnostika tizimlariga ega. Ushbu tizimlar, avtomobilning qaysi qismi noto‘g‘ri ishlashini va qaysi zaharli moddalarning chiqishi ko‘payishini aniqlasgga yordam beradi.

Asosiy usullar va qurilmalar:

Diagnostik stendlar: ular haqiqiy ishlashga yaqin sharoitlarda dvigatel ishlangan gazlarini toksikligini aniqlash uchun ishlatiladi.

Oqish detektorlari (detektor deb- fizik hodisalarni yoki signallarni aniqlash va o‘lchash uchun m o‘ljallangan qurilmaga aytiladi): Gaz ballonli uskunalari bo‘lgan avtomobillarda gazsimon yoqil g‘ining (metan,propan,butan) oqishini aniqlash uchun ishlatiladi, bu portlash xavfi tufayli ayniqsa mihimdir.

Maxsus sensorlar va detektorlar: ishlangan gazning tarkibini kuzatish va chiqindilarni kamaytirish uchun dvigatelning ishlashini optimallashtirish uchun dvigatelni boshqarish tizimlariga integratsiyalangan.

Masofaviy zondlash usullari: katta hududlarda emissiyalarni kuzatish uchun ishlatiladi, masalan, lazer tizimlari yoki sun`iy y o‘ldosh kuzatuvlari yordamida.

Muayyan qurilmalarga misollar:

FP-12: Oqish detektori- gaz sizib chiqishini aniqlash uchun signal.

FP-22: Gaz analizatori -oqish detektori

SGG-20Micro: Oqish detektori-signal

Lider-T: Gaz analizatori -oqish detektori

Yuqoridagilardan tashqari yana avtomobilning zaharliligini tekshirish usullari chiqindi gazlar tarkibidagi uglerod oksidi (CO), uglevodorodlar (CH), azot oksidi (NOx) va boshqalar kabi zararli moddalarning emissiya darajasini aniqlash, shuningdek ularning atrof-muhit va inson salomatligiga ta'sirini baholashni o‘z ichiga oladi. Sinovlar belgilangan standartlarga va sinov davrlariga mos keladigan maxsus stendlar, gaz analizatorlari va dvigatelning ishlash rejimi simulyatorlari yordamida amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Toksiklikni tekshirishning asosiy usullari:

1. Chiqarilgan gazlar tarkibini aniqlash:

Statsionar sinovlar: Dvigatel turli rejimlarda ishlaydi va chiqindi gazlar CO, CH, NOx va boshqa komponentlarning tarkibi uchun tahlil qilinadi.

Dinamik testlar: Haqiqiy avtomobil haydash sharoitlari, masalan, avtomobil ma'lum bir sinov tsikli bo‘ylab harakatlanadigan rolikli platformalar bilan stendlar yordamida simulyatsiya qilinadi.

Egzoz gazlarini suyultirish usullari: zararli moddalar kontsentratsiyasini kamaytirish va katta hajmdagi gazni tahlil qilish imkoniyatini ta'minlash uchun chiqindi gazlar toza havo bilan suyultiriladi.

Suyultirishning ikkita asosiy usuli mavjud:

PDP (qisman suyultirish) usuli: suyultirilgan gazlarning doimiy oqimini yaratish uchun aylanadigan porshenli fan (Roots blower) ishlatiladi.

CFV (Critical Flow Venturi) usuli: Kritik oqim yaratish uchun Venturi trubkasi va standart puflagich ishlatiladi.

2. Ishlangan gazlarining tutunini o‘lchash (dizel dvigatellar uchun):

Tutunning optik zichligini o‘lchash: chiqindi gazlar orqali o‘tadigan yoru g‘lik miqdorini o‘lchaydigan maxsus qurilmalar q o‘llaniladi.

Yoru g‘likning zaiflashuv koeffitsientini aniqlash: tutunni baholash uchun ishlatiladigan chiqindi gazlar tomonidan yoru g‘likning yutilish darajasini tavsiflovchi k o‘rsatkich.

Ishlangan gazlarining tartibga solinadigan asosiy komponentlari:

Uglerod oksidi (CO):

Yoqil g‘ining to‘liq yonmasligi natijasida hosil bo‘lgan zaharli gaz.

Uglevodorodlar (CH):

Fotokimyoviy tutunga olib kelishi mumkin bo‘lgan yoqil g‘ining yonmagan komponentlari.

Azot oksidi (NOx):

Dvigatelning yuqori haroratida hosil bo‘lgan kislotali yom g‘ir va tutunlarni hosil qiluvchi zaharli gaz.

Zarracha moddalar:

Asosan dizel dvigatellarida hosil bo‘ladi, nafas olish kasalliklarini keltirib chiqarishi mumkin.

Boshqa komponentlar:

Aldegidlar, kanserogenlar va so g‘liq uchun zararli bo‘lgan boshqa birikmalar.

Toksiklik testlarining maqsadi:

Avtotransport vositalarining belgilangan ekologik standartlarga muvofiqligini ta'minlash.

ISSN 3030-3907

Ishlangan gazlarining atrof-muhitga va inson salomatligiga zararli ta'sirini kamaytirish.

Zararli moddalar emissiyasini kamaytiradigan texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etish.

Xulosa qilib aytganda, avtomobil dvigatelidan chiqayotgan ishlangan gazlar tarkibidagi zaharli birikmalarni aniqlash va kamaytirish, havo sifatini yaxshilash va inson salomatligini himoya qilish uchun juda muhim. Yuqorida sanab o‘tilgan usullar, avtomobillardan chiqadigan zaharli moddalarni aniqlash va ularning miqdorini kamaytirish uchun q o‘llaniladi.

ADABIYOTLAR.

1. Насиров Илхам Закирович, Рахмонов Хуршидбек Нурмухаммад Угли, & Аббосов Саидолим Жалолиддин Угли (2021). РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА. Universum: технические науки, (6-2 (87)), 31-33.

2. Nasirov, I. Z., & Urinov, D. O. (2021). The texchnology of obtaining environmentally clean fuel for vehicles. Scientific and technical journal of NamIET, 188-193.

3. Рахмонов, Х. Н., & Насиров, И. З. (2021). Обогащение синтез газом топливовоздушной смеси ДВС. In Матер. Международной научно-практической конференции" Современные технологии: проблемы инновационногоразвития и внедрения результатов (5 августа 2021 г.)". Петрозаводск: МЦНП" Новая наука" (p. 21).

4. Zakirovich, N. I., Muminovich, S. A., Mirzaahmadovich, T. U., & Toshtemirovich, G. M. (2022). Tests of a reactor for supplying hydrogen and ozone to an internal combustion engine. International Journal of Early Childhood Special Education, 14(3).

ISSN 3030-3907

HARAKAT JADALLIGI VA HARAKAT XAVFSIZLIGINI TASHKIL QILISH BOYICHA YTH TURLARI

Sotvoldiyev Xasanboy
Andijon davlat texnika instituti tadqiqotchisi
Tel: +998 97 007 92 24

Annotatsiya. Ushbu maqolada avtomobil harakati jadalligining ortishi sharoitida y o‘l-transport hodisalarining (YTH) kelib chiqish sabablari va turlari tahlil qilinib, harakat xavfsizligini ta’minlash b o‘yicha YTH turlarini tasniflash va ularning oldini olishda samarali choralarni ishlab chiqishdir. Tadqiqot tahlillari asosida zamonaviy boshqaruv tizimlari, svetoforlar va y o‘l infratuzilmasining takomillashtirilishi harakat xavfsizligini oshirishda muhim omil ekani k o‘rsatib o‘tildi. Shuningdek, YTH turlarini chuqur o‘rganish va ularni kamaytirishga qaratilgan tizimli yondashuv transport harakatining xavfsizligini sezilarli darajada oshiradi.

Kalit so‘zlar: YTH, harakat xavfsizligi, avtomobil, transport infratuzilmasi, svetofor, harakatni boshqarish, profilaktik choralar.

Аннотация. В данной статье анализируются причины и виды дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в условиях роста интенсивности движения автомобилей, классифицируются виды ДТП по обеспечению безопасности движения и разрабатываются эффективные меры по их предотвращению. На основе анализа исследования было показано, что совершенствование современных систем управления, светофоров и дорожной инфраструктуры является важным фактором повышения безопасности дорожного движения. Кроме того, системный подход, направленный на углубленное изучение видов ДТП и их снижение, значительно повышает безопасность дорожного движения.

Ключевые слова: ДТП, безопасность движения, автомобиль, транспортная инфраструктура, светофор, управление дорожным движением, профилактические меры.

Abstract. This article analyzes the causes and types of road traffic accidents (RTA) under conditions of increased traffic intensity, classifying the types of RTAs to ensure traffic safety, and developing effective measures to prevent them. Based on the analysis of the study, it was shown that the improvement of modern control systems, traffic lights, and road infrastructure is an important factor in increasing traffic safety. Also, a systematic approach aimed at in-depth study of the types of road accidents and their reduction significantly increases traffic safety.

Keywords: road traffic accidents, traffic safety, automobile, transport infrastructure, traffic light, traffic control, preventive measures.

ISSN 3030-3907

Kirish.

Bugungi kunda transport tizimining jadal rivojlanishi va avtomobil harakati intensivligining ortib borishi nafaqat iqtisodiy o‘sishning muhim ko‘rsatkichlaridan biri, balki dolzarb muammolarning kelib chiqishiga sabab bo‘layotgan omillardan ham biridir. Ayniqsa, yirik shaharlarda transport vositalari sonining keskin ko‘payishi yo‘lharakati ishtirokchilarining xavfsizligini ta'minlashni yanada murakkablashtirmoqda. Harakat jadalligining ortishi bilan bir qatorda y o‘l-transport hodisalari (YTH) soni ham oshib borayotgani kuzatilmoqda. Bu holat esa harakat xavfsizligini ta'minlash bo‘yicha tizimli choralar ko‘rishni talab qiladi. Shu bois, YTH sabablari, turlari va ularning oldini olish y o‘llarini chuqur o‘rganish zamonaviy sharoitda nihoyatda dolzarb masalaga aylangan.

Yo‘l-transport hodisalari inson hayoti va sog‘lig‘iga katta xavf tug‘diradi, moddiy zararlar keltiradi va umumiy ijtimoiy xavfsizlikka tahdid soladi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkilotining ma'lumotlariga ko‘ra, dunyo bo‘yicha har yili millionlab odamlar YTH oqibatida halok bo‘ladi yoki jiddiy jarohatlar oladi. Xususan, rivojlanayotgan davlatlarda ushbu ko‘rsatkichlar ayniqsa yuqori bo‘lib, infratuzilma yetishmovchiligi, transport vositalarining texnik nosozligi va y o‘l harakati qoidalariga amal qilmaslik kabi omillar YTH ko‘payishiga sabab bo‘lmoqda. Shu jihatdan qaralganda, O‘zbekiston singari transport tarmog‘i kengayib borayotgan davlatlar uchun yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlash masalasi eng muhim ustuvor y o‘nalishlardan biri bo‘lib qolmoqda [1].

O‘zbekiston Respublikasi tarixdan ma’lumki, savdo, iqtisodiy, madaniy aloqalar va Buyuk ipak yo‘li bo‘ylab shakllangan turli tsivilizatsiyalarni tutashtirib turuvchi markaz bo‘lib kelgan. Hozirgi globalashuv sharoitida Markaziy Osiyoning xalqaro tashuvlardagi ahamiyati to‘xtovsiz o‘sib bormoqda. Bu o‘rinda, birinchi navbatda, mintaqa etakchilaridan biri bo‘lgan O‘zbekistonning salohiyati yaqqol ajralib turadi. Bugungi kunga kelib samarali tashuvlar tizimi iqtisodiy o‘sishning hal qiluvchi omili ekani hech kimga sir b o‘lmay qoldi. Transport tizimlari va kommunikatsiyalari Markaziy Osiyo orqali transosiyo va transevropa tashuvlarining asosidir. Dengizga chiqish y o‘lining mavjud emasligiga qaramasdan, Markaziy Osiyoning qulay geografik joylashuvi unga qator qulayliklar tug‘diradi. Avvalo, Markaziy Osiyo yetakchi mintaqaviy iqtisodiy bozorlar – Yevropa va Janubiy va Janubi- g‘arbiy Osiyo, Uzoq Sharq orali g‘ida joylashgan. Ushbu bepoyon hududning yillik umumiy import hajmi 335 milliard AQSH dollarini tashkil qiladi. Markaziy Osiyo orqali Yaqin va O‘rta SHarqqa borishning eng qisqa y o‘li o‘tgan [2].

Harakatni tashkil qilish bo‘yicha qo‘yilgan vazifalarni muvaffaqiyatli bajarish uchun turli vazirliklar, korporatsiyalar, kontsernlar, uyushmalar va

ISSN 3030-3907

hokimiyatlar darajasida keng k o‘lamlik faol ishlar olib borilishi zarur. Bunda harakatni tashkil qilishdagi yechiladigan masalalarni k o‘lamiga qarab uch darajaga b o‘`lish mumkin.

Davlat ahamiyatidagi daraja–bu darajada yo‘lda harakatlanish qonun va me’yorlari, aktlari tuziladi, «avtomobil–haydovchi–yo‘l–piyoda-atrof muhit» tizimidagi elementlarga talab standartlashtiriladi, yo‘l tarmog‘ining rivojlanish rejalari tuziladi, davlat miqyosida avtomobilizatsiya k o‘lami muvofiqlashtiriladi va boshqariladi.

1. ***Vazirliklar darajasi***–bu darajada yo‘lovchilarni va yuk tashishni takomillashtirish va rivojlantirish, transport vositalarini ishlab chiqarish, yo‘llarni qurish, ta’mirlash, yo‘lda yurishni tashkil qilishda ishlatiladigan texnik vositalarni ishlab chiqarish, haydovchilarni tayyorlash va yo‘l qoidalarini yo‘l harakati qatnashchilariga targ‘ibot qilish masalalari k o‘rib chiqiladi.

2. ***Muhandis xizmati darajasi***–bu daraja y o‘lda harakatni tashkil qilish bo‘yicha izlanishlar, yo‘lning xavfli joylarida harakatlanish sharoitlarini yaxshilash, transport vositalarini texnik ko‘rikdan o‘tkazish, harakatni tashkil qilish uchun ishlatiladigan texnik vositalarni tadbiq etish va ishlatish, haydovchilarni va piyodalarning yo‘l qoidalariga rioya qilishlarini nazorat qilib borish masalalari hal qilinadi.

O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasida belgilangan inson va fuqarolarning asosiy xuquqlari, erkinliklari va burchlari yo‘llarda harakatni amalga oshirish, xavfsizligini ta’minlash jarayonida vujudga keladigan barcha ijtimoiy munosabatlarni tartibga solish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. Harakat xavfsizligini ta’minlash yo‘nalishidagi me’yoriy xujjatlar O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi talablariga muvofiq ravishda ishlab chiqilgan [3].

Yo‘l harakati to‘g‘risidagi Qonunda quyidagi asosiy tushunchalar qabul qilingan:

Yo‘l transport vositalari qatnovi uchun qurilgan yoki moslashtirilgan va xuddi shu maqsaddda foydalaniladigan yer mintaqasida yoxud sun’iy inshoot yuzasi;

Yo‘l harakati odamlar va yuklarning transport vositalari yordamida yoki bunday vositalarsiz yo‘llar doirasida harakatlanish jarayonida yuzaga keluvchi vositalar majmui;

Yo‘l harakati qatnashchisi yo‘l harakati jarayonida transport vositasining haydovchisi, yo‘lovchisi yoki piyodalar tariqasida bevosita ishtirok etayotgan shaxsga aytiladi;

ISSN 3030-3907

Yo‘l harakati xavfsizligi yo‘l harakati qatnashchilarining yo‘l-transport hodisalari va ularning oqibatlaridan himoyalanganlik darajasini aks ettiruvchi yo‘l harakati holatiga aytiladi;

Yo‘l-transport hodisasi yo‘lda harakatlanayotgan loaqal bitta transport vositasi ishtirokida sodir etilib, odamlar o‘limi yoki ularning sog‘li g‘iga zarar yetishiga, transport vositalari, yo‘l inshoatlari, yuklarning shikastlanishiga yoki boshqa tarzda moddiy zarar yetkazilishiga sabab bo‘lgan hodisaga aytiladi;

Yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlash yo‘l-transport hodisalarining yuzaga kelish sabablarining oldini olishga, bunday hodisalar oqibatlarining og‘irligini yengillashtirishga qaratilgan faoliyatga aytiladi.

METODOLOGIYA

Yo‘l-transport hodisalarining kelib chiqish sabablari va ularning turlari, shuningdek, harakat xavfsizligini ta'minlash muammosi bo‘yicha ko‘plab o‘zbek va xorijiy olimlar tomonidan tadqiqotlar olib borilgan. Ularning ilmiy ishlari mazkur mavzuning nazariy va amaliy asoslarini mustahkamlashda muhim o‘rin tutadi. O‘zbekistonlik olimlardan professor A. A. Abdurahmonovning yo‘l harakati xavfsizligiga oid tadqiqotlarida YTH sabablari texnik, tashkiliy va inson omili asosida tasniflanadi. U o‘z ishlarida avtomobil yo‘llarining sifati, svetofor tizimlarining samaradorligi, haydovchilarning malakasi va yo‘l harakati qoidalariga rioya qilish darajasi YTHga bevosita ta'sir qiluvchi omillar ekanini ta’kidlaydi. Shuningdek, transport oqimini tartibga solish, xavfsizlik choralari va transport infratuzilmasini modernizatsiya qilish orqali YTHlarning oldini olish mumkinligi ilmiy asoslangan [4].

Toshkent davlat transport universiteti olimlari, xususan, M. Yo‘ldoshev va D. Karimovlar o‘z maqolalarida yo‘l harakati boshqaruv tizimlarining raqamlashtirilishi va intellektual transport tizimlarining joriy etilishi orqali YTH xavfini sezilarli kamaytirish mumkinligini ta’kidlaydilar. Ular real vaqtda harakat oqimini monitoring qilish, svetofor signallarini avtomatik sozlash va avtomobillar harakatini prediktiv modellash orqali xavfsizlikni oshirishni taklif etadilar [5].

Xorijiy olimlar orasida Rossiya transport universiteti professori V. P. Nikitinning ishlari e’tiborga loyiq. U YTH sabablari sifatida inson xatolari (ayniqsa e’tiborsizlik va charchoq), transport vositalarining texnik nosozligi va y o‘l belgilari yetishmovchiligini k o‘rsatadi. Nikitin YTHlarni tahlil qilishda statistik yondashuv bilan birga, sun’iy intellekt va mashinali o‘rganish usullaridan foydalanishni taklif qiladi [6].

G‘arbiy mamlakatlarda olib borilgan tadqiqotlarda ham YTHlarning oldini olish masalasi keng yoritilgan. Masalan, AQShning National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) tashkiloti tomonidan olib borilgan tadqiqotlar

ISSN 3030-3907

asosida shuni aytish mumkinki, harakat xavfsizligini oshirish uchun avtomatik tormoz tizimlari (AEB), charchoqni aniqlovchi tizimlar va avtomobilni bo‘lakdan chiqib ketishining oldini oluvchi texnologiyalar keng joriy etilmoqda. Bu texnologik yondashuvlar YTH xavfini keskin kamaytirishga yordam bermoqda [7].

Yevropada esa Germaniyaning Federal Highway Research Institute (BASt) tadqiqotlarida transport boshqaruv tizimlarining avtomatlashtirilgan modellar asosida takomillashtirilishi, shahar infratuzilmasida “aqlli” svetoforlar va kameralar orqali harakatni nazorat qilishning afzalliklari ko‘rsatib o‘tilgan [8].

Harakat xavfsizligini ta’minlashda ilmiy asoslangan, zamonaviy texnologiyalarni o‘z ichiga olgan yondashuvlar muhim o‘rin tutadi.

NATIJA VA MUHOKAMA

Olib borilgan tahlillar asosida shuni ta’kidlash mumkinki, avtomobil harakati jadalligining ortishi zamonaviy transport tizimlarida yo‘l-transport hodisalari (YTH) sonining ko‘payishiga bevosita ta’sir qilmoqda. Harakat intensivligining oshishi, transport vositalarining ko‘pligi, y o‘l infratuzilmasining mavjud holati, shuningdek, inson omilining noto‘g‘ri boshqaruvdagi roli YTHlarning asosiy sababchilari sifatida aniqlangan. Ushbu holat harakat xavfsizligini ta’minlash borasida yangi, tizimli yondashuvlarni joriy etishni taqozo etadi.

Transport vositasi odamlarni, yuklarni tashishga yoki maxsus ishlarni bajarishga m o‘ljallangan qurilmaga aytiladi.

Avtomobil y o‘llarida insonlar tomonidan boshqariladigan turli xildagi mexanik va mexanik b o‘lmagan transport vositalari, harakatlanayotgan (yoki harakatda b o‘lmagan) piyodalar majmuidan iborat murakkab dinamik tizim mavjuddir. Bu tizimni y o‘l harakati deb ataladi.

Harakatni tashkil etishni takomillashtirish progressiv boshqarish vositalari (harakatni boshqarishni avtomatik tizimi; svetofor ob’ektlarini «yashil t o‘lqin», «yashil k o‘cha» tizimi uslubida ishlashi; tezlashuvchi-sekinlashuvchi, reversiv, rezerv polosalaridan foydalanish, ba’zi bir k o‘chalarni bir tomonli harakatga o‘tkazish va h.k.z.) chorrahalarni har xil sathda o‘tkazish, shuningdek, transport vositalarining harakat y o‘nalishini ratsional ravishda tashlash yordamida erishiladi. Y o‘l harakatini tashkil etishda quyidagi xujjatlarning ahamiyati katta. «Yo‘l harakati xavfsizligi to‘g‘risidagi» O‘zbekiston respublikasining qonuni, yo‘l harakati qoidasi, transport vositalarining konstruktiv xavfsizlik me’yorlari, yo‘l va ko‘chalar uchun qurilish me’yorlari va qoidalari, shuningdek, harakat xavfsizligi bo‘yicha soha me’yoriy xujjatlari.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Shahar yo‘llarida harakat xavfsizligini tashkil etish.

Avtomobil transporti ishini, haydovchi mehnatini, yo‘ldagi transport vositalarining va piyodalarning harakatini tashkil etishni bir biridan farqlash lozim. Birinchi ikki masala bilan asosan avtokorxonalar, keyingisi bilan esa yo‘l xo‘jaliklari, Yo‘l harakati xavfsizligi organlari va hokimiyat vakillari shu g‘ullanadilar. Yo‘llarda harakatlanish deganda–harakatdagi transport vositalari majmui bilan piyodalarning o‘zaro munosabatlari tushuniladi.

Yuqorida keltirilganlardan kelib, chiqib yo‘l harakatini tashkil qilishning asosiy maqsadi deb har xil transport vositalarini yuqori tezliklar bilan yo‘lning turli b o‘lagidan yilning har qanday ob-havo sharoitlarida xavfsiz o‘tkazilishi tushuniladi. Yo‘lda yurishni tashkil qilish deganda har xil transport vositalarini yuqori tezliklar bilan yo‘lning har qanday bo`lagidan xavfsiz o‘tkazilishi tushiniladi. Harakatni tashkil qilishni asosiy maqsadi va vazifalari quyidagilardan iborat:

1. Transport vositalarini harakat tarkibini belgilash va ta’minlash;
2. Avtomobillarni yuqori samaradorlik bilan ishlashini ta’minlash va eng yaxshi y o‘l sharoitlarni vujudga keltirish;
3. Harakat xavfsizligini ta’minlash;
4. Atrof-muhitni bul g‘atmaslik;
5. Transport vositalarini va y o‘l inshoatlarini tez ishdan chiqmasligini ta’minlash.

Avtomobil yo‘llarida harakat tartibsiz ravishda vujudga keladi. Har bir haydovchi o‘ziga qulay harakat rejimini tanlaydi hamda o‘zi tanlagan harakat rejimining boshqa harakat qatnashchilariga ta’siri bilan hisoblashmaydi. Yo‘l harakatida avtomobillarning o‘zaro ta’siri harakat miqdori qancha ko‘p bo‘lsa, shuncha ortib boradi.

Yo‘l harakatini tashkil etish – y o‘llarda harakatni boshqarish b o‘yicha huquqiy, tashkiliy-texnikaviy tadbirlar va boshqaruv harakatlari majmuidir.

Yo‘l harakatini tashkil etishda transport vositalari oqimini maksimal darajada yo‘lning geometrik o‘lcham imkoniyatlaridan foydalanib, uning har xil b o‘laklarida xavfsiz harakat rejimini va yuqori o‘tkazish qobiliyatini ta’minlashga qaratilib, u transport vositalarini yuqori samaradorlik bilan harakatlanishiga

ISSN 3030-3907

qaratilgan tadbirlar tizimidan iborat. Yo‘l harakatini tashkil etish tamoyillari quyidagilarga qaratiladi: transport oqimini to‘g‘ri yo‘naltirishga, kerak hollarda ularni tezliklar bo‘yicha guruhlarga ajratishga, har bir yo‘l bo‘lagi uchun ratsional tezliklarni belgilashga, haydovchilarga o‘z vaqtida harakat yo‘nalishi va yo‘l sharoiti to‘g‘risida axborot berishga.

Yo‘l transport hodisasi deb – y o‘lda harakatlanayotgan loaqal bitta transport vositasi ishtirokida sodir etilib, odamlar o`limi, jarohatlanishi, transport vositasi, yo‘l inshoatlari, yuklarning shikastlanishi natijasida moddiy zarar keltirgan hodisalarga aytiladi.

Yo‘l transport hodisalari uchun 3 xolat xarakterlidir:

1. Yo‘l transport hodisasida loaqal bitta transport vositasi ishtirok etadi. Yo‘lda sodir bo‘ladigan har qanday qay g‘uli hodisaga transport vositasi ishtirok etmasa u yo‘l transport hodisasi deb aytilmaydi.

2. Yo‘l transport hodisasida ishtirok etgan transport vositasi albatta harakatda bo‘lishi kerak. Masalan, to‘xtab turgan joyida ta’mirlash ishlari natijasida avtomobil yonib ketsa u y o‘l transport hodisasiga kirmaydi.

3. Hodisa oqibatida odamlar o‘lgan, jarohatlangan yoki moddiy zarar yetkazilgan bo‘ladi. Masalan, shahardan tashkarida yo‘lda, haydovchi harakatlanish tezligini oshirib, boshqarishni bajara olmadi va avtomobil yo‘ldan chiqib ketdi, bunda avtomobil shikastlanmadi. Bunday voqea y o‘llarda harakatlanish qoidasini buzish oqibati bo‘lib, haydovchi tegishli jazo olishi kerak, lekin y o‘l transport hodisasi hisoblanmaydi. Mexanik transport vositasiga avtomobillar, mototsikl, motorollyor, motoaravacha, moped, osma dvigateli velosiped, tramvay, trolleybus, traktor va o‘zi yurar mashina va mexanizmlar, shuningdek hayvonlar qo‘shilgan aravalar kiradi.

Umuman olganda, ushbu tadqiqot harakat xavfsizligini ta’minlash bo‘yicha kompleks, tizimli va ilmiy asoslangan choralarni ishlab chiqish lozimligini ko‘rsatdi. YTH turlarini chuqur o‘rganish, ularning sabablari bo‘yicha to‘g‘ri tahlil yuritish va texnik hamda ijtimoiy yondashuvlar orqali xavfsizlikni ta’minlash bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biridir.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda avtomobil harakati jadalligining ortishi bilan bog‘liq y o‘l-transport hodisalarining (YTH) ko‘payish sabablari, ularning turlari va harakat xavfsizligini ta’minlashda qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan chora-tadbirlar tizimli tarzda o‘rganildi. Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, YTHlarning aksariyati inson omiliga, texnik nosozliklarga, boshqaruv tizimlarining samarasizligiga va yo‘l infratuzilmasining yetarlicha rivojlanmaganligiga bog‘liqdir. Ayniqsa, transport vositalari oqimining jadallashuvi fonida mavjud muammolar yanada keskinlashmoqda.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot davomida YTHlar quyidagi asosiy turlarga ajratildi: haydovchi xatosi asosida sodir bo‘ladigan hodisalar, svetofor va boshqaruv tizimlaridagi kamchiliklardan kelib chiqadigan YTHlar, yo‘l holatining yomonligi yoki noto‘g‘ri infratuzilma sababli yuzaga kelgan avariyalar, hamda transport vositasining texnik nosozligidan kelib chiqadigan holatlar. Har bir tur uchun mos profilaktik choralarni ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etish orqali ushbu hodisalarni kamaytirish mumkinligi asoslab berildi.

Tadqiqotning eng muhim xulosalaridan biri shundaki, yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlash faqat bir tomonlama — texnik yoki tashkiliy choralar bilan cheklanmasligi kerak. Bu borada kompleks yondashuv zarur: zamonaviy boshqaruv texnologiyalarini joriy etish, avtomatlashtirilgan monitoring va svetofor tizimlarini yangilash, yo‘l infratuzilmasini rekonstruksiya qilish, haydovchilarning malakasini oshirish, aholining xabardorlik va madaniyat darajasini ko‘tarish — bularning barchasi YTHlarni kamaytirishga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, avtomobil harakati jadallashgan hozirgi davrda yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlash — murakkab, ko‘p omilli va doimiy e’tiborni talab etadigan jarayondir. YTH turlarini tasniflash, ularning sabablari va oqibatlarini chuqur o‘rganish orqali bu sohaga ilmiy asoslangan, samarali yondashuvlar ishlab chiqilishi va amaliyotga joriy etilishi zarur. Faqatgina bunday tizimli va ko‘p qirrali yondashuv bilangina transport harakatining xavfsizligini oshirish va inson hayotini muhofaza qilish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi “Y o‘l harakati to‘g‘risida”gi Qonuni, Qonunchilik palatasi, 2013-yil 10-yanvar.
2. Jahon so g‘liqni saqlash tashkiloti (WHO), Global status report on road safety 2018, Geneva: WHO, 2018.
3. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Avtomobil y o‘llari q o‘mitasi, “ O‘zbekiston Respublikasining avtomobil y o‘llari rivojlanish strategiyasi (2020–2030)”, Toshkent, 2020.
4. A. A. Abdurahmonov, Y o‘l harakati xavfsizligi: muammo va yechimlar, Toshkent: TDPU Nashriyoti, 2021.
5. M. Y o‘ldoshev va D. Karimov, "Intellektual transport tizimlari va YTHlar tahlili," Transport muammolari, vol. 2, no. 1, pp. 45–52, 2023.
6. [3] V. P. Nikitin, Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya i prichiny DTP, Moskva: Transport, 2020.
7. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), "Automated Vehicles for Safety," U.S. Department of Transportation, 2021.

ISSN 3030-3907

8. BASt – Federal Highway Research Institute, "Intelligent Transport Systems in Germany," BASt Publications, 2022.

ISSN 3030-3907

BO‘YASH-PARDOZLASH KORXONASIDAGI QURITISH LINIYASI TEXNOLOGIK JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISHNI TADQIQ ETISH.

Mirzaaxmedova Xuryat Bositovna
Toshkent t o‘qimachilik va yengil sanoat instituti Dotsent
E-mail: mirzaaxmedova2014@umail.uz

Annotatsiya:Ushbu tadqiqotda bo‘yash-pardozlash korxonasidagi quritish liniyasi texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish masalalari batafsil o‘rganildi. Quritish jarayoni mahsulot sifatining muhim bosqichi bo‘lib, uning nazorati ishlab chiqarish samaradorligi va mahsulotning barqarorligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot davomida harorat, namlik, havo oqimi kabi asosiy parametrlarni zamonaviy sensorlar va avtomatlashtirish tizimlari orqali samarali nazorat qilish imkoniyatlari tahlil qilindi. Avtomatlashtirish jarayoni inson xatolarini kamaytirish, energiya sarfini qisqartirish va ishlab chiqarish jarayonini tezlashtirish kabi muhim afzalliklarni beradi. Shuningdek, avtomatlashtirish orqali mahsulot sifatini yaxshilash va texnologik jarayonlarni barqarorlashtirishga erishiladi.

Kalit so‘zlar: Quritish liniyasi, avtomatlashtirish, texnologik jarayonlar,tipik tuzilmaviy sxema, mikrokontroller,datchik, quritish mashinasi, boshqarish platformasi.

Аннотация: В данном исследовании подробно рассмотрены вопросы автоматизации технологического процесса сушки в цехе окраски и отделки. Процесс сушки является ключевым этапом, который существенно влияет на качество продукции и производственную эффективность. В работе проанализированы возможности эффективного контроля параметров, таких как температура, влажность и поток воздуха, с использованием современных датчиков и автоматизированных систем управления. Автоматизация процесса направлена на снижение влияния человеческого фактора, сокращение энергозатрат и повышение скорости производства. Внедрение автоматизированных систем позволяет улучшить качество продукции, стабилизировать технологический процесс и повысить экономическую эффективность предприятия.

Ключевые слова: Сушильная линия, автоматизация, технологические процессы, типовая структурная схема, микроконтроллер, датчик, сушильная машина, платформа управления.

Annotation: This study thoroughly investigates the automation of the drying process in the painting and finishing workshop. The drying stage is a critical factor that significantly affects product quality and production efficiency. The research analyzes the possibilities of effective control over key parameters such as

ISSN 3030-3907

temperature, humidity, and airflow using modern sensors and automated control systems. Automation aims to reduce human error, decrease energy consumption, and accelerate production processes. The implementation of automated systems leads to improved product quality, stabilization of technological processes, and increased economic efficiency of the enterprise.

Keywords: Drying line, automation, technological processes, typical structural diagram, microcontroller, sensor, drying machine, platform control.

Kirish.

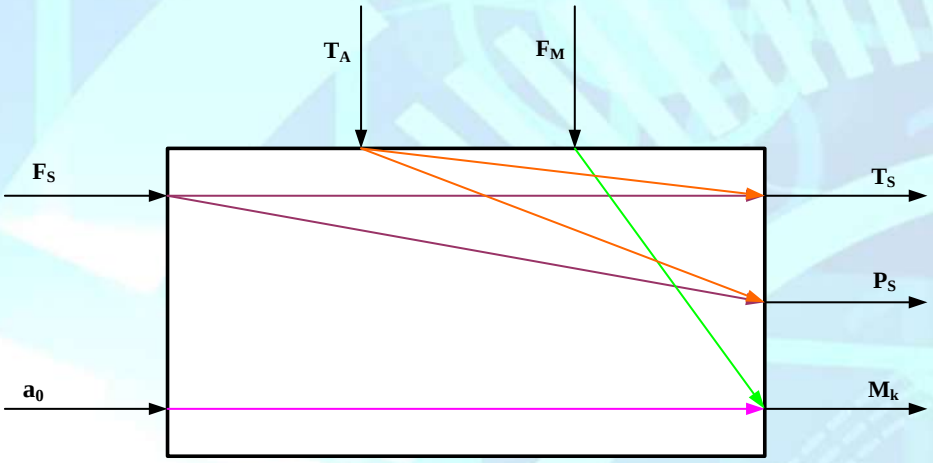
Hozirgi zamon sanoatida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish — ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, resurslardan oqilona foydalanish va mahsulot sifatini kafolatlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, bo‘yash-pardozlash kabi yuqori aniqlik va muntazam nazoratni talab qiluvchi sohalarda avtomatlashtirish tizimlari katta o‘rin tutadi.Bo‘yash va pardozlash jarayonlari ko‘p bosqichli bo‘lib, ularning har birida ma’lum texnologik parametrlarni aniq saqlash zarur. Shu bosqichlardan biri - bu quritish jarayoni bo‘lib, u tayyor mahsulotning tashqi ko‘rinishi, mustahkamligi va uzoq muddatli saqlanishiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Quritish jarayonida harorat, namlik, havo oqimi kabi omillarni aniq nazorat qilish talab etiladi. [1] Bu kabi parametrlarni inson omilisiz, avtomatik tarzda boshqarish- jarayonning uzluksizligi va barqarorligini ta’minlashga xizmat qiladi.Mazkur maqolada bo‘yash-pardozlash korxonasidagi quritish liniyasi texnologik jarayonlarining avtomatlashtirish imkoniyatlari, mavjud tizimlarning tahlili, ularning samaradorligi va modernizatsiya yo‘nalishlari o‘rganiladi. Shuningdek, zamonaviy sensorlar, nazorat-o‘lchov vositalari va boshqaruv algoritmlari asosida optimal avtomatlashtirish yechimlari taklif etiladi.

Dastlabki ma’lumotlar va modellar.

H o‘l ishlov olgan t o‘qilgan matodan, trikotaj polotnosidan,uzluksiz tola va lentadan namlikni chiqarish uchundavriy va uzluksiz ishlovchi jihozlardan foydalaniladi.Sentrifuga davriy ishlaydigan jihoz bo‘lib, unda mahsulotmarkazdan qochma kuch ta ’sirida suvsizlantiriladi. Uzh-Vsizishlaydigan jihozlar qatoriga siqish vallari, vakuum ostidanamlikni s o‘ruvchi va siqilgan havo yordamida namliknichiqaruvchi mashinalar kiradi. Vallar orasida siqishusuli mashina konstruksiyasining uncha murakkab emasligiva uzluksiz ishlashi tufayli ishlab chiqarishda keng tarqalgan.[2]Matoga ishlov berishda matolarning liniyaga kirishida va uch valli chiqishda barqaror markazlashtirilishi uchun ularning oldidan pnevmomexanik mato yo‘naltirgichlari o‘rnatiladi. Oxirgisida matoning kengligini o‘lchovchi datchiklar o‘rnatilib, ular mato yo‘naltirgichlardan o‘tishda hosil bo‘ladigan mato buramdorligini avtomatik ravishda aniqlab, liniyani to‘xtatishga xizmat qiladi. Ma’lumki,texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning boshqarish

ISSN 3030-3907

tizimlarini qurishda obyektning axborotli modelini yaratish texnologik jarayon haqida boshlan g‘ich ma’lumotlarni olish, obyektga ta’sir etayotgan g‘alayonlar (signallar), kiruvchi va boshqariluvchi ta’sirlar to‘ g‘risida ma’lumotlar olishni ta’minlaydi.[4]



1–rasm. Quritish mashinasining axborotli modeli.

Bu yerda: F_s – quritish mashinasiga kirayotgan bu g‘ning sarfi;
a_0– boshlan g‘ich namligi M_0 bo‘lgan nam materialni uzatish jadalligi;
T_s – bu g‘ning harorati;
P_s– bu g‘ning bosimi;
M_k– quritishdan so‘ng materialning namligi;
F_M – yuvuvchi suyuqlikning sarfi;
T_A – tashqi muhit harorati.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Quritish – relaksatsion mashina odatda ikkita tizimlashtirilgan parraklardan tashkil topib, ular matoni yaxshi kirishishi va kam elektr energiyasini sarflagan holda yuqori unumdorlikka erishishga imkon beradi. Mashina bir yoki bir necha o‘tishlardan tashkil topishi mumkin. Ikkita kirishli mashinada bir tarafning o‘zidayoq kirish va chiqish seksiyalari joylashib, bitta operator tomonidan ham boshqarilishi mumkin. Boshqarish tizimini mashining bir tarafida joylashganligi operatorga boshqarishda qulayliklar yaratib beradi.

Relaksatsion quritish osma parrak tizimidan iborat. Quyi va yuqori parraklar orasidagi lyuftlar motor balandligiga qarab 90 mmgacha sozlanishi mumkin. Tugmani bosish bilan avtomatik boshqariladi. Parraklar liniyasi to‘liq yuqoriga qarab harakatlanib, u turli xil materiallarni quritish imkonini beradi, har bir quritish kamerasi sirkulyatsion turbinalar bilan ta’minlangan bo‘lib, yuqori ish unumdorligini berishga mo‘ljallangan. Chiqish seksiyasi yengil matolardagi statik kuchlanishni aniqlaydigan konveyerli tizim bilan ta’minlangan.

ISSN 3030-3907

Materiallarni quritish uchun yumshoq quritish usulidan foydalaniladi. Yumshoq quritish usulini qo‘llanilishidan asosiy maqsad materialning cho‘ziluvchanligi, kirishuvchanligi, rangini o‘zgarishi kabi ko‘rsatkichlarini yaxshi holatda bo‘lishini ta’minlashdan iborat. Quritish mashinasi osma to‘ g‘ri oqimdagi suyuqlik forsunkali tizimdan iborat.

Quritish liniyalarida matolarga yuqori sifatli darajada ishlov berilib, bu uning mo‘ljaliga bog‘liq holda, birlik mahsulotga suv va bu g‘ning sarfi bilan o‘lchanadi. Yuvishni jadallashtirilishi matoning vannada uzoq muddatda bo‘lishi, mato va roliklar orasida suv ponasini hosil qilish, yuqoriga harakatlanuvchi matoga qarab berilayotgan suv va yuvish hamda chayishning almashinishiga bog‘liq.

Har bir uzatma rolikda minimal taranglik bilan matoga ishlov berishni ta’minlash uchun vannada qo‘l orqali nazorat qilinadigan friksion mufta o‘rnatiladi.

Matolarni yuvishda yuvish vositalari va suv sarfini kamaytirish maqsadida o‘zaro yaqin joylashgan va texnologik parametrlari bir xil bo‘lgan vannalar guruhida yuvish suyuqliklarining qayta aylanishi imkoni bo‘ladi. Bunda o‘zaro bir guruhda joylashgan vannalarning eng oxirigisiga mato yo‘nalishiga qarab suv berilsa, eng birinchisidan suv qo‘yib yuboriladi.

Berilgan harorat rejimlarini vannalarda ta’minlash va bu g‘ning sarfini kamaytirish bo‘yicha har bir vannada alohida yuvish suyuqligining haroratini avtomatik nazorat qilish tizimi o‘rnatilgan. Liniyada matoni quritish uchun bu g‘ sarfini kamaytirish maqsadida matodan ortiqcha namlikni siqib oluvchi uch valli siqish qo‘llanilgan.

Sexga namlikni chiqib ketmasligi uchun barcha vannalar qopqoqlar va eshiklar bilan yopilgan bo‘ladi.

Issiq quritlgan matoni 40°S dan kam bo‘lmagan haroratgacha sovutish uchun liniyada sovutish kameralari ham bo‘ladi. Quritish mashinasi oldidan matoning diagonal qiyshayishini to‘ g‘irlaydigan roliklar o‘rnatilgan bo‘ladi.

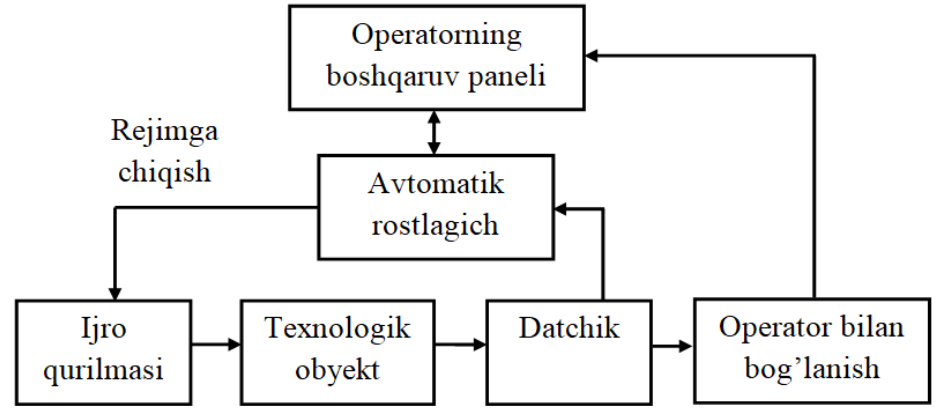
Barbanli quritish mashinasining har bir ustuni qalqonli issiqlik saqlovchi vositalar bilan yopilgan bo‘lib, tashqi devrlarning haroratini 45°da ushlab turadi. Umumiy ravishda mashina tortib olish ventilyatori bilan ta’minlangan.

Liniyalarni bu g‘, issiq va sovuq suvlar bilan ta’minlanishi liniya chegarasidagi quvurlar orqali amalga oshiriladi.

Quritish liniyasida kechadigan avtomatlashtirilgan texnologik jarayonlarning tipik tuzilmaviy sxemasi 2–rasmda keltirilgan.

Mazkur ishlab chiqilgan jarayonni avtomatlashtirish sxemasida zamonaviy dastrulashtiriladgan mikrokontrollerli rostlagich DL–05 qo‘llaniladi.

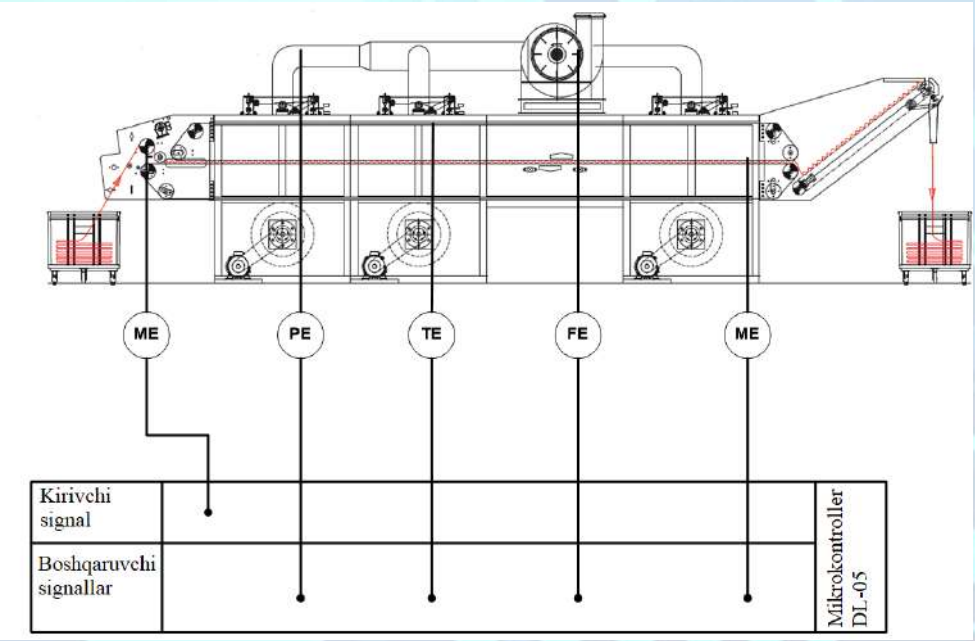
ISSN 3030-3907



2–rasm. Tipik yuvish quritish liniyasi avtomatlashtirilgan tizimmning tuzilmaviy sxemasi.

Sath, bosim, namlik va sarf datchiklarining signallari dasturlashtiriladigan mikrokontrollerli rostlagich DL–05 kirishiga o‘tadi va u yerda ular qayta ishlanib ro‘yxatga olinadi. Rostlagich signallarni ijro qurilmalariga uzatib, ular o‘z navbatida bajarish mexanizmlari, ya’ni klapanlarni boshqaradilar. Tizim parametrlarini o‘zgartirish yoki indekatsiyalash maqsadida rostlagichdagi ma’lumotlar operatorning boshqaruv paneliga uzatiladi.

Avtomatlashtirishning funksional sxemasi (3-rasm) “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning sxemada shartli belgilanishi” standartiga oid talablar asosida ishlab chiqilgan. Mazkur standart avtomatlashtirishning funksional sxemalarini qurish bo‘yicha grafik tasvirlarni bajarishning kengaytirilgan usullarini o‘rnatadi.



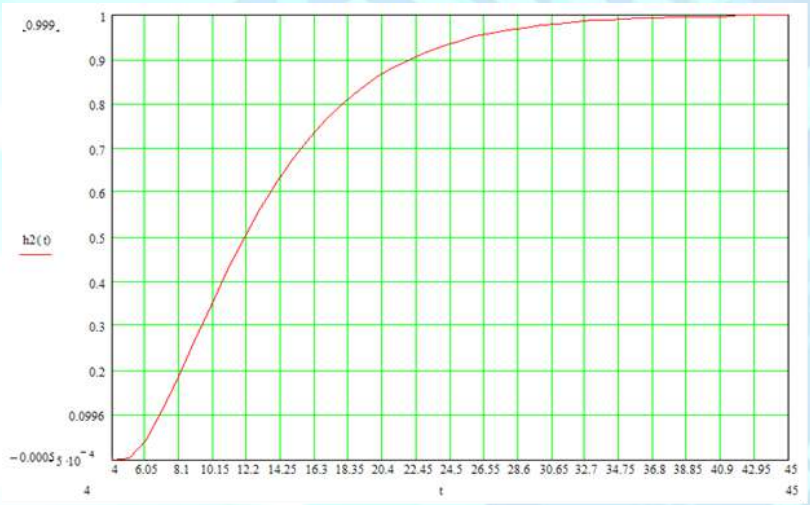
3–rasm. Quritish jarayonini avtomatlashtirishning funksional sxemasi.

Avtomatlashtirish tizimining shitida texnolgik jarayonni boshqarish vositalari, nazorat o‘lchash asboblari, himoya, blokirovka, qurilmalari ular orasidagi aloqa liniyalari joylashgan bo‘ladi. Avtomatlashtirish tizimining shiti

ISSN 3030-3907

atrof muhitdagi harorat –30 dan +50 gacha nisbiy namligi 80% bo‘lgan va tebranish, agressiv gazlar va tok o‘tkazuvchi changlardan holi joylarda o‘rnatiladi.

Agar shitda kerakli miqdordan ko‘ra kam sharoitda ishlaydigan apparat yoki qurilmalar o‘rnatiladigan bo‘lsa, shitni o‘rnatish joyida mazkur apparat va qurilmalarni ekspluatatsiya qilishning talablari yoritilib qo‘yilishi lozim.Boshqaruv obyekti bu yuvish vannasidir. Unga suvni uzatishni boshqarish jarayoni sanoat klapani yordamida amalga oshiriladi.



4–rasm. Boshqaruv obyekti o‘tish xarakteristikasi

Boshqaruv obyektining o‘tish xarakteristikasi 4–rasmda keltirilgan.

Kechikishi quyidagiga teng

$$\tau = 5 \text{ s}$$

Rostlash vaqti quyidagiga teng

$$t = 45 \text{ s}$$

O‘tish xarakteristikasining approksimatsiyasi Simayu metodi yordamida amalga oshiriladi. Uzatish funksiyasining asosiy koeffitsiyentlarining hisobi bajariladi:

$$W_{oy} = k /(a_0 p^2 + a_1 p + 1)$$

$$a_0 = F_1 \qquad a1 = F_2$$

$$F_1 = \Delta t\{\Sigma[(1 - h_i)] - 0.5[1 - h_0]\}$$

$$\Delta t = t /n = 5 \text{ c}$$

n – bo‘laklar soni

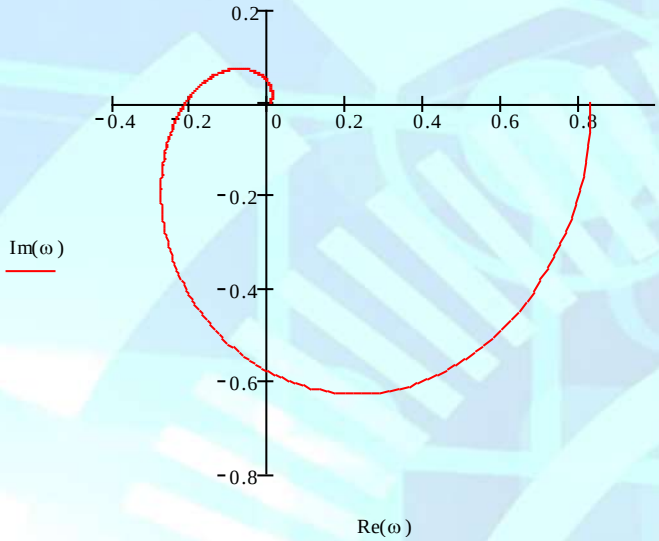
$$F_2 = \Delta t\, F_1\{\Sigma[(1 - h_i)\,(1 - \tau_i)] - 0.5[1 - h_0]\}$$

$$\tau_i = i\Delta\Delta t /F_1$$

PI–rostlagichnig optimal sozlamalari chastotaviy xarakteristikalar orqali hisoblab topiladi [3].

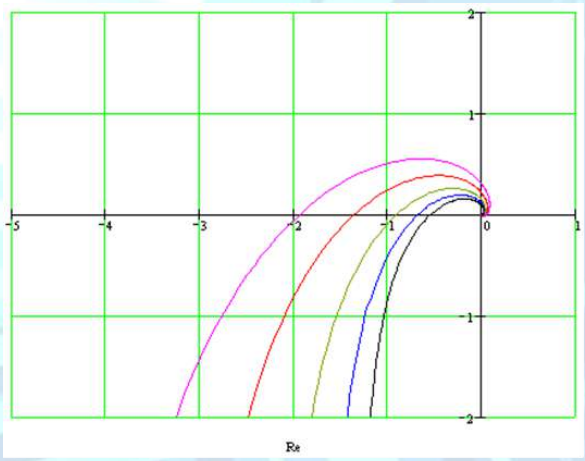
ISSN 3030-3907

Boshqaruv obyektining AFCHX qurish quyida keltirilgan.



5–rasm. Boshqaruv obyektining AFCHX si.

MatLab dastur yordamida ochiq tizimning AFCHX si hisoblanadi va quriladi.



6–rasm. Ochiq tizimning AFCHX

Xulosa. Matoni yuvish-quritish texnologik jarayoni tavsifi keltirildi. Texnologik jarayoni asosida boshqaruv obyektining axborotli modeli tuzildi. Yuvish-quritish liniyasida kechadigan avtomatlashtirilgan texnologik jarayonning tuzilmaviy va funksional sxemalari ishlab chiqildi. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirishga oid baza elementlari, ya’ni bosim, harorat, sarf, sath va namlikni o‘lchashga mo‘ljallangan mos datchiklar, rostlagich, ijro mexanizmlari, hamda operator boshqaruv paneli tanlab olindi va ularning texnik tavsiflari keltirildi. Tanlangan baza elementlari yordamida tizim xarakteristikalarining chiziqliligi, yengil boshqaruv, yuqori sezgirlik, kam sarflilik, yuqori ishonchlilik va ergonomiklik ta’minlanadi.Rostlagichni sozlashning optimal parametrlari tanlab olindi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Л. И. Беленький, Л.А.Омельянчук – Автоматическое управление технологическими процессами отделочного производства . – М.: Легпромбытиздат, 1990.– 57 с.: ил.
2. K. Ergashev –Tolali materiallarni pardozlash korxonalari jihozlari. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G`ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. – Toshkent: O`qituvchi, 2011.
3. Система регулирования температуры сушильного агрегата доц. Д.А.Халматов, ст. преп. Х.Б.Мирзаахмедова,магистрант Н.Н.Мансурова
4. Келим Ю.М. Типовые элементы систем автоматического управления. Учебное пособие для студентов учреждений профессионального образования. –

ISSN 3030-3907

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПШЕНИЧНЫХ ОТРУБЕЙ И КУНЖУТНЫХ ОБОЛОЧЕК В ПРОИЗВОДСТВЕ ДИАБЕТИЧЕСКИХ СУХАРЕЙ

Мухамедова Мухаббат Эгамовна

докторант кафедры «Технология пищевых продуктов и сервис», Бухарского государственного технического университета, Республики Узбекистана г. Бухара

Аннотация. В данной статье рассматривается потенциал пшеничных отрубей (побочный продукт зернопереработки) и шелухи из семян кунжута (отходы масличного производства) как функциональных добавок в производстве диабетических сухарей. Цель работы заключалась вкомплексном анализеосновных показателей качества,химического составаи функциональных свойств данного вторичного сырья.Установлено, что использование пшеничных отрубей и кунжутной шелухи может способствовать улучшению качества жизни людей с диабетом, обеспечивая их необходимыми питательными веществами и способствуя контролю уровня сахара в крови. При этом шелуха из семян кунжута обладает более привлекательным химическим составом для применения в диабетических мучных изделиях по сравнению с пшеничными отрубями. Рациональное использование побочных продуктов переработки зерновых и масличных культур способствует устойчивому развитию безотходных производств, одновременно удовлетворяя диетические потребности при управлении диабетом.

Ключевые слова: сахарный диабет,пшеничные отруби, кунжутные оболочки, химический состав, функциональные свойства, органолептические свойства, физико-химические свойства, структурно-механические свойства, химический состав, функциональные свойства, диабетическиесухари.

Аннотация. Мақолада диабетик қотирилган нонларни ишлаб чиқаришда функционал қўшимчалар сифатида буғдой кепаги (донни қайта ишлаш қўшимча маҳсулоти) ва кунжут уруғи қобиғи (мой ишлаб чиқариш чиқиндиси) қўллаш имкониятлари кўриб чиқилади. Тадқиқотнинг мақсади мазкур иккиламчи хом ашёнинг асосий сифат кўрсаткичлари, кимёвий таркиби ва функционал хусусиятларини комплекс таҳлил қилишдан иборат. Аниқландики, буғдой кепаги ва кунжут уруғи қобиғидан фойдаланиш қандли диабет билан касалланган беморларни муҳим озуқавий моддалар билан таъминлаш ва қондаги қанд миқдорини назорат қилишга ёрдам бериш орқали уларнинг ҳаёт сифатини яхшилаши мумкин. Бунда кунжут уруғи қобиғи буғдой кепаги билан солиштирганда диабетик унли маҳсулотларда

ISSN 3030-3907

фойдаланиш учун кўпроқ мақбулроқ кимёвий таркибга эга. Донли ва мойли ўсимликларни қайта ишлашнинг қўшимча маҳсулотларидан оқилона фойдаланиш чиқиндиларсиз ишлаб чиқаришнинг барқарор ривожланишига ҳисса қўшади, шу билан бирга диабетни назорат қилишда парҳез қилиш эҳтиёжларини қондиради.

Калит сўзлар: қандли диабет, буғдой кепаги, кунжут қобиғи, кимёвий таркиб, функционал хусусиятлар, органолептик хусусиятлар, физик-кимёвий хусусиятлар, структуравий-механик хусусиятлар, функционал хусусиятлар, диабетик қотирилган нонлар.

Annotation. The article covers the potential of wheat bran (a by-product of grain processing) and sesame seed husks (a waste product from oilseed production) as functional additives in the production of diabetic rusks. The aim of the research was to comprehensively analyze the key quality indicators, chemical composition, and functional properties of these secondary raw materials. It was established that the use of wheat bran and sesame seed husks can improve the quality of life of people with diabetes by providing them with essential nutrients and promoting blood sugar control. Furthermore, sesame seed husks have a more attractive chemical composition for use in diabetic baked goods compared to wheat bran. Rational use of grain and oilseed processing by-products contributes to the sustainable development of waste-free production while simultaneously meeting the dietary needs of diabetes management.

Keywords: diabetes mellitus, wheat bran, sesame shells, chemical composition, functional properties, organoleptic properties, physicochemical properties, structural and mechanical properties, functional properties, diabetic rusks.

Введение

Сахарный диабет, особенно типа 2, поражает более 463 миллионов взрослых во всем мире, с прогнозом роста до 700 миллионов к 2045 году по данным Международной диабетической федерации (IDF, 2019) [1]. Это заболевание характеризуется нарушением метаболизма глюкозы, что приводит к осложнениям, таким как сердечно-сосудистые заболевания, нейропатия и почечная недостаточность. Диетические вмешательства играют ключевую роль в управлении, подчеркивая продукты с низким ГИ, которые минимизируют постпрандиальные скачки глюкозы. Функциональные продукты питания, включая модифицированные хлебобулочные изделия, такие как сухари, предлагают перспективный способ включения полезных питательных веществ без фармацевтической зависимости.

Промышленные отходы зернопереработки и экстракции масел, такие как пшеничные отруби и шелуха семян кунжута, представляют собой

ISSN 3030-3907

неиспользованные ресурсы. Пшеничные отруби — внешний слой зерен пшеницы — отбраковываются при помоле и составляют 10-15% веса зерна, будучи богатыми нерастворимыми и растворимыми волокнами (содержание 40-50%). Отруби являются неизменнымкомпонентои диетических хлебобулочных изделий благодаря высокому содержанию клетчатки, способствующей регулированию уровня глюкозы в крови, снижению холестерина и улучшению работы кишечника [2;с.18-24, 3;с.1001-1013].

Шелуха кунжута — это отход после получения масла, содержащая до 20% жира, фитостеролы, лигнаны, минералы. Эти компоненты обладают гиполипидемическими и антиоксидантными свойствами, способствуют снижению уровня глюкозы у диабетиков[4;с.17-19, 5;с.34-39, 6;с.76-82].

Эти побочные продукты соответствуют целям устойчивого развития за счет сокращения отходов и повышения продовольственной безопасности.

Цель работы заключалась в комплексном анализе основных показателей качества, химического состава и функциональных свойств вторичного сырья зерноперерабатывающего и масличного производств.

Объекты исследования: Пшеничные отруби — получены на АО «*Buxoro Don Maxsulotlari*» (г.Бухара), высушены при температуре 60 °С. Шелуха из семян кунжута - получена на ООО «Global Food Exclusive» (г.Ташкент), также высушена.

Методы исследования: Отбор проб проводили по ГОСТ 27668-88 (пшеничные отруби) и ГОСТ 10852-86 (шелуха семян кунжута). Для определения химического состава отрубей и шелухи использовали методы, описанные в соответствующих стандартах. Массовую долю белков определяли методом Кьельдаля; жиров – экстракцией эфиром по методу Сокслета (ГОСТ 33488-2015); углеводов – перманганатным методом, клетчатки – методом Энгахара по ГОСТ 8333-2014), минеральный состав - методом атомно-абсорбционной спектрометрии; калорийность – расчётным методом; гликемический индекс -: расчётным методом по in vitro моделированию.

Органолептические показатели отрубей и шелухи (внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция) определяли визуально и сенсорно по ГОСТ 27558-2022; влажность - по ГОСТ 9404-88 методом воздушного нагревания; кислотность - по ГОСТ 27493-87 методом титрования водной суспензии; удельный вес – с использованием мерного цилиндра и воды; зольность – по ГОСТ 27494-2016; плотность отрубей определяется на основе их объема и массы в мерной ёмкости. Структурно-мехонические свойства: плотность определяли методом объёмного вытеснения или прямое измерение массы и объема; твёрдость - с использованием специального пресса; пористость - методом

ISSN 3030-3907

вытеснения жидкостью; размер частиц - ситоанализом. Данные обработаны методом вариационной статистики, анализ вариаций (ANOVA). Результаты исследования представлены в таблицах 1-3.

Химический состав и калорийность пшеничных отрубей (ПО) и шелухи из семян кунжута - кунжутной оболочки (ШСК) анализировали по содержанию основных нутриентов (табл.1).

Таблица 1.

Химический состав пшеничных отрубей и шелухи из семян кунжута

Показатель	Значение показателя		Прирост относительно ПО, ±Δ
	ПО	ШСК	
Массовая доля, в г/100 г:			
Белки	15,0 ± 1,0	12,5±2,5	+ 16,7 %
Жиры	4,5 ± 0,5	7,2 ± 0,8	+ 60,0 %
Углеводы, в том числе:	62,0 ± 2,0	55,0 ± 3,0	+ 11,3 %
- сахара	4,0 ± 0,8	1,0 ± 0,5	- 4,0 раза
- пищевые волокна (клетчатка)	42,6 ± 2,4	45,0 ± 3,0	+ 5,6 %
Минералы, в мг/100 г:			
- магний	455 ± 45	400 ± 20	- 1,1 раза
- фосфор	950 ± 50	500 ± 35	- 1,9 раз
- кальций	80 ± 10	1000 ± 100	+ 12,5 раз
- железо	11,2 ± 1,3	12,5 ± 1,5	+ 1,1 раз
- цинк	9,0 ± 1,0	6,3 ± 0,7	- 1,4 раза
Калорийность, ккал/100 г	190 ± 10	270 ± 12	+ 42,1%

Сопоставительный анализ полученных данных (табл.1) показал, что исследуемое сырьё различается, в основном, по содержанию белков, жиров, сахаров, пищевых волокон (клетчатка) и минеральных веществ. Так, в ШСК содержится на 16,7% (отн.) больше белков, в 1,5 раза жиров и на 5,6% (отн.) пищевых волокон относительно ПО. При этом в данном сырье практически в 4,0 раза меньше сахаров, что не маловажно, учитывая целевую направленность готовой продукции, а именно диабетических сухарей. По содержанию магния и железа ШСК практически не уступает ПО, однако фосфора в нём почти в 2,0 раза меньше, чем в образце сравнения. Калорийность данного сырья в 1,4 раза больше, чем ПО. Однако, ГИ ШСК меньше в среднем на 13 единиц (65,0%) и оценивается, как «очень низкий», что дополнительно доказывает целесообразность его использования в рецептуре диабетических мучных изделий, в данном случае сухарей.

ISSN 3030-3907

Этот состав свидетельствует о высокой пищевой ценности, низком гликемическом индексе, и значительном содержании клетчатки и пребиотиков — подходящем для диабетической и диетической продукции.

ПО и ШКС - это два растительных продукта, которые могут иметь полезные свойства для людей с диабетом благодаря своему составу и наличию уникальных веществ, представленных в таблице 3.

Таблица 3.

Гликемическая и антиоксидантная активность пшеничных отрубей и кунжутной шелухи

Параметр	Значение параметра	
	ПО	ШСК
Гликемический индекс	20 ± 5 (низкий)	7 ± 2 (очень низкий)
Основной компонент	Клетчатка	Лигнаны, жирные кислоты
Влияние на уровень сахара	Снижение уровня сахара в крови	Улучшение инсулиновой чувствительности
Антиоксидантная активность (ORAC), мкмоль TE/100 г	~200-300 (средняя)	~300-500 (высокая)
Основной компонент	Фенольные соединения и феруловая кислота [7]	Сезамовые лигнаны и токоферолы
Полезные минералы	Магний, цинк	Кальций, магний

Установлено, что ПО обладают относительно низким до среднего ГИ, что проявляется их способностью медленнее повышать уровень глюкозы в крови благодаря высокому содержанию клетчатки. ШСК характеризуется ещё более низким ГИ, что делает её особенно полезной для диабетиков и тех, кто следит за уровнем сахара.

Оба вида исследуемого сырья богато антиоксидантами, которые помогают защищать клетки от окислительного стресса и могут снижать риск осложнений, связанных с диабетом. Так, ПО содержат феруловую кислоту и фенольные соединения, помогающие бороться со свободными радикалами.

ШСК содержит сезамовые лигнаны (сесамол, сезамин), а также токоферолы, что делает её особенно мощным источником антиоксидантов. Лигнаны модулируют экспрессию генов, связанных с метаболизмом глюкозы, снижая резистентность к инсулину. Они также ингибируют ферменты, расщепляющие углеводы, замедляя всасывание сахара. что

ISSN 3030-3907

особенно важно для диабетиков. Наличие в данном сырье магния, цинка и кальция также полезно для поддержания нормального метаболизма, регулирования уровня глюкозы и улучшения инсулиновой чувствительности.

Оба продукта могут влиять на уровень гормонов, связанных с метаболизмом углеводов, таких как инсулин и глюкагон, что позволяетя организму эффективно реагировать на повышение уровня глюкозы в крови.

ПО и ШСК являются ценными пищевыми добавками, обладающими уникальными свойствами. Их физиолого-биологическая ценность определяется не только составом, но и органолептическими, физико-механическими и структурно-механическими характеристиками, влияющими на их обработку и использование.

Таблица 4.

Органолептические и физико-химические свойства пшеничных отрубей и кунжутной шелухи

Параметр	Значение параметра	
	ПО	ШСК
1	*2*	*3*
Внешний вид	Крупные, рыхлые частицы с шероховатой поверхностью	Мелкие, гладкие частицы с блеском
Цвет	Светло-коричневый	Светло-серый, с тёмными вкраплениями
Запах	Характерный, зерновой	Лёгкий ореховый, семенной
Вкус	Землянистый,и горьковатый	Немного маслянистый, ореховый

Продолжение таблицы 4

1	*2*	*3*
Консистенция	Неоднородная, крупнодисперсная	Неоднородная, мелкодисперсная
Влажность, %	13,0 ± 1,0	7,2 ± 0,8
Кислотность, град	5,0 ± 1,0	4,8 ± 0,2
Удельный вес, г/л	375 ± 25	270 ± 20
Зольность, %	6,9 ± 0,5	11,0 ± 1,0
Плотность, кг/м³	585 ± 15	450 ± 20

ISSN 3030-3907

По органолептическим показателям ПО обладают более выраженными землянистыми и горьковатыми вкусами, в то время как ШСК характеризуется маслянистым и ореховым оттенком. Физико-химические параметры указывают на более высокое содержание клетчатки у ПО и липидов у ШСК, что определяет их использование в различных диетических и технологических приложениях [8;с.45-50, 9;с.488-495, 10;с.123-130].

Структурно-механические свойства исследуемого сырья указывают на более твёрдую и пористую структуру у ПО, что важно при измельчении и обработке, размер частиц влияет на применение в различных технологических процессах (табл.5).

Таблица 5.

Структурно – механические свойства пшеничных отрубей и кунжутной шелухи

Параметр	Значение параметра	
	ПО	ШСК
Плотность, г/см³)	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1
Твёрдость, мПа	2,7 ± 0,3	2,0± 0,2
Пористость	Высокая	Средняя
Размер частиц, мм	0.5 - 2,0	1,0 - 3,0

Для оценки пищевой безопасности проведены лабораторные испытания на наличие микробиологических и химических загрязнителей. Использовались стандартные методы, описанные в нормативных документах ТР ТС 021/2011 и других международных стандартах.

Результаты исследования представлены в таблицах 6,7.

Полученные результаты показывают, что как ПО, так и ШСК соответствуют установленным международным нормам ТР ТС по микробиологическим и химическим показателям. Это подтверждает их безопасность для использования в пищевой промышленности.

Таблица 5.

Микробиологические и химические загрязнители пшеничных отрубей и кунжутной шелухи

Параметр	Значение параметра		
	Норматив (ТР ТС 021/2011)	ПО	ШСК
Общая бактериальная обсемененность **(КМАФАнМ),** КОЕ/г	$\leq 1\times10^4$	2×10^3	1×10^3

ISSN 3030-3907

Патогенные микроорганизмы, КОЕ/г	Не допускается	Отсутствие	Отсутствие
Фекальные кишечные палочки, КОЕ/г	Не допускается	Отсутствие	Отсутствие
Содержание тяжёлых металлов, мг/кг	Pb ≤ 0.2, Cd ≤ 0.1	Pb 0.05, Cd 0.03	Pb 0.02, Cd 0.01
Содержание остаточных пестицидов, %	≤ 0.01	0.005	0.008

На основании проведенных исследований установлено, что пшеничные отруби и кунжутная шелуха являются безопасными продуктами и могут снижать уровень сахара в крови благодаря комбинации эффектов, связанных с клетчаткой, лигнанами, полиненасыщенными жирными кислотами и общим улучшением метаболических процессов,. Использование данного сырья в производстве диабетических мучных изделий, в частности сухарей, представляет собой перспективное направление, способствующее улучшению здоровья диабетиков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 9th edn. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2019. - URL: https://www.semanticscholar.org/paper/IDF-Diabetes-Atlas-9th-Edition-Federation/47e0ee86a4eba374871f4dccb5b49a9294e185cd (дата обращения 12.08.2024 г.).
2. Иванова Е.В. Перспективы использования отходов в хлебопечении/ Е.В. Иванова // Журнал пищевой промышленности. - 2020. -№ 5. -С.18–24.
3. Stevenson L. Wheat bran: its composition and benefits to health, a European perspective/ L.Stevenson, F.Phillips, K. O'Sullivan, J.Walton// International Journal of Food Sciences and Nutrition. -2012. №63(8).-Pp.1001-1013.
4. Kamal-Eldin A. Sesame seed lignans: potent physiological modulators and possible ingredients in functional foods &nutraceuticals/ A.Kamal-Eldin, A.A.Moazzami, SAA.Washi // Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture. – 2011. -№3(1). –Pp.17-29.
5. Петров В.А. Масличные отходы в создании функциональных продуктов/ В.А.Петров, И.Н.Лебедев // Технологии и потенциал.- 2019.- № 3.- С.34–39.
6. Федорова И.И. Влияние добавок шелухи кунжута на ГИ хлеба/ И.И.Федорова, Т.В. Смирнова// Вестник пищевой науки. - 2021.- № 2. - С. 76–82.

ISSN 3030-3907

7. Kaur S.R. Phenolic compounds in wheat bran and their antioxidant activity/ S.R. Kaur [et al.]//Food Research International. - 2019. - URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15453674/ (дата обращения 12.08.2024 г.).
8. Иванов И.И. Физико-химические свойства пшеничных отрубей/ И.И. Иванов, А.А.Петрова// Журнал пищевой науки. -2021.- №3. - С.45-50.
9. Lee S. Nutritional composition of sesame seed shells/ S. Lee [et al.]// Food Chemistry. -2019. -Vol. 276. - Pp. 488-495.
10. Zhang Y. Mechanical properties and structure of cereal brans/ Y. Zhang. [et al.]// Journal of Food Engineering. -2018.- Vol.234. - Pp. 123-130

ISSN 3030-3907

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕТОДИКИ ОРГАНИЗАЦИИ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКИЕ ВУЗЫ

Атажонова Саидахон Бораталиевна

д.ф.п.н (PhD) кафедры «Информационные технологии» Андижанского государственного технического института

E-mail: saidajon198205072@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается педагогическая модель методики организации инклюзивного образования в технических вузах. Актуальность исследования обусловлена необходимостью адаптации высшего технического образования к потребностям студентов с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и их успешной интеграции в образовательную и профессиональную среду. Предложенная модель включает в себя три ключевых блока: теоретический, методический и организационно-педагогический. В рамках теоретического блока рассматриваются принципы и подходы к инклюзивному образованию. Методический блок описывает инновационные методы и технологии обучения, способствующие индивидуализации образовательного процесса. Организационно-педагогический блок охватывает вопросы создания безбарьерной среды, адаптации учебных планов и программ, а также повышения квалификации профессорско-преподавательского состава. Результаты исследования могут быть использованы для разработки и внедрения эффективных программ инклюзивного образования в технических вузах.

Ключевые слова: инклюзивное образование, технический вуз, педагогическая модель, методика, студенты с ОВЗ, адаптация, безбарьерная среда, инновационные технологии, компетентностный подход.

Abstract. This article examines a pedagogical model for organizing inclusive education in technical universities. The relevance of the study stems from the need to adapt higher technical education to the needs of students with disabilities and their successful integration into the educational and professional environment. The proposed model includes three key components: theoretical, methodological, and organizational and pedagogical. The theoretical component examines the principles and approaches to inclusive education. The methodological component describes innovative teaching methods and technologies that facilitate the individualization of the educational process. The organizational and pedagogical component covers issues of creating a barrier-free environment, adapting curricula and programs, and professional development for faculty. The results of the study can be used to

ISSN 3030-3907

develop and implement effective inclusive education programs in technical universities.

Keywords: inclusive education, technical university, pedagogical model, methodology, students with disabilities, adaptation, barrier-free environment, innovative technologies, competency-based approach.

Annotatsiya. Ushbu maqolada texnik oliy o‘quv yurtlarida inklyuziv ta'limni tashkil etishning pedagogik modeli ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotning dolzarbligi oliy texnik ta'limni nogiron talabalarning ehtiyojlariga moslashtirish va ularning ta'lim va kasbiy muhitga muvaffaqiyatli integratsiyalashuvidan kelib chiqadi. Taklif etilayotgan model uchta asosiy komponentni o‘z ichiga oladi: nazariy, uslubiy va tashkiliy-pedagogik. Nazariy komponent inklyuziv ta’lim tamoyillari va yondashuvlarini o‘rganadi. Uslubiy komponent ta'lim jarayonini individuallashtirishga yordam beradigan innovatsion o‘qitish usullari va texnologiyalarini tavsiflaydi. Tashkiliy-pedagogik komponent to‘siqlarsiz muhit yaratish, o‘quv rejalari va dasturlarini moslashtirish, professor- o‘qituvchilarning malakasini oshirish masalalarini qamrab oladi. Tadqiqot natijalari texnik universitetlarda samarali inklyuziv ta'lim dasturlarini ishlab chiqish va amalga oshirish uchun ishlatilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: inklyuziv ta'lim, texnik universitet, pedagogik model, metodologiya, imkoniyati cheklangan talabalar, moslashish, to‘siqsiz muhit, innovatsion texnologiyalar, kompetentsiyaga asoslangan yondashuv.

Введение.

Современное высшее образование сталкивается с новыми вызовами, одним из которых является обеспечение равного доступа к качественному образованию для всех категорий обучающихся, включая студентов с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). В условиях стремительного технологического развития и высокой конкуренции на рынке труда, подготовка высококвалифицированных инженерных кадров является приоритетной задачей. Однако, инклюзия в техническом образовании имеет свою специфику, связанную с необходимостью адаптации учебных программ, оборудования и методик преподавания к индивидуальным потребностям студентов с ОВЗ [1-3].

Несмотря на значительные успехи в области инклюзивного образования, проблема его эффективной организации в технических вузах остается недостаточно изученной. Отсутствие системного подхода и научно обоснованных методик часто приводит к формальному выполнению требований, а не к реальной интеграции студентов с ОВЗ в образовательную среду. В связи с этим, возникает острая необходимость в разработке

ISSN 3030-3907

педагогической модели методики организации инклюзивного образования, которая бы учитывала специфику технических дисциплин и обеспечивала успешное освоение профессии будущими инженерами. Целью данной статьи является разработка и обоснование педагогической модели методики организации инклюзивного образования в технических вузах, направленной на повышение качества обучения и успешную социализацию студентов с ОВЗ. Разработка педагогической модели позволяет системно отразить последовательность этапов внедрения инклюзии, определить ключевые процессы и методы её реализации, а также спрогнозировать образовательные и социальные результаты [4, 5].

Методы исследования. Внедрение и развитие инклюзивного образования в технических вузах — это сложный и многоаспектный процесс, требующий системного подхода и применения разнообразных методов. Успешная инклюзия зависит не только от формальных требований, но и от реальной адаптации образовательной среды к потребностям студентов с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) [6]. Общую методику внедрения инклюзии в технические вузы можно разделить на отдельные методы:



Рисунок-1. Методы внедрения инклюзии в техническое образование

Методы внедрения.

Эти методы направлены на создание условий для начала инклюзивного процесса.

1. Организационно-педагогические методы:

-Создание безбарьерной среды. Это включает не только физическую доступность (пандусы, лифты, адаптированные аудитории), но и информационную (доступные веб-ресурсы, адаптированные электронные учебники).

-Разработка и адаптация учебных программ. Программы должны учитывать индивидуальные особенности и темп обучения студентов с ОВЗ.

ISSN 3030-3907

-Методическое обеспечение. Разработка специальных методических пособий и рекомендаций для преподавателей по работе со студентами с ОВЗ.
-Индивидуальный образовательный маршрут (ИОМ). Создание персонализированных учебных планов, которые учитывают потребности и возможности каждого студента.

2. Социально-психологические методы:

-Информирование и повышение осведомленности. Проведение семинаров, тренингов и встреч для студентов, преподавателей и администрации вуза для формирования толерантного отношения к инклюзии.

- Формирование инклюзивной культуры. Создание атмосферы взаимного уважения и поддержки в коллективе, где каждый участник чувствует себя комфортно.

Методы развития:

Эти методы направлены на совершенствование уже существующих инклюзивных практик и повышение их эффективности.

3. Инновационные методы обучения:

-Проектный метод. Вовлечение студентов с ОВЗ в совместные проекты, что способствует развитию их практических навыков и коммуникации с другими студентами.

-Кейс-метод. Анализ реальных или вымышленных ситуаций, что помогает студентам с ОВЗ развивать аналитические способности и находить нестандартные решения.

-Цифровые технологии. Использование специализированного программного обеспечения, виртуальных лабораторий и онлайн-курсов для индивидуализации обучения [7-10].

4. Методы повышения квалификации преподавателей:

-Организация тренингов и семинаров. Обучение преподавателей методикам работы с различными категориями студентов с ОВЗ.

-Метод наставничества. Закрепление за преподавателями опытных наставников, которые оказывают методическую помощь и поддержку.

-Профессиональные сообщества. Создание платформ для обмена опытом и лучшими практиками между преподавателями, работающими в инклюзивных группах.

Методы оценки эффективности:

Эти методы используются для измерения результатов инклюзии и внесения корректировок в процесс.

ISSN 3030-3907

5. Анкетирование и опрос. Выявление отношения студентов и преподавателей к инклюзии, оценка их удовлетворенности образовательным процессом.

6. Анализ успеваемости. Сравнение академических результатов студентов с ОВЗ с результатами их сверстников.

7. Метод экспертных оценок. Привлечение экспертов (психологов, педагогов-дефектологов, работодателей) для оценки качества подготовки студентов и их готовности к профессиональной деятельности.

Комплексное применение этих методов позволяет создать в техническом вузе эффективную инклюзивную среду, способствующую не только получению знаний, но и успешной социализации и профессиональному становлению студентов с ОВЗ [11-13].

Результаты исследования. В технических вузах, где содержание учебных программ отличается высокой сложностью и насыщенностью инженерно-техническими дисциплинами, необходимость внедрения методик инклюзивного образования обусловлена задачами формирования компетентных и конкурентоспособных специалистов.

Разработка педагогической модели позволяет систематизировать основные направления внедрения инклюзивного образования, определить этапы, процессы и методы его реализации, а также спрогнозировать ожидаемые результаты. Целью педагогической модели является разработка и внедрение методик организации инклюзивного образования в технических вузах, направленных на повышение доступности, качества и эффективности образовательного процесса.

Таблица-1

Модель предполагает поэтапное решение комплекса задач

Этапы	Задачи
Аналитический этап	выявление образовательных потребностей студентов с ОВЗ;
	анализ кадрового и ресурсного потенциала вуза;
	определение условий для успешной реализации инклюзивного образования
Основной этап	адаптация учебных планов и программ
	разработка и внедрение учебно-методических комплексов
	использование цифровых платформ и средств коммуникации
	подготовка преподавателей к работе в условиях инклюзивного обучения

ISSN 3030-3907

Контрольный этап	мониторинг эффективности инклюзивного образования
	выявление сильных и слабых сторон внедрённых методик
	коррекция и развитие педагогических стратегий

Организация инклюзивного образования в технических вузах представляет собой системный процесс, включающий комплекс педагогических, организационных и технологических мероприятий, направленных на обеспечение равных возможностей для всех студентов, в том числе обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). В отличие от традиционного образовательного процесса, инклюзивная модель ориентируется на вариативность, адаптивность и гуманистическую направленность, обеспечивая интеграцию студентов с особыми образовательными потребностями в академическую и социальную среду вуза. Реализация модели осуществляется через следующие компоненты (рисунок-2):



Рисунок-2. Компоненты реализации модели

Таким образом, процесс организации инклюзивного образования в технических вузах строится на принципах системности, адаптивности и междисциплинарного взаимодействия. Его реализация обеспечивает не только академическую успешность студентов с ОВЗ, но и их полноценную интеграцию в образовательное и профессиональное сообщество. Внедрение предложенной модели позволит достичь следующих результатов:

- повышение доступности и качества образования для студентов с ОВЗ;
- создание системы психолого-педагогического сопровождения;

ISSN 3030-3907

- развитие цифровых и профессиональных компетенций обучающихся;
- интеграция студентов с ОВЗ в образовательную и социальную среду;
- подготовка конкурентоспособных специалистов для современного рынка труда.

Заключение. Разработанная педагогическая модель методики организации инклюзивного образования в технических вузах представляет собой целостную и системную структуру, которая позволяет эффективно решать задачи, связанные с обучением студентов с ограниченными возможностями здоровья. В рамках модели были выделены и обоснованы три взаимосвязанных блока: теоретический, методический и организационно-педагогический.

Теоретический блок закладывает основу для понимания сущности и принципов инклюзии, а также позволяет определить основные подходы к работе со студентами с ОВЗ. Методический блок, в свою очередь, предлагает конкретные инструменты и технологии, направленные на индивидуализацию и дифференциацию учебного процесса. Организационно-педагогический блок обеспечивает создание необходимых условий для реализации модели на практике, включая адаптацию инфраструктуры, учебных планов и повышение квалификации преподавателей.

Внедрение предложенной модели в практику высшего технического образования позволит не только обеспечить равный доступ к знаниям для студентов с ОВЗ, но и будет способствовать формированию инклюзивной культуры в вузе. Результаты исследования могут быть использованы для разработки рекомендаций и методических пособий для преподавателей, а также для корректировки образовательных программ с учетом потребностей студентов с ОВЗ. Дальнейшие исследования могут быть направлены на апробацию модели в реальных условиях и оценку её эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хуснутдинова М. Р. Основные модели развития инклюзивного образования в Москве // Образование и наука. 2018. №9.
2. Алехина С. В. Современные тенденции развития инклюзивного образования в России // Развитие современного образования: теория, методика и практика. 2015. № 3. С. 10–15.
3. Мачукляр Н. Н, Криницына Г. М, Пащенко Е. В, Пивненко В. В. Профессионально-пропедевтический консилиум в вузе // Образование и наука. 2019. №3.
4. Богданова А.В. Методическое сопровождение инклюзивного образования в вузе // Высшее образование в России. – 2018. – № 12. – С. 135–142.

ISSN 3030-3907

5. Ефимова В.О. Проблемы инклюзивного образования в технических вузах // Вестник Казанского технологического университета. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 182–186.
6. Иванов А.А. Адаптация учебных программ для студентов с ОВЗ в техническом вузе // Информатизация образования и науки. – 2020. – № 3 (47). – С. 115–123.
7. Reiser, R. A., & Dempsey, J. V. (2018). Trends and Issues in Instructional Design and Technology. Pearson.
8. Zhao, L., & Liu, J. (2020). AI and Adaptive Learning: The Future of Education. Journal of Educational Technology, 34(5), 23-36.
9. Комарова Л.А. Организационно-педагогические условия инклюзивного образования в вузе // Вестник Московского государственного областного университета. – 2021. – № 1. – С. 78–85.
10. Johnson, R. (2021). Inclusive Education: Perspectives and Practices. New York: Educational Publishers
11. Atajonova S.B, Zulfikharov I.M. "Improving the methodology of effective organization of mathematics courses in technical universities." AIP Conference Proceedings. Vol. 3244. No. 1. AIP Publishing LLC, 2024.
12. Kasimakhunova A.M, Atajonova S.B. "Increasing the creativity of the teacher in teaching students in the field of semiconductor technology." AIP Conference Proceedings. Vol. 3045. No. 1. AIP Publishing LLC, 2024.
13. Атажонова С.Б. «Исследование качества новаторских методов и подходов в высшем образовании». Инженерные проблемы и инновации 1.3 (2023): 35-46.

ISSN 3030-3907

INVESTIGATION OF THERMOELECTRIC PROPERTIES OF ALUMINUM-DOPED ZINC OXIDE SYNTHESIZED BY ULTRASONIC SPRAY PYROLYSIS (USP) TECHNIQUE

Karimov Baxromjon Avazbek o‘g‘li
Andijan State Technical Institute Assistant
Tel: +998902171597

Abstract: This study explores the thermoelectric performance of aluminum-doped zinc oxide (Al:ZnO) thin films synthesized via the ultrasonic spray pyrolysis (USP) technique. By incorporating aluminum into the ZnO matrix, we investigate the resulting changes in electrical conductivity, thermal conductivity, and Seebeck coefficient. Structural and morphological characterizations confirm successful doping, and thermoelectric measurements indicate that aluminum doping significantly enhances the overall figure of merit (ZT), making Al:ZnO a promising candidate for cost-effective and eco-friendly thermoelectric applications.

Keywords: Zinc oxide, ultrasonic spray pyrolysis, aluminum doping, thermoelectric properties, Seebeck coefficient.

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot ultratovushli buzadigan amallar piroliz (USP) texnikasi orqali sintez qilingan alyuminiy qo‘shilgan sink oksidi (Al: ZnO) yupqa plyonkalarining termoelektrik ishlashini o‘rganadi. Alyuminiyni ZnO matritsasiga kiritish orqali biz elektr o‘tkazuvchanligi, issiqlik o‘tkazuvchanligi va Seebek koeffitsientidagi o‘zgarishlarni o‘rganamiz. Strukturaviy va morfologik tavsiflar muvaffaqiyatli dopingni tasdiqlaydi va termoelektrik o‘lchovlar shuni ko‘rsatadiki, alyuminiy doping umumiy ko‘rsatkichni (ZT) sezilarli darajada oshiradi va Al: ZnO ni tejamkor va ekologik toza termoelektrik ilovalar uchun istiqbolli nomzodga aylantiradi.

Kalit so‘zlar: Rux oksidi, ultratovushli purkagichli piroliz, alyuminiy doping, termoelektrik xususiyatlar, Seebek koeffitsienti.

Аннотация: В данной работе исследуются термоэлектрические характеристики тонких плёнок оксида цинка (Al:ZnO), легированного алюминием, синтезированных методом ультразвукового пиролиза распылением (УЗП). Введение алюминия в матрицу ZnO позволяет исследовать изменения электропроводности, теплопроводности и коэффициента Зеебека. Структурные и морфологические исследования подтверждают успешность легирования, а термоэлектрические измерения показывают, что легирование алюминием значительно повышает общую добротность (ZT), что делает Al:ZnO перспективным кандидатом для экономически эффективных и экологичных термоэлектрических применений.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Оксид цинка, ультразвуковой пиролиз распылением, легирование алюминием, термоэлектрические свойства, коэффициент Зеебека.

1. Introduction

Zinc oxide (ZnO) is a wide-bandgap semiconductor with high chemical stability and nontoxicity, attracting considerable interest for thermoelectric applications. However, pristine ZnO exhibits limited thermoelectric performance due to its relatively low electrical conductivity and high thermal conductivity. Doping is a proven method to optimize its transport properties. In this work, we report the use of the ultrasonic spray pyrolysis (USP) method to synthesize Al-doped ZnO thin films, aiming to improve their thermoelectric performance.

2. Experimental Methodology

2.1. Synthesis of Al-doped ZnO Films

The precursor solutions were prepared by dissolving zinc nitrate hexahydrate ($Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) and aluminum nitrate nonahydrate ($Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$) in deionized water to achieve a 0.01 M concentration[1]. The solution was atomized using a 1.7 MHz ultrasonic nebulizer and sprayed onto pre-heated glass substrates maintained at 450°C. The deposition process was carried out under ambient conditions.

2.2. Characterization Techniques

The crystallographic structure of the films was analyzed using X-ray diffraction (XRD), and the surface morphology was examined using scanning electron microscopy (SEM). Thermoelectric parameters, including electrical conductivity and Seebeck coefficient, were measured in the temperature range of 300 K to 600 K using a custom-built thermoelectric characterization system.

X-ray Diffraction (XRD): To examine the crystalline structure and phase purity of the films.

Scanning Electron Microscopy (SEM): To investigate the surface morphology and microstructure of the films.

UV-Vis Spectroscopy: To analyze the optical properties and band gap of the films.

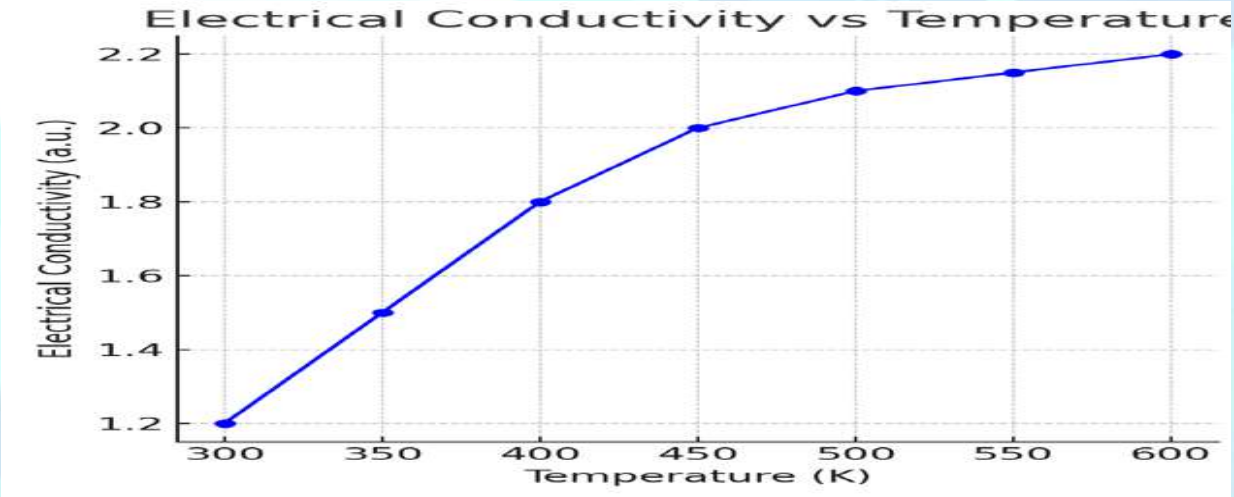
Thermoelectric Measurements: Seebeck coefficient, electrical conductivity, and thermal conductivity were measured using standard techniques. The Seebeck coefficient was measured in a temperature gradient, while electrical conductivity was determined using the four-point probe method[2]. Thermal conductivity was measured using the laser flash technique.

3. Results and Discussion

ISSN 3030-3907

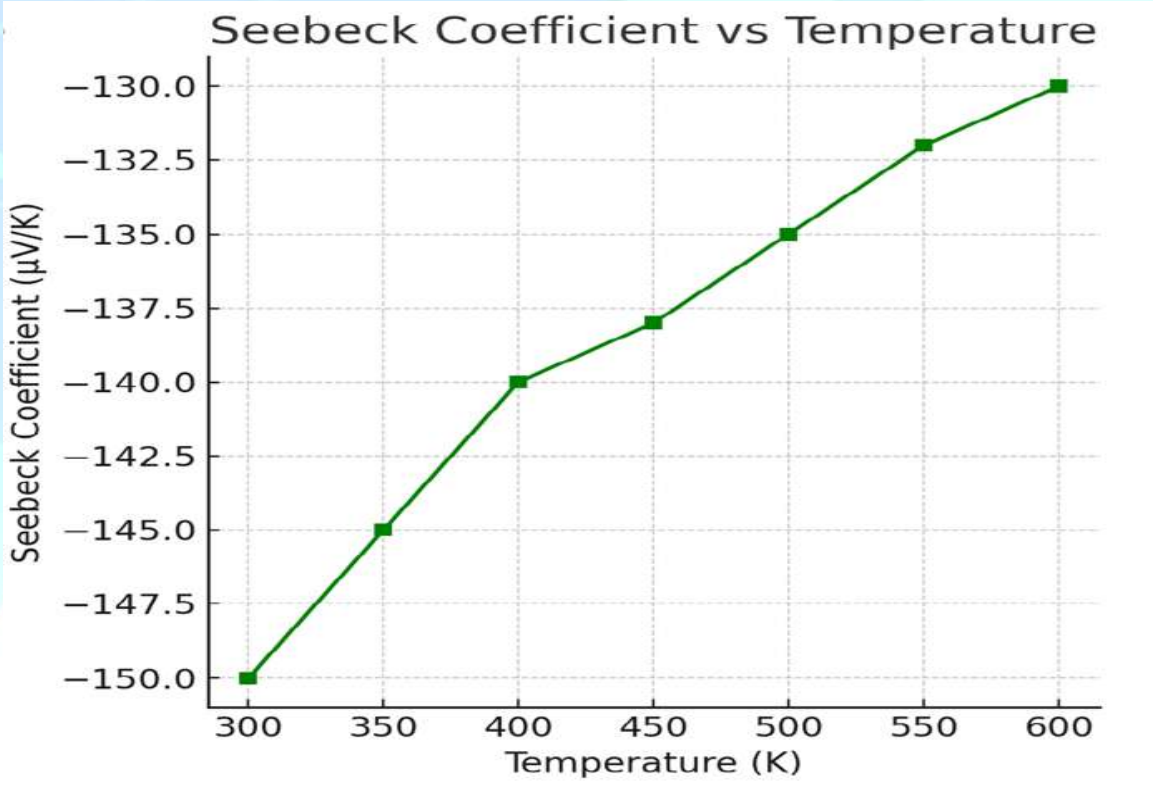
XRD analysis confirmed the incorporation of Al into the ZnO lattice, showing a slight shift in diffraction peaks. SEM images revealed that aluminum doping reduced the grain size and promoted a more uniform surface morphology. The electrical conductivity of the doped samples increased significantly due to enhanced carrier concentration. Moreover, aluminum doping led to a decrease in thermal conductivity, which is favorable for thermoelectric applications. These changes contributed to a noticeable improvement in the thermoelectric figure of merit (ZT).XRD patterns of all the Al-doped ZnO films exhibited a typical wurtzite structure with the (002) diffraction peak as the most intense. The intensity of the (002) peak increased with the aluminum doping concentration, indicating enhanced crystallinity. SEM images showed that the surface morphology of the films varied with the Al doping level[3]. At higher Al concentrations, the grain size reduced, and a more uniform surface with fewer defects was observed.

UV-Vis spectroscopy results showed a slight blue shift in the optical absorption edge with increasing aluminum content, suggesting a narrowing of the band gap. The band gap values were found to range from 3.35 eV to 3.37 eV, which is consistent with previous studies on Al-doped ZnO.



Electrical conductivity: It increases with rising temperature, indicating that the number of free carriers increases as a result of doping.

ISSN 3030-3907

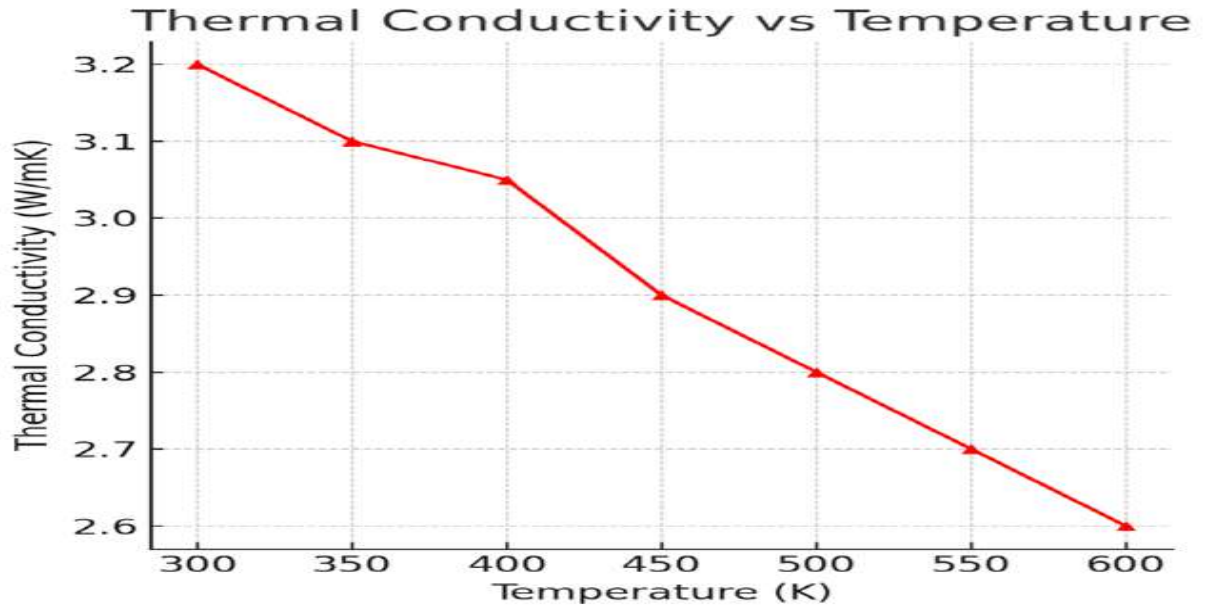


Thermoelectric measurements showed that the Seebeck coefficient was negative for all samples, indicating n-type behavior. The Seebeck coefficient increased with the Al doping concentration, reaching its highest value at 5% Al doping. Electrical conductivity was significantly enhanced with increasing Al content, likely due to the increased carrier concentration from aluminum doping[4]. Thermal conductivity decreased as the Al doping concentration increased, which is beneficial for thermoelectric performance. This reduction in thermal conductivity is attributed to grain boundary scattering and phonon scattering at higher doping levels.

Seebeck coefficient: It remains negative (characteristic of n-type semiconductors), but decreases slightly with increasing temperature.

Thermal conductivity: It decreases as the temperature increases, which is a positive condition for thermoelectric efficiency.

ISSN 3030-3907



4. Conclusion

Ultrasonic spray pyrolysis is an effective and scalable technique for synthesizing aluminum-doped ZnO films with enhanced thermoelectric properties. The study demonstrates that aluminum doping simultaneously improves electrical transport and reduces thermal conductivity, leading to a higher ZT value. Future studies will focus on co-doping strategies and multilayer film architectures to further boost performance.

REFERENCES

1. Ozturk, S., et al. “Enhanced thermoelectric properties of Al-doped ZnO thin films.” *Journal of Alloys and Compounds*, 2021.
2. Smith, A. “Spray pyrolysis techniques for oxide semiconductors.” *Materials Science in Semiconductor Processing*, 2020.
3. Chen, M., et al. “Thermoelectric performance of doped ZnO ceramics.” *Ceramics International*, 2022.
4. Lee, T., et al. “Strategies to improve oxide-based thermoelectric materials.” *Thermoelectric Materials and Devices*, 2019.

ISSN 3030-3907

YUQORI GARMONIKALARNING KONDENSATOR QURILMALARIGA TA'SIRINI TAHLIL QILISH

Tolipov Jamshid Nurbekovich
O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti katta ilmiy xodimi, PhD, k.i.x.
Tel.:(+99893) 565-22-08,
E -mail: tolipovjamshidn@gmail.com
Murtazov Sherzod Isakbayevich
O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti mustaqil izlanuvchisi,
Tel: (+99893) 555-10-24,
E-mail: shermurtazov@gmail.com
Mirxonov Utkir Kaxramonovich
Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti, texnika fanlari b o'yicha falsafa doktori, PhD.
Tel.:(+99890) 710 – 64 - 87,
E-mail: utkirmirxan@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektr ta'minoti tizimlarida quvvatni kompensatsiyalash jarayonida kondensator qurilmalariga yuqori garmonikalar tomonidan k o'rsatilgan ta'sir tahlil qilingan. Reaktiv quvvatni kamaytirish orqali elektr energiyasi sifatini oshirish, tarmoqning o'tkazuvchanlik qobiliyatini kengaytirish hamda energichya isrofini kamaytirish mumkinligi k o'rsatilagan. Tadqiqotda sanoat korxonalarida q o'llaniladigan rostlanuvchi kosinus kondensatorlarning tanlanishi, ularning po g'onali rostlanishi, ortiqcha yuklanish koeffisiyenti, rezonans holatlari hamda bu holatlarning kondensator qurilmasiga ta'siri chuqur tahlil etilgan.

Shuningdek, elektr tarmo g'idagi nochiziqli yuklamalar mavjud bo'lgan sharoitda kompensatsiya qurilmalarining optimal joylashuvi va quvvati aniqlash zarurligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: reaktiv quvvat, kosinus kondensator, rezonans hodisasi, elektr energiyasi sifati, yuqori tartibli garmonika, quvvat koeffitsienti, ortiqcha yuklanish, sanoat tarmo g'i.

Аннотация. В данной статье анализируется влияние высших гармоник на конденсаторные устройства при компенсации мощности в системах электроснабжения. Показано, что за счет снижения реактивной мощности можно улучшить качество электроэнергии, расширить пропускную способность сети и сократить потери энергии. В исследовании подробно анализируются выбор регулируемых косинусных конденсаторов, используемых на промышленных предприятиях, их ступенчатая

ISSN 3030-3907

регулировка, коэффициент перегрузки, условия резонанса и влияние этих условий на конденсаторное устройство.

Также обоснована необходимость определения оптимального расположения и мощности компенсирующих устройств в условиях нелинейных нагрузок в электрической сети.

Ключевые слова: реактивная мощность, косинусный конденсатор, явление резонанса, качество электроэнергии, высшие гармоники, коэффициент мощности, перегрузка, промышленная сеть

Abstract. This article analyzes the influence of higher harmonics on capacitor devices during power compensation in power supply systems. It is shown that by reducing reactive power, it is possible to improve power quality, expand network capacity, and reduce energy losses. The study provides a detailed analysis of the selection of adjustable power-law capacitors used in industrial plants, their stepwise adjustment, overload factor, resonance conditions, and the impact of these conditions on the capacitor device.

The need to determine the optimal location and power of compensating devices under nonlinear loads in the electrical network is also substantiated.

Keywords: reactive power, cosine capacitor, resonance phenomenon, power quality, higher harmonics, power factor, overload, industrial network

Kirish

Elektr energiyasi sifatini oshirish, taqsimlovchi tarmoqning o‘tkazuvchanlik qobiliyatini kengaytirish va elektr energiyasi isrofini kamaytirish maqsadida elektr ta’minoti tizimlarida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash amalga oshiriladi. Bu elektr ta’minoti tizimining tugunida reaktiv quvvat balansiga kompensatsiya qurilmalari - reaktiv quvvat manbalari yordamida maqsadli ta’sir ko‘rsatish jarayonidir.

Sanoat korxonalarida hamda ma’muriy binolarning elektr tarmoqlarida reaktiv quvvatning asosiy iste’molchilari asinxron dvigatellar, quvvat transformatorlari, chastota o‘zgartirgichlari, elektr uzatish liniyalari va boshqa elektr qurilmalardir.

Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning usullaridan biri bu quvvat iste’molchilarining reaktiv quvvatini ta’minlovchi elektr stansiyalaridagi generatorlardan uzatishdir. Biroq generatorlar tomonidan uzatilishi mumkin bo‘lgan reaktiv quvvat miqdori ularning aktiv quvvat ishlab chiqarishi o‘rniga reaktiv quvvat hosil qilishga sarflanadigan iqtisodiy xarajatlarning optimal darajasi bilan cheklanadi.

Elektr energiyasi iste’molchilari keng q o‘llaniladigan mahalliy reaktiv quvvat manbalaridan – kompensatsiya qurilmalaridan foydalanadi. 1 kV gacha bo‘lgan tarmoqlarda, shuningdek, o‘rnatilgan quvvati 5 MW dan kam bo‘lgan elektr qabul iste’molchilar ishlayotgan 6–10 kV shinalarda bunday qurilmalar sifatida rostlanuvchi kondensator batareyalari q o‘llaniladi.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Elektr tarmoqlarida kunlik yuklamalarning eng yuqori soatlarida iste'mol qilinadigan reaktiv quvvat koeffitsientining maksimal qiymatlari

Elektr energiyasini iste'molchiga yetkazib berish nuqtasidagi kuchlanish	cosφ	tgφ
110 kV	0,894	0,5
1 - 10 kV, 35 kV	0,928	0,4
1 kV dan past	0,944	0,35

Ular nisbatan arzon narxga ega, elektr energiyasi isrofi juda kam va deyarli elektr ta'minoti tizimining istalgan nuqtasida o'rnatish imkoniyatiga ega.

Ushbu tadqiqotda kosinus kondensatorlarining quvvati yuklama tugunida iste'mol qilinadigan reaktiv quvvatdan kelib chiqqan holda tanlangan va (1) ifoda orqali aniqlanadi:

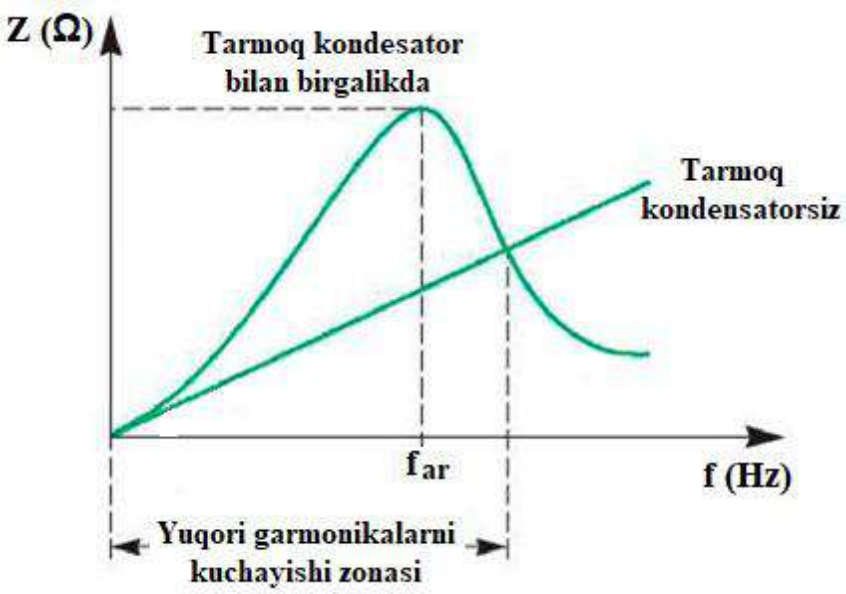
$$Q_k = P_{yu} \cdot \left(tg\varphi_{yu} - tg\varphi_r \right) \qquad (1)$$

bunda P_{YU} - yuklama tugunidagi aktiv quvvat; $tg\varphi_{yu}$ - taqsimlovchi tarmoqda o'lchangan reaktiv quvvat koeffitsienti qiymati; $tg\varphi_r$ - tarmoqning kunlik yuklamasi eng yuqori bo'lgan soatlarda ruxsat etilgan reaktiv quvvat koeffitsienti qiymati, 1-jadvalda keltirilgan.

Sanoat korxonasining elektr ta'minoti tizimi ish rejimiga qarab, yuklama tugunida tgφ ning me'yoriy darajasini ta'minlaydigan kosinus kondensatorlarning nominal quvvati hisoblab chiqiladi. Shuningdek, kompensatsiya qurilmasining ishchi pog'onalari soni va ularning quvvati tadqiqotlarda bayon etilgan usulga muvofiq aniqlanadi.

Ma'lumki, kondensator qurilmalari yuqori garmonikalar ta'siriga sezgir bo'ladi. Yuqori garmonikalar kondensator qurilmasi orqali o'tganda, ularning tok bo'yicha ortiqcha yuklanishini oshiradi. Agar kondensatorlarning sig'imi bilan ta'minlovchi tizimning induktivligi orasida yuqori garmonikalar chastotalaridan birida rezonans konturi yuzaga kelsa, kondensatorlarning tok ortiqcha yuklanishi eng yuqori qiymatga erishadi. Bu holat shunisi bilan izohlanadiki, rezonans chastotasida (f_{ap}) tarmoq–kondensator konturi maksimal qarshilikka ega bo'ladi, bu esa 1-rasmda ko'rsatilgan. Natijada ushbu kontur orqali o'tayotgan rezonans chastotasiga mos tok garmonikasining kattaligi ortib boradi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Tarmoq qarshiligining chastotaga va unga ulangan kondensatorlarning mavjudligiga bog‘liqligi

Bunday tok ortiqcha yuklanishi kondensatorlar uchun yo‘l qo‘yilmaydigan holat hisoblanadi va natijada kondensator batareyasining xizmat muddati qisqaradi hamda reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning normal rejimi buziladi. Bu holat 2-rasmda ko‘rsatilgan.



2-rasm. Tarmoqning rezonans rejimida sanoat korxonasida kondensatorning ishdan chiqishi

Kosinus kondensatorlarining ortiqcha yuklanish darajasi K_{OYU} ortiqcha yuklanish koeffitsienti orqali aniqlanadi, u quyidagi ifoda (2) bilan hisoblanadi:

$$K_{OYU} = \frac{I_{KO\prime}}{I_{K.N}} \qquad (2)$$

bunda $I_{K.O'}$- kosinus kondensatorlari orqali o‘tayotgan tokning o‘lchangan qiymati, A; $I_{K.N}$ - kosinus kondensatorlarining nominal toki, A.

Kondensatorlar uchun ruxsat etilgan K_{OYU} qiymati 1,3 dan oshmasligi kerak. Ushbu qiymatdan ortishi kondensator qurilmasining xizmat muddatini 20–30 % ga kamaytiradi. Biroq, manbalarda keltirilgan bog‘lanishga ko‘ra, kondensatorlarning

ISSN 3030-3907

xizmat muddatining qisqarish darajasi umumiy kuchlanishning no-sinusoidallik koeffitsienti bilan belgilanadi. Shundan ko‘rinadiki, 1 kV gacha bo‘lgan tarmoqlarda $THD_U\% > 6\%$ b o‘lsa, kondensatorlarning xizmat muddati 2–10 marta qisqaradi.

Sanoat korxonalarining yuklamasi sutka davomida yoki mavsum mobaynida keng chegaralarda o‘zgarib turadi. Shu sababli kondensator batareyalarining quvvati ham pog‘onali tarzda rostlanadi. Shuni e’tiborga olish kerakki, hatto batareyaning to‘liq quvvatida rezonans yuzaga kelmasa ham, uning ayrim pog‘onalarida rezonans hodisalari paydo bo‘lishi mumkin. Kompensatsiya qurilmalari elektr tarmog‘ining turli kuchlanish darajalarida o‘rnatilishi mumkin. Bu holat korxona elektr ta’minoti tizimida reaktiv quvvat oqimidan kelib chiqadigan elektr energiyasi isrofi va kuchlanish yo‘qotishlarini minimallashtirish maqsadida kondensatorlarning optimal quvvati hamda ularni o‘rnatish joyini aniqlash bilan bog‘liqdir.

Shunday qilib, nochiziq yuklama mavjud bo‘lgan elektr ta’minoti tizimlarida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash vazifasi kondensatorlarning yuqori garmonik toklar ta’siridagi ruxsat etilgan ortiqcha yuklanishini, kondensator batareyasi quvvatining sutkalik rostlanishini, kompensatsiya qurilmalarining elektr tarmo g‘ining turli kuchlanish darajalarida taqsimlanish sxemalarini hamda kuchlanish sifati bo‘yicha talablarning bajarilishini hisobga olgan holda hal qilinishi lozim.

Xulosa

Yuqori garmonikalar ta’sirida kondensator qurilmalarining ortiqcha yuklanishi, ularning xizmat muddatining qisqarishi va reaktiv quvvatni kompensatsiyalash samaradorligining pasayishiga olib keladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, elektr ta’minoti tizimlarida kompensatsiya qurilmalari tanlanayotganda nafaqat reaktiv quvvatning miqdoriy ehtiyoji, balki tizimdagi yuqori tartibli garmonikalar mavjudligi, rezonans holatlari va ortiqcha yuklanish xavfi ham e’tiborga olinishi zarur.

Shuningdek, yuklamaning vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchanligi tufayli kondensator batareyalarining quvvatini pog‘onali tarzda rostlash zarurati tug‘iladi. Rezonans holatlari nafaqat umumiy batareya darajasida, balki uning alohida pog‘onalarida ham yuzaga kelishi mumkinligi sababli, bu omil kompensatsiya tizimini loyihalashda alohida tahlil gilinishi lozim. Elektr tarmo g‘ining har xil kuchlanish darajalarida kompensatsiya qurilmalarining optimal joylashuvi esa energiya isrofini va kuchlanish yo‘qotishlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Абдусатторов Ш.Ш., Мамадалиев Э.А. Электр таминоти tizimlarida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash. - T.: Toshkent: Fan va texnologiya, 2016. - 204б.

ISSN 3030-3907

2. Мусин М.М., Жабборов Ж.М. Elektr energiyasi sifatini oshirish texnologiyalari. - ToshDTU, 2019. - 167 6
3. Саидов А.Ж., Юнусов И.Б. Yuqori garmonikalar va ularning sanoat tarmoqlariga ta'siri // "Энергетика ва электр техникаси" илмий-амалий журнали. - 2020. - №4. -Б. 45-50.
4. IEEE Std 519-2014. IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems. - Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2014.
5. IEC 61000-2-4: Electromagnetic compatibility (EMC) - Environment - Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances. – International Electrotechnical Commission, 2002.
6. Holger R. Power Quality in Electrical Systems. - McGraw-Hill Education, 2008. - 320 p.
7. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях // Энергоатомиздат. − 2000. − 252 с.
8. Наумов И. В., Лукина Г.В., Сукьясов С.В., Подьячих С.В. Методика расчёта показателей несимметрии токов и напряжений в сети 0,38 кВ с симметрирующим устройством / Вестник АлтГАУ им И. И. Ползунова, №2. – Барнаул. – 2001. – С. 49-56.
9. Кондраненкова Т.Е., Дулепов Д.Е. Моделирование работы симметрирующего устройства в сельских электрических сетях в среде Simulink (Matlab) // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 4 (71). – С. 28-35.

ISSN 3030-3907

ISSIQLIK ELEKTR STANSIYALARI ZARARLI CHIQINDILARINING ATMOSFERAGA TA'SIRI.

Abduxalilov Dilshodbek Koraboyevich
Andijon davlat texnika instituti, katta o'qituvchisi
O'zbekiston Respublikasi Andijon shahri

Annotatsiya: Ushbu maqolada issiqlik elektr stansiyalari zararli chiqindilarining atmosferaga ta'siri to'g'risida muhokama qilinadi. Issiqlik elektr stansiyalari nisbatan arzon ko'mir va mazutni o'z ichiga olgan qazib olinadigan yoqilg'ida ishlaydi. Amaldagi yoqilg'ilar yonish jarayonida zararli chiqindilar hosil qiladi, bu esa atrof-muhitga salbiy ta'sir qiladi. Atmosferaga zararli moddalarning chiqarilishi urbanizatsiyaning kuchayishi va yangi issiqlik elektr stansiyalarning qurilishi bilan xam doimiy ravishda ortib bormoqda.

Kalit s o'zlar: energetika, atmosfera, atrof-muhit, ekologiya va issiqlik elektr stansiyalari.

Аннотация: В статье рассматривается влияние выбросов тепловых электростанций на атмосферу. Тепловые электростанции работают на ископаемом топливе, в том числе на относительно дешёвом угле и мазуте. Существующие виды топлива производят вредные выбросы при сгорании, что негативно влияет на окружающую среду. Выбросы вредных веществ в атмосферу постоянно увеличиваются с ростом урбанизatsii и строительством новых тепловых электростанций.

Ключевые слова: энергетика, атмосфера, окружающая среда, экология, тепловые электростанции.

Abstract: This article examines the impact of thermal power plant emissions on the atmosphere. Thermal power plants operate on fossil fuels, including relatively inexpensive coal and fuel oil. Existing fuels produce harmful emissions during combustion, which negatively impacts the environment. Emissions of harmful substances into the atmosphere are constantly increasing with increasing urbanization and the construction of new thermal power plants.

Key words: energy, atmosphere, environment, ecology, thermal power plants.

Kirish

Eergetika – bu yuqori sur'atlarda rivojlanib borayotgan ishlab chiqarish tarmo g'idir. Sanoat taraqqiy etib borayotgan zamonaviy dunyomizni elektr energiyasiz tasavvur etib b o'lmaydi, barcha ishlab chiqarish jarayonlari, shu jumladan butun insoniyatning hayot ta'minoti elektr energiyasi hisobiga amalga oshirilmoqda.

O'zbekistonda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining 70 foizidan ortig'i "Issiqlik elektr stansiyalari" hissasiga to'g'ri kelmoqda.

ISSN 3030-3907



1- rasm. O‘zbekistonda Respublikasida amaldagi IES ning joylashuvi.

ADABIYOTLAR TAHLILI: Atrof-muhit inson hayotining asosi bo‘lib, qazilma boyliklar va ular ishlab chiqaradigan energiya zamonaviy sivilizatsiyaning asosidir. Energiya siz insoniyatning kelajagi yo‘q - bu aniq haqiqat.

Biroq, zamonaviy energiya ishlab chiqarish atrof-muhitga sezilarli zarar yetkazadi, turmush sharoitini yomonlashtiradi. Zamonaviy energiya ning asosi har xil turdagi yelektr stansiyalaridir. Mahalliy sanoat rivojlanishining boshida, 70 yil avval, asosiy ye’tibor yirik issiqlik yelektr stansiyalariga qaratilgan yedi.

Bugungi kunda energiya ning atrof-muhitga ta’siri ayniqsa keskinlashmoqda, chunki atrof-muhit, atmosfera va gidrosferaning ifloslanishi har yili ortib bormoqda. Energiya iste’moli doimiy ravishda ortib borayotganini hisobga olsak, energiya ning atrof-muhitga salbiy ta’siri mos ravishda ortib bormoqda.

Mamlakatimizda yenergetika sohasining dastlabki kunlarida iqtisodiy samaradorlik birinchi navbatda e’tiborga olingan bo‘lsa, bugungi kunda qurilish va foydalanish jarayonida energetika ob’ektlarining atrof-muhitga ta’siri tobora ortib bormoqda.

TADQIQOT METODOLOGIYASI: Zamonaviy issiqlik elektr stantsiyalari nisbatan arzon ko‘mir va mazut kabi qazib olinadigan yoqilg‘ida ishlaydi. Bu yoqilg‘ilar qayta tiklanmaydigan tabiiy resurslardir. Hozirgi kunda dunyodagi asosiy energiya resurslari ko‘mir (40%), neft (27%) va gaz (21%) hisoblanadi. Ba’zi hisob-kitoblarga ko‘ra, joriy iste’mol stavkalari davom yetsa, bu zaxiralar mos ravishda 270, 50 va 70 yil davom yetadi.

Issiqlik elektr stansiyalari (IES) va kombinat issiqlik elektr stansiyalari (IES) atmosfera ifloslanishining asosiy va yirik manbalaridan hisoblanadi. Turli xil yoqil g‘ilarni yoqish paytida atmosferaga chiqariladigan asosiy komponentlar toksik bo‘lmagan karbonat angidrid (CO2) va suv bug‘lari (H2O).

ISSN 3030-3907

Bundan tashqari, havoga oltingugurt, azot, uglerod oksidlari, xususan, uglerod oksidi (CO), qo‘rg‘oshin (Pb) kabi og‘ir metallarning birikmalari, kuyikish, uglevodorodlar, qattiq yoqilg‘ining yonmagan zarralari, kanserogen benzopiren (C20H12) kabi zararli moddalar chiqariladi.

Issiqlik elektr stansiyalari (IES) va issiqlik elektr stansiyalari (IES) qozonlarida qattiq yoqilg‘ining yonishi natijasida ko‘p miqdorda kul, oltingugurt dioksidi (SO2) va azot oksidi hosil bo‘ladi.

Issiqlik elektr stantsiyalarida yoqilg‘ining yonishi uchuvchi kul, yondirilmagan maydalangan yoqilg‘ining zarralari, oltingugurt dioksidi va oltingugurt dioksidi, azot oksidi va to‘liq bo‘lmagan yonishning gazsimon mahsulotlar, shuningdek, yoqilg‘i yoqilg‘isi yoqilganda, shuningdek, vanadiy birikmalari, natriy tuzlari va tuzlar hosil bo‘lishi bilan bog‘liq.

Ba’zi yoqilg‘ilarning kulida mishyak, erkin kremniy dioksidi, erkin kaltsiy oksidi va boshqa moddalar mavjud. Qattiq yoqilg‘idan gaz yoqilg‘isiga o‘tish ishlab chiqarilgan energiya tannarxining sezilarli darajada oshishiga olib keladi, bu ikkalasining tanqisligi haqida gapirmasa ham bo‘ladi. Bundan tashqari, bu havo ifloslanishi muammosini hal qilmaydi.



MUHOKAMA VA NATIJALAR: Yuqori sifatli yoqilg‘i taqchilligi tufayli issiqlik elektr stansiyalari past navli yoqilg‘ida ishlaydi. Bunday yoqilg‘ining yonishi natijasida atmosferaga tutun bilan tarqaladigan va kul bilan tuproqqa tushadigan ifloslantiruvchi moddalar hosil bo‘ladi.

Ushbu chiqindilarning atrof-muhitga salbiy ta’siridan tashqari, yonish mahsulotlari kislotali yomg‘ir va issiqxona gazlarini keltirib chiqaradi, bu esa qurg‘oqchilikka olib kelishi mumkin. Yoqilg‘i saqlash, tashish, changni tayyorlash va kulni tozalash tizimlarining chiqindilari ham ko‘mir yoqilg‘isida ishlaydigan elektr stantsiyalarining atrof-muhitga ta’siriga yordam beradi.

Tashish va saqlash jarayonida nafaqat changning ifloslanishi, balki yoqilg‘ining oksidlanish mahsulotlarini chiqarishi ham mumkin. Kulni yo‘q qilish

ISSN 3030-3907

joylari uzoq vaqt davomida foydalanilmay qoladigan va havo yoki suv orqali biosferaga chiqadigan o g‘ir metallar va ortib borayotgan radioaktivlik uchun t o‘planish joylari bo‘lib xizmat qiladigan muhim maydonlarni talab qiladi [1].

2,4 million kVt quvvatga ega zamonaviy issiqlik elektr stansiyalari va kombinat issiqlik elektr stansiyalari kuniga 20 ming tonnagacha ko‘mir iste’mol qiladi va atmosferaga: 680 tonna SO2 va SO3, 200 tonna azot oksidi, 120-240 tonna kul, chang, so‘mlik qiymatlari bilan ajralib turadi. original yoqilg‘i 1,7% va chang yig‘ish tizimining samaradorligi 94-98%.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, kuchli stansiyalar va elektr stantsiyalari yaqinida kuniga 280-360 tonna SO2 atmosferaga chiqariladi. Oltingugurt dioksidining 200-500, 500-1000 va 1000-2000 m masofalarda cho‘zilgan tomonida maksimal konsentratsiyasi mos ravishda: 0,34,9; 0,7-5,5; 0,22-2,8; mg/m3. Bundan kelib chiqadiki, oltingugurt dioksidi masofalar bo‘ylab juda yaxshi taqsimlanadi va tabiiyki, ifloslanish manbasidan masofa bilan uning kontsentratsiyasining mutanosib pasayishi kuzatiladi.

Ko‘mirning yonishi natijasida ko‘p miqdorda kul chiqindilari hosil bo‘ladi, ular shahar tashqarisida kul chiqindilariga tashiladi. Kul chiqindixonalari odatda yomon jihozlangan va kul ancha masofalarga tarqaladi. Atmosferani ifloslantirishdan tashqari, kul erga joylashadi va t o‘planib, tuproq yuzasini zich qatlam bilan qoplaydi.

Atrof-muhitni muhofaza qilishning yillik rejalari:

- tutun gazlarini atmosferaga zararli chiqarishlardan va ishlab chiqarish oqavalarini ifloslantiruvchi moddalardan tozalash b o‘yicha uskunalar ishlashining samaradorligini oshirish;
- suv resurslaridan oqilona foydalanishni ta’minlash;
- kul-shlak chiqindilari utilizatsiyasi ustidan nazoratni yuritish;
- ishlab chiqarish chiqindilarini to‘plash joylarining xavfsiz ekologik holatini ta’minlash;
- energiya ob’ektlari atrofida yashil ekinlar maydonlarini kengaytirish kabi issiqlik energetikasining ekologik muammolarini hal qilishni ko‘zda tutadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Ma’lumotlarga qaraganda, 1000 mvt kuchga ega bo‘lgan issiqlik elektr stansiyalari yil davomida 3800 tonna turli tarkibli zaharli chiqindilarni atmosferaga chiqarib tashlaydi. Shuningdek 1 tonna toshko‘mir 83,4 kg oltingurgut oksidini, 44,1 kg azot oksidini, 374 kg changni,1,1 kg is gazini, 0,4 kg uglevodorodlarni va 0,01 kg aldegidlarni ajratadi.

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2018 yil 11 noyabrdagi 820-sonli “Tabiatni muhofaza qilishni ta’minlashning iqtisodiy mexanizmlarini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi

ISSN 3030-3907

qaroriga muvofiq “Issiqlik elektr stansiyalari” aksiyadorlik jamiyatining elektr va issiqlik energiyasini ishlab chiqarish korxonalari atrof-muhitning ifloslantirilganligi uchun har choraklik kompensatsion to‘lovlarni amalga oshirishadi. So‘nggi yillarda investitsion dasturlar doirasida issiqlik elektr stansiyalarini rivojlantirish va modernizatsiya qilish bo‘yicha tabiatni muhofaza etish xarakteriga ega bo‘lgan salmoqli loyihalar amalga oshirilmoqdaki, ushbu loyihalar orqali energetika korxonalarining atrof-muhitga zararli ta’siri kamayishiga erishilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 fevraldagi PF-60-son 2022-2026 yillarga m o‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida» gi Farmoni.
2. Маврищев, В.В. Основы экологии: учебник. В.В. Маврищев. – Мн.: Выш. шк., 2003 – 416 с.
3. Хотунцев, Ю.Л. Экология и экологическая безопасност: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – 2-е изд., перераб. – М.: «Академия», 2004 – 480 с.
4. Григорева, В.А. Тепловые и атомные электрические станции: справочник. В.А. Григорев, В.М. Зорин. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 14 с.

ISSN 3030-3907

“UCH FAZALI TRANSFORMATOR OPTIMAL ISH REJIMINI ANIQLASH UCHUN ENERGIYA ISROFLARIDAN FOYDALANISH”

D.A. Egamov

Andijon davlat texnika instituti “Muqobil energiya manbalari” kafedrasi assistenti

Email: dilmurodegamov66@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada katta quvvatga ega bo‘lgan transformatorlarning energiya isroflari va foydali ish koeffisenti qanday omillarga bog‘liqligi va ularning kelib chiqish sabablari tahlili bayon qilingan. Taxlil natijalariga muvofiq transformatorlarning samaradorligi baholanib uning optimal ish rejimlari keltirilgan. Transformatorlar foydali ish koeffisenti qachon maksimal qiymatga ega b o‘lishi to‘g‘risidagi izohlar grafiklar yordamida aks ettirilgan.

Kalit so‘zlar: Salt ishlash, Elektr isroflar, transformator chulg‘amlari, Magnit o‘tkazgich, elektrotexnik lak, magnit isroflar, solishtirma magnit isroflar, Gisterezis

Аннотация. Статье описывается, от каких факторов зависят потери энергии и коэффициент полезного действия трансформаторов большой мощности, а также анализ причин их возникновения. По результатам анализа оценивается КПД трансформатора и приводятся его оптимальные режимы работы. Когда коэффициент полезного действия трансформаторов имеет максимальное значение, отражаются с помощью графиков.

Ключевые слова: Эксплуатация соли, Электрические потери, Обмотки трансформатора, Магнитопровод, Электротехнический лак, Магнитные потери, Относительные магнитные потери, Гистерезис

Abstract. The article describes the factors that determine the energy loss and the efficiency of high-power transformers and analyzes the causes of their occurrence. According to the results of the analysis, the efficiency of transformers is evaluated and its optimal operating modes are presented. Explanations about when the efficiency of transformers reaches its maximum value are presented using graphs.

Keywords: Salt operation, Electrical losses, transformer windings, Magnetic conductor, electrotechnical varnish, magnetic losses, relative magnetic losses, Hysteresis

Kirish.

Energetika sohasining kuch transformatorlarida energiya isrofini kamaytirish dolbzarb muammolardan sanaladi. Transformatorlar elektr-energiya uzatishda, tarqatishda va uni iste’molchga etkazishda muhim o‘rin egallaydi.Transformator ish jarayonida elektr-energiya isrofi sodir b o‘lishi tufayli

ISSN 3030-3907

elektr taminoti samaradorligi pasayadi, sarf-harajat ortadi va atropmuhitga salbiy ta’siri ortadi.

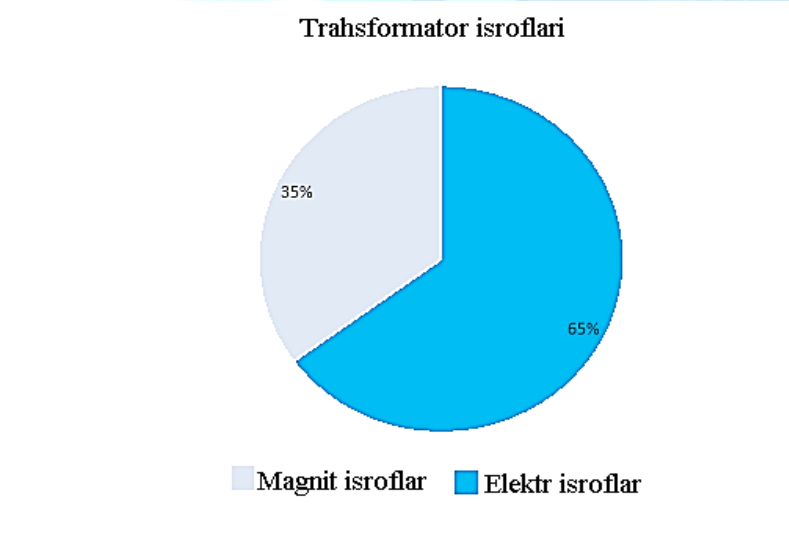
Transformatordagi quvvat isroflariga o‘zgaruvchan magnit oqimining o‘zakda hosil qilgan magnit isroflari va chulg‘am o‘tkazgichlaridan tok o‘tishi tufayli hosil bo‘ladigan Joul-Lens qonuni bo‘yicha issiqlikka ajralib ketayotgan elektr isroflari kiradi [1].

Transformatordagi isroflar ikki asosiy qismdan tashkil topadi;

1) Salt ishlashi uchun ketgan isrofdan- magnit o‘zakni magnitlanishi uchun sarflangan energiyadan iborat.bu isroflar magnit o‘zakni sifatiga, tuzilishiga va material hossasiga bog‘liq.

2) Elektr isroflar- transformator chulg‘amlaridan tokni o‘tishi bilan bog‘liq, ular chulg‘am qarshiligi, o‘ramlarda tokning ko‘ndalang kesim yuza bo‘yicha tekis tarqalmaganligi natijasida yuzaga keladi.

Quyidagi rasmda kuch transformatorlarining magnit va elektr isroflar diagrammasi keltirilgan.



1-rasm. Transformatorning elektr isr diagramma

Elektr isroflar transformator chulg‘amlaridan tok o‘tishi tufayli issiqlikka aylanib ketayotgan energiya, elektr isrof $P_Э$ uchun sarflanayotgan quvvat tokning kvadratiga prororsional bo‘lib birinchi $P_{Э1}$ va ikkinchi $P_{Э2}$ chulg‘amlar elektr isrofi yi g‘indilaridan iborat [2].

$$P_Э = P_{Э1} + P_{Э2} = mI_1^2 r_1 + mI_2^2 r \quad (1)$$

bu erda m- transformator fazalarsoni.

Transformatorning salt ish isrofi va elektr isrofi teng bo‘lganda uning foydali ish koeffisenti eng maksimal qiymatga ega bo‘ladi:

Elektr isroflar qiymati qisqa tutashuv qiymatlari orqali chulg‘amlarning nominal toklari uchun hisoblanadi [3].

ISSN 3030-3907

$$P_0 = \beta^2 P_{KT}, \quad (2)$$

β - yuklanish koeffisenti.

Elektr isroflar o‘zgaruvchan qiymat bo‘lib transformator yuklamasiga bog‘liq.

Transformatorda magnit isroflar magnit o‘tkazgichda(magnit o‘zak) o‘zgaruvchan magnit maydoni ta’sirida vaqt davomida magnitlanishi natijasida sodir bo‘ladi [4].

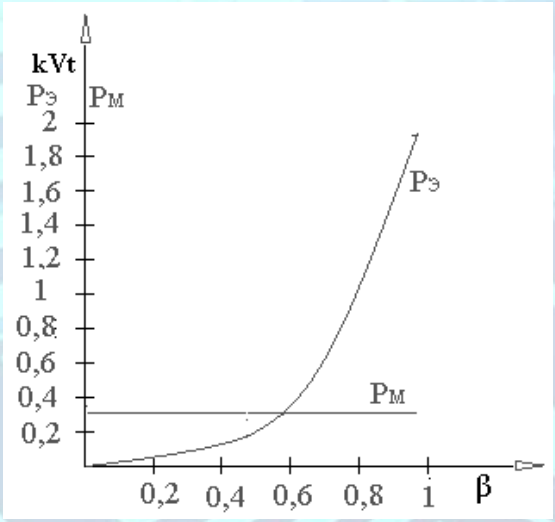
Magnit o‘tkazgichdagi magnitlanish jarayonida ikki turdagi magnit isroflar kelib chiqadi, gisterezis uchun isroflar P_G, qoldiq magnitlanishni kompensasiya qilish uchun sarflangan energiya va uyurma toklarini hpsil qilishdan kelib chiqadigan energiya isroflari P_{UT} , o‘zgaruvchan magnit maydoni tamonidan magnit o‘tkazgich plastinkalarida issiqlikka ajralayotgan energiya.

$$P_M = P_G + P_{UT} \quad (3)$$

Magnit isroflarlarga ketadigan energiyani kamaytirish uchun transformator magnit o‘tkazgichi ferromagnit materialdan yupqa plastinka ko‘rinishda ko‘rinishida tayyorlanadi. Plastinkalar ikki tamondan elektrotexnik lak yordamida izolyasiya qilinib bir-biriga mahkamlanadi [5].

Tadqiqotning usuli.

Gisterezis tufayli hosil bo‘ladigan isroflar magnit o‘tkazgichni magnitlanish chastotasiga to‘g‘ri proporsional ($P_G = f$), uyurma toklarini hosil qilish uchun magnit isroflar magnitlanish chastotasining kvadratiga proporsional ($P_{UT} \equiv f^2$).



2-rasm. Transformator isrofini yuklamaga bog‘liqlik grafigi..

Magnit isroflar magnit o‘zakdagi va ularni ulanish joyidagi magnit induksiyasiga ham bog‘liq ($P_M = B^2$). Birlamchi chulg‘am kuchlanishi

ISSN 3030-3907

o‘zgarmaganda ($U_1 = const$) magnit isroflar o‘zgarmasdir, yani transformator yuklanishiga bog‘liq emas.

Transformatorni loyihalashda magnit isroflar solishtirma magnit isroflar P_{sol} orqali aniqlanadi yani 1 kg yupqa elektrotexnik po‘lat uchun magnit induksiya 1,0 yoki 1,5 TL va magnitlanish chastotasi 50 gers bo‘lgan holatga aniqlanadi. [6]

$$P_M = P_{sol}(B/B)^2(f/50)^{1,3}G \quad (4)$$

B - transformator magnit o‘zagidagi magnit induksiyasi real qiymati (TL).

B_{sol} - Solishtirma magnit isrof uchun olingan magnit induksiyasi. $B_X = 1{,}0 - 1{,}5\ TL$;

G - Magnit o‘zak o g‘irligi (kg)

Transformator magnit isroflari salt ishlash tajribasi orqali kuchlanish o‘zgarmaganda salt ish quvvatini aniqlash orqali.

Shunday qilib tarmoqdan birlamchi chulg‘amga berilayotgan energiyani bir qismi elektr isrof $P_{э1}$ ko‘rinishda birlamchi chulg‘amda isrof bo‘ladi, o‘zgaruvchan magnit oqim transformatormagnit o‘zagida $P_{эм}$ magnit isroflarni keltirib chiqaradi, qolgan quvvat elektromagnit quvvat kuvvat ko‘rinishda ikkinchi chulg‘amga o‘tkaziladi $P_{ЭМ} = P_{э1} - P_{э2} - P_M$, bunda bir qism energiya elektr $P_{э2}$ isrofga sarf bo‘ladi va yuklamaga quyidagi ko‘rinishda quvvat beriladi.

$$P_2 = P_1 - \sum P, \text{ bunda } \sum P = P_{э1} + P_{э2} + P_M \quad (5)$$

Foydali ish koeffisenti- bu ikkinchi chulg‘amdan yuklamaga berilayotgan P_2 quvvatni tarmoqdan birlamchi chulg‘amga berilayotgan P_1 quvvatga nisbati.

$$\eta = P_2/P_1 = \left(P_1 - \sum P/P_1\right) = 1 - \sum P/P_1 . \quad (6)$$

$P_2 = P_0 + \beta_2 P_{KT}$. transformator salt ishlashi va yuklama ostida ishlashida sarf bo‘ladigan quvvat isrofi.

Transformator ikkilamchi chulg‘amining chiqish joyidagi aktiv quvvat (Vt)

$$P_2 = \sqrt{3}U_2 I_2 \cos\varphi_2 = \beta * S_{nom} \cos\varphi_2 , \quad (7)$$

$S_{nom} = \sqrt{3}U_{2N} I_{2N}$ - transformator nominal quvvati (BA),

U_{2N}, I_{2N} – kuchlanish va tokning liniya qiymatlari.

Agar transformatorga berilayotgan quvvatni quyidagicha yozsak,

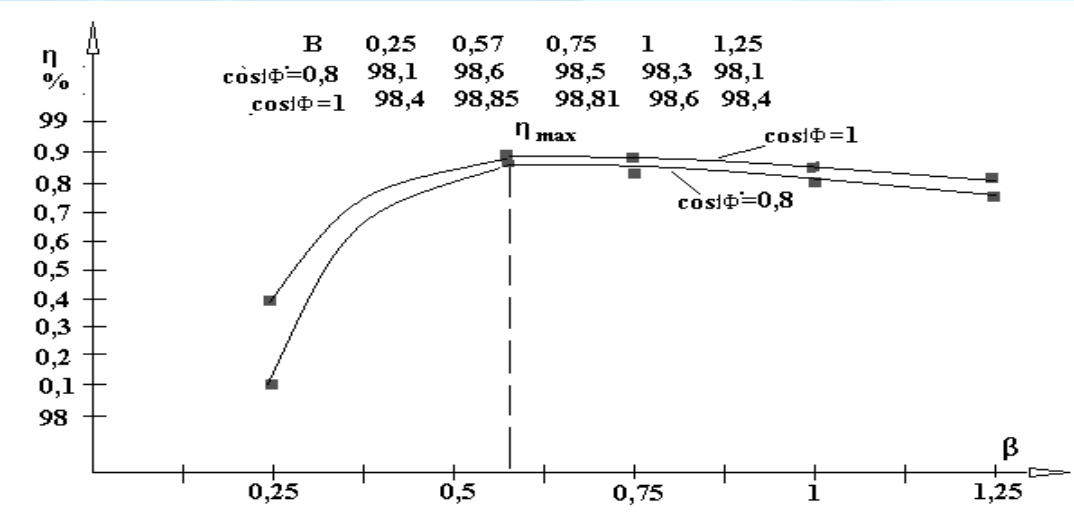
$$P_1 = P_2 + \sum P \quad (8)$$

Uning foydali ish koeffisentini hisoblash ifodasini hosil qilamiz

$$\eta = P_2/P_1 = \frac{\beta * S_{nom} \cos\varphi_2}{\beta * S_{nom} \cos\varphi_2 + P_0 + \beta^2 P_K} \quad (9)$$

Ifodadan ko‘rinmoqdaki transformator F.I.K. transformator yuklamasi ($\cos\varphi_2$) xarakteriga, yuklanish (β), miqdoriga bog‘liq.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Transformator F.I.K. yuklamaga bog‘liqlik grafigi.

Grafikdan ko‘rinib turibdiki F.I.K. maksimal qiymatiga elektr va magnit isroflar teng bo‘lganda erishiladi.

$$P_0 = \beta^2 / P_K$$

Bundan yuklanish koeffisentini aniqlasak

$$\beta' = \sqrt{P_0 / P_K} \qquad (10)$$

Odatda transformator F.I.K. yuklanish koeffisenti $\beta' = 0{,}45 \div 0{,}65$ ga teng bo‘lganda erishiladi.

Transformator F.I.K. maksimal qiymati quyidagi formula orqali topiladi.

$$\eta = \frac{\beta * S_{nom} \cos\varphi_2}{\beta * S_{nom} \cos\varphi_2 + 2P_0} \qquad (11)$$

Salt ish isrofi (o‘zakdagi isroflar); bu isroflar transformator yuklamaga ulanmagan taqdirda ham mavjud bo‘ladi.bu isroflarning vjudgakelishini asosiy sababi o‘zakni o‘ta magnitlanishidir. Birlamchi chulg‘amga o‘zgaruvchan kuchlanish berilganda hosil bo‘lgan magnit maydon oqimi o‘zak bo‘ylab o‘zgarib turishi tufauli gisterezis uchun va uyurma toklari uchun energiya isrofini keltirib chiqaradi.

Gisterezis- magnit o‘zakdagi magnit maydoni magnitlovchi tokning o‘zgarishidan ortda qolishi.

Uyurma toki- o‘zgaruvchan magnit maydon ta’sirida o‘zakda toklarni hosil b o‘lishi, ular o‘zak bo‘ylab harakatlanib qizdiradi va energiya isrofini vjudga keltiradi.

Elektr isroflar(misdagi isroflar)- bu isroflar transformator yuklama ostida ishlaganda vjudga keladi.

Chulg‘amdagi isroflar; elektr isroflarni asosiy qismini tashkil qiladi, chulg‘am qarshiliklari tufayli yuzaga keladi, tok ortishi chulgamni ko‘proq

ISSN 3030-3907

qizishiga olib keladi, Joul-Lens qonuniga muvofiq o‘tkazgichdagi quvvat isrofi tokning kvadratiga bog‘liq.

Qo‘shimcha isroflar: transformatorning turli metal qismlarida vjudga keladigan isroflar magnit maydonini sochilishi tufayli, bu isroflar misdagi isroflarga nisbatan ancha kichik lekin umumiy isrofga o‘z hissasini qo‘shadi.

Transformator samaradorligiga asosiy isroflardan tashqari tasir qiluvchi boshqa omillar.

- Magnit o‘zakni tuzilishi: Uyurma toklarini rftta miqdorda kamaytirish uchun plastinkalar izolyasiya qilinib yi g‘lib, ko‘p seksiyali ko‘rinishda ishlatiladi.

- O‘zak materiali: Gisterezis isrofi kam bo‘lgan zamonaviy materiallarni qo‘llash orqali salt ish isrofi kamaytiriladi.

- Chulg‘am materiali: kichik qarshilikka ega o‘tkazgichlarni qo‘llash, mis o‘tkazgichlar yordamida chulg‘amdagi isroflarni kamaytirishga erishiladi.

Transformator yuklamasi: Misdagi isroflar tokning kvadratiga bog‘liq, shuning uchun konkret yuklama uchun transformator quvvatini tanlash bilan o‘ta yuklamadan sodir bo‘ladigan qo‘shimcha isroflar oldi olinadi.

Transformatorning samaradorligini aniqlashda F.I.K. energiya orqali aniqlash tushunchasi ham mavjud, bunda yil davomida iste’molchiga etkazib berilgan energiya W_2 (kVt-s)ni, shu vaqt davomida transformator tarmoqdan olgan energiya
W_1 (kVt.-s)ga nisbati $\eta=W_2/W_1$ k o‘rihishda ham izohlash mumkin.

Tadqiqot natijasi. Transformator isroflarini hisoblash - bu samaradorligi va ish rejimini optimallashtirishni baholash uchun topshiriq.

1. Belgilangan davr uchun elektr-energiya isrofi (ΔW_T)

$$\Delta W_T = \Delta W_0 + (\Delta W_{yuk} + \frac{\Delta W_T}{100}) \quad (12)$$

ΔW_0 – belgilangan davr uchun salt ish isrofi kVt

ΔW_{yuk} - nisbiy yuklama isrofi, %.

ΔW_T - transformator t o‘la quvvati, kVA

2. Salt ish isrofi (ΔW_0)

$$\Delta W_0 = \Delta P_0 * T_0 \left(U_1 / U_N \right)^2 ; \quad (13)$$

ΔP_0 – salt ish isrofi quvvati, kVt

T_0 – transformator ish vaqti, s

U_1 – kuchlanishni real qiymati, V

U_N – kuchlanishni nominal qiymati, V

ISSN 3030-3907

3. Nisbiy yuklama isroflari (ΔW_{yuk1})

$$\Delta W_{yuk1} = (\Delta W_{yuk} / \Delta W_T) * 100 \quad (14)$$

ΔW_{yuk} – yuklama isrofi quvvati, kVt.

ΔW_T – transformator t o‘la quvvati, kVA.

Transformator F.I.K.

Transformator foydali ish koeffisenti – bu yuklamaga berilayotgan aktiv quvvatni transformator tarmoqdan olayotgan aktiv quvvati nisbatiga teng. FIK transformatorni yuklanishiga bog‘liq bo‘lib maksimal qiymatiga transformator nominal quvvatining 50 – 70 % erishadi.

$$FIK = (P_{chiq} / P_{kir}) \times 100\% \quad (15)$$

P_{chiq} – transformator chiqish quvvati,

P_{kir} - transformator kirish quvvati,

Xulosa.

Elektr tarmoqlaridada kuchlanishni tasodifan, kutilmaganda uzoq muddatga yoqolishi oldindan aytib b o‘lmas salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin.

Shuning uchun iste’molchilarni uzluksiz, ishonchli va mustahkam elektr energiya bilan taminlash har doim ham dolbzarb muammo sanalgan.

Elektr tarmoqlarida o‘rnatilgan kuch transformatorlari uzluksiz sifatli elektr energiya bilan taminlashda asosiy muhim o‘rinda turishi inobatga olinsa ularning ish samaradorligi katta ahamiyatga ega.

Transformatorlarda energiya isroflarini turlari va ularni kelib chiqish sabablarini o‘rganish bilan bu isroflarni kamaytirish usullarini aniqlash orqali transformatorlarni samarador ishlashi uchun ularning ish rejimlari optimallashtiriladi. Isroflarni kamaytirish bilan nafaqat resurslar iqtisod qilinadi balki atrof - muhitga salbiy ta’sirni ham kamaytirishga erishamiz.

Zamonaviy materiallarni qo‘llash, transformator magnit tizimi tuzilishini optimallashtirish va transformatorni to‘g‘ri tanlash bilan ham transformatorni samaradorligi va ishonchli ishlashi taminlanadi.

ADABIYOTLAR.

1. Салимов Ж.С., ПирматовН .Б., БекчановБ.Э. Трансформаторлар ва автотрансформаторлар. Техника олий укув юртлари учун укув кулланма. «VEKTOR-PRESS» нашриёти. 1(69)

2. Кацман.М.М. Электрические машины; учебник для студ. 12-е изд.Академия 2013-496с.

ISSN 3030-3907

3. Умар Иброҳимов. Электр машиналари. Тошкент «Уқитувчи», «Зиё Ношир» КШК, 2001. 2(84) науки и практики,4,3,155-159,2018,Издательский центр «Наука и практика»
4. Эгамов, Дилмурод Абдураимович; Узаков, Рахмонжон; Бойхонов, Зайлобиддин Уразали; ,"Способы обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей, имеющих одну систему шин 6-10 кВ и два независимых источника питания 6-10 кВ",Бюллетень г."
5. Эгамов.Д.А. Собиров.; Разработка структурной схемы «мобильного авр 04 кв»,universum: технические науки,,4(85),"93,94,95",2021,"© ооо «мцно», 2021
6. Parpiev, Oybek Bakhtiyorjonogli; Egamov, Dilmurod Abduraimovich; Information on synchronous generators and motors,Asian Journal of Multidimensional Research,10,9,441-445,2021,TRANS Asian Research Journals

ISSN 3030-3907

РАСЧЕТ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКИ ОБРАБОТАННОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА ПО КРИТЕРИЮ ИЗНОСА

Холмирзаев Жасурбек Юлдашбоевич

Андижанский государственный технический институт, кафедра альтернативных источников энергии

Аннотация: В статье изучены срок службы и долговечность зубчатых колес, имеющее в своем составе цементированное колесо и шестерню, подвергнутую ионному азотированию, имеет более длительный технический ресурс, чем зубчатая передача, состоящая только из цементированных деталей. а так же рассмотрены вопросы долговечности у азотированной шестерни которые в три раза выше, чем у цементированной, В результате исследование анализирована что, в приповерхностных слоях помимо нитридов железа образуются специальные нитриды с участием легирующих элементов стали, в частности хрома и молибдена

Ключевые слова: зубчатые колеса, эксплуатация, техническое состояния, износ, ремонт, капитально, долговечность, ресурс, списания, статистическая, оценки, вероятность, показатели, надежность, вероятность, аналитических расчет.

Annotatsiya: Ushbu maqolada viteslarning xizmat qilish muddati va chidamliligi ko‘rib chiqiladi. Ion bilan azotlangan tishli vites va tishli tishli vites faqat qattiqlashtirilgan qismlardan tashkil topgan tishli uzatmalarga qaraganda uzoqroq texnik xizmat muddatiga ega. Nitridlangan tishli uzatmaning chidamliligi ham tekshiriladi, ya'ni korpusli qattiqlashtirilgan tishli uzatmalarga qaraganda uch barobar uzunroqdir. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, temir nitridlaridan tashqari, po‘latning qotishma elementlari, xususan, xrom va molibden ishtirokida sirtga yaqin qatlamlarda maxsus nitridlar hosil bo‘ladi.

Kalit so‘zlar: viteslar, ekspluatatsiya, texnik holat, eskirish, ta'mirlash, kapital ta'mirlash, chidamlilik, resurs, hisobdan chiqarish, statistik, hisob-kitoblar, ehtimollik, ko‘rsatkichlar, ishonchlilik, ehtimollik, analitik hisoblash.

Abstract: This article examines the service life and durability of gears. A gear consisting of a case-hardened gear and a pinion subjected to ion nitriding has a longer technical life than a gear consisting solely of case-hardened parts. The durability of a nitrided gear, which is three times longer than that of a case-hardened gear, is also examined. The study revealed that, in addition to iron nitrides, special nitrides are formed in the near-surface layers with the participation of alloying elements of steel, particularly chromium and molybdenum.

ISSN 3030-3907

Keywords: gears, operation, technical condition, wear, repair, overhaul, durability, resource, write-offs, statistical, estimates, probability, indicators, reliability, probability, analytical calculation.

Введение

Одним из основных условий, которому должна удовлетворять работа машин и другой техники, является их безотказная работа до предельного состояния в соответствии с техническими условиями эксплуатации в течение заданного периода времени. Для многих неремонтируемых изделий, в частности шестерен зубчатых передач, предельное состояние совпадает с отказом и определяет, по существу, долговечность детали.

Анализ методологии выбора показателей долговечности показывает, что наиболее приемлемый и простой способ выбора -это предварительная классификация изделий, условий их эксплуатации и последствий отказов. В работах [1,2] предложена достаточно общая классификация факторов, обусловливающих выбор показателей долговечности.

Поскольку зубчатые колеса эксплуатируются по фактическому техническому состоянию и являются изнашиваемыми изделиями, не ремонтируемыми капитально, то в соответствии с табл. 1 показателем долговечности для данного типа изделий является средний ресурс изделия до списания ($T_{\text{р.ср.сп}}$). Показатели долговечности представляются в двух определениях: статистических (выборочные оценки) и вероятностных. Поскольку статистические определения показателей получаются в результате испытаний на надежность, статистическая форма представления показателей удобна при экспериментальном исследовании надежности, а вероятностная - при аналитических расчетах. Методику расчета показателей надежности выбирают в соответствии с ГОСТ 27.301-95 «Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения» [3, 4]. В нашем случае используется вероятностный метод расчета типовых деталей машин по критерию износа, так как зубчатые колеса относятся к изнашиваемым изделиям.

Таблица 1

Выбор номенклатуры показателей долговечности

Классификационный признак	Возможность и способ восстановления технического ресурса (срока службы)	
	Не ремонтируемые капитально	Ремонтируемые в разобранном виде

ISSN 3030-3907

Возможные последствие перехода в неработоспособное состояние:	Характер основных процессов определяющих переход изделия в предельное состояние		
Отказ не ведет к катастрофическим	Изнашиваемые	$T_{р.ср.сп}$	$T_{р.ср.кр}$
Предусмотренный способ ограничения длительности эксплуотации	Стареющие	$T_{сп.ср.сп}$	$T_{сп.ср.кр}$
Эксплуатируемые по фактическому	Изнашиваемые и стареющие одно временно	$T_{р.ср.сп}$ $T_{сп.ср.сп}$	$T_{р.ср.кр}$ $T_{сп.ср.кр}$

Примечание:

$T_{р.ср.сп}$ – средний ресурс изделия до списания;

$T_{сп.ср.сп}$ – средний срок службы изделия до списания;

$T_{р.ср.кр}$ - средний ресурс изделия до капитального ремонта;

$T_{сп.ср.кр}$ - средний срок службы изделия до капитального ремонта;

Изнашивание рабочих поверхностей деталей зубчатой передачи приводит к потере геометрии сопряжения и повышению амплитуды переменных нагрузок. Все это нарушает установленный режим работы контактной пары и способствует развитию усталостного разрушения основных элементов зубчатого зацепления, вызывая в конечном счете поломку зубьев. И здесь необходимо учитывать, что даже поломка одного зуба неминуемо влечет за собой разрушение остальных, что нередко определяет надежность и долговечность всего изделия в целом.

Основная часть

Анализ повреждаемости зубчатых колес показывает, что для них преждевременный выход из строя обусловлен, главным образом, процессами, происходящими в поверхностных слоях зубьев. Именно здесь происходит первичное накопление различных объемных и структурных дефектов, способствующих интенсивному изнашиванию и развитию явлений контактной усталости, что резко снижает несущую способность всего изделия в целом. Все это необходимо тщательно учитывать при определении ресурса работы деталей, испытывающих во время эксплуатации различные контактные динамические взаимодействия. Для таких условий применение

ISSN 3030-3907

сталей и сплавов только с объемным упрочнением проблему долговечности в полной мере решить не может [5]. Повышение работоспособности зубчатых колес можно достичь за счет различных способов упрочнения поверхности, при использовании которых происходит не только возрастание твердости приповерхностных слоев, но и формирование в них остаточных напряжений сжатия.

Известно, что для конструкционных улучшаемых сталей чем больше твердость, тем выше сопротивление контактной усталости, причем отношение предела контактной выносливости (σ_{-1}^{k}) при числе циклов нагружения $N = 10^7$ к твердости поверхности (HRC) является постоянной величиной:

$$\sigma_{-1}^{k} = k * HRC, \quad (1)$$

где k - коэффициент, зависящий от твердости и вида упрочняющей поверхностной обработки.

Например, ГОСТ 21354-87 для цементированных (нитроцементированных) сталей с поверхностной твердостью $58 - 62\ HRC$ устанавливает предел контактной выносливости на уровне $23\ HRC$.

Таким образом, долговечность пар трения будет определяться не только правильным выбором материала детали, но и рациональным применением различных технологий, повышающих поверхностную твердость, например путем химико-термической обработки. В процессе химико-термической обработки за счет диффузионного насыщения различными элементами можно в широких пределах изменять химический состав, структуру и свойства поверхностного слоя.

Для оценки изнашивания деталей в ходе эксперимента можно использовать функциональную зависимость вероятности безотказной работы изнашиваемой детали от времени ее работы. Эта зависимость была получена на основе модели формирования постепенного отказа, предложенной А.С. Прониковым [6], основным расчетным параметром которой является скорость изнашивания.

Согласно данной методике процесс изнашивания описывается следующей линейной зависимостью:

$$H = \alpha_0 + vt\ , \quad (2)$$

где H - величина износа в нормальном направлении к поверхности трения, м;

α_0 - начальное отклонение размеров детали, м;

v - скорость изнашивания, м/с;

t - время работы сопряжения, с.

ISSN 3030-3907

Если случайные величины α_0 и v распределены по нормальному закону, то и параметр H для каждого значения t также будет распределен по нормальному закону. В этом случае вероятность безотказной работы сопряжения, соответствующую времени работы t, можно определить по формуле:

$$P(t) = 0{,}5 + \Phi\left(\frac{H_{\text{пр}} - \alpha_0 - v_{\text{ср}}^t}{\sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_v^2 t^2}}\right), \quad (3)$$

где $H_{\text{пр}}$ - предельная величина износа, определяемая или назначенная из соображения нормальной эксплуатации сопряжения;

σ_a - среднее квадратическое отклонение размеров деталей, определяемое по допуску на рассматриваемый размер;

σ_v - среднее квадратическое отклонение скорости изнашивания;

$\Phi\left(\frac{H_{\text{пр}} - \alpha_0 - v_{\text{ср}}^t}{\sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_v^2 t^2}}\right)$ -функция Лапласа.

Расчет по формуле (3) производится из предположения, что зависимость величины износа поверхности детали от времени эксплуатации, без учета периода приработки, является линейной, и наиболее точно характеризует распределение ресурса деталей, длительное время работающих в условиях установившегося режима изнашивания. В качестве расчетной была принята модель абразивного изнашивания, так как в процессе этого вида износа происходит интенсивное разрушение трущихся поверхностей пар трения вследствие микропластических деформаций, микрорезания и других факторов.

Для того чтобы оценить скорость изнашивания контактирующих поверхностей, был проведен расчет контактных параметров. Значение максимального давления в зоне контакта зубьев может быть получено из решения Г. Герца для задачи контакта двух цилиндров с параллельными осями [7]. В случае, если радиус кривизны боковой поверхности одного зуба во много раз больше, чем у другого, то можно рассмотреть случай контакта цилиндра с плоскостью [8].

$$P_m - 0{,}564\sqrt{\frac{N_e}{\theta_t r_{\text{пр}}}}, \quad (4)$$

где P_m - максимальное давление по Герцу, МПа;

N_e - удельная нормальная нагрузка, Н/м;

θ_t - упругая постоянная для случая контакта, м^2/Н;

$r_{\text{пр}}$ - приведенный радиус кривизны, м.

ISSN 3030-3907

В работе, для того, чтобы определить влияние соотношения твердости контактных поверхностей зубчатой передачи на сопротивление износу в условиях контактного нагружения, были использованы зубчатые колеса и шестерни из стали 34ХН1М с модулем m = 5 мм, шириной зубьев b_ω= 25 мм, числом зубьев шестерни z_1= 26 и числом зубьев колеса z_2 = 42, с межосевым расстоянием, равным 169,4 мм.

Для них были выбраны два способа химико-термической обработке, имеющие свои технологические особенности и позволяющие получать в поверхности обрабатываемых деталей упрочненные слои разной твердости и толщины. В одном случае контактную пару подвергали только цементации, в результате чего эффективная толщина диффузионного слоя составила 1-1,2 мм при твердости поверхности на уровне $58-60\ HRC$ и твердости сердцевины зуба на уровне $43-45\ HRC$. А в другом случае зубчатое колесо обрабатывали по первому режиму, а шестерню азотировали в плазме тлеющего разряда. Ионное азотирование проводили на предварительно термически обработанных деталях по режиму улучшения, как после цементации, что позволило также получить твердость сердцевины зуба на уровне $43-45\ HRC$. В результате азотирования в плазме тлеющего разряда общая толщина диффузионного слоя составила 0,3-0,4 мм при твердости поверхности $7172\ HRC$. Распределение твердости по толщине упрочненного слоя исследуемых зубчатых колес представлено на рис.1.

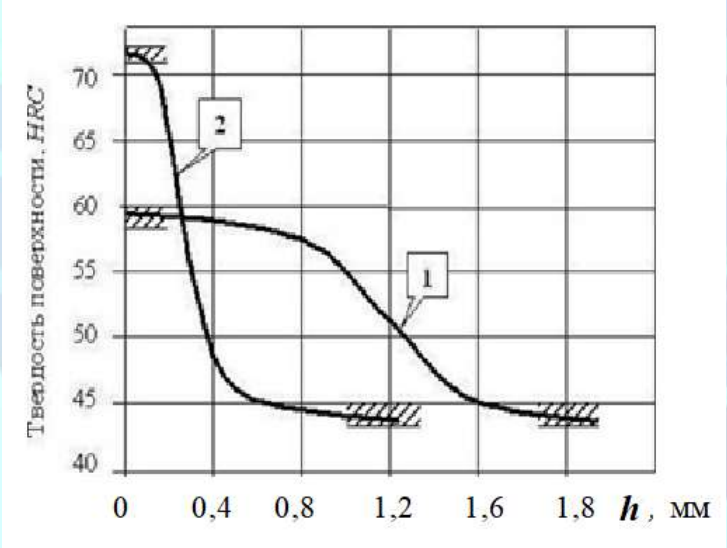


Рис. 1. Распределение твердости по толщине упрочненного слоя: 1 - цементированное зубчатое колесо; 2 - азотированная шестерня.

Механические свойства стали 34ХН1М после объемной упрочняющей термической обработки были исследованы на образцах-свидетелях в условиях статического растяжения при температуре 20°С. Усредненные

ISSN 3030-3907

значения временного сопротивления как для зубчатых колес, так и для шестерен составило $\sigma_b = 925^{\pm 10}$ МПа, а относительное удлинение δ=13-15%. Для расчетов модуль нормальной упругости был принят равным $E = 2 * 10^5$ МПа, а коэффициент Пуассона μ= 0,3, [8].

В качестве экспериментальной установки был использован стенд, в состав которого входят приводной электродвигатель постоянного тока с регулируемой частотой вращения, и два одинаковых одноступенчатых редуктора, валы которых соединены между собой при помощи карданных передач, замыкающих силовой контур, кинематическая схема которого приведена в работе [9]. Характеристики нагружения показаны на рис. 2.

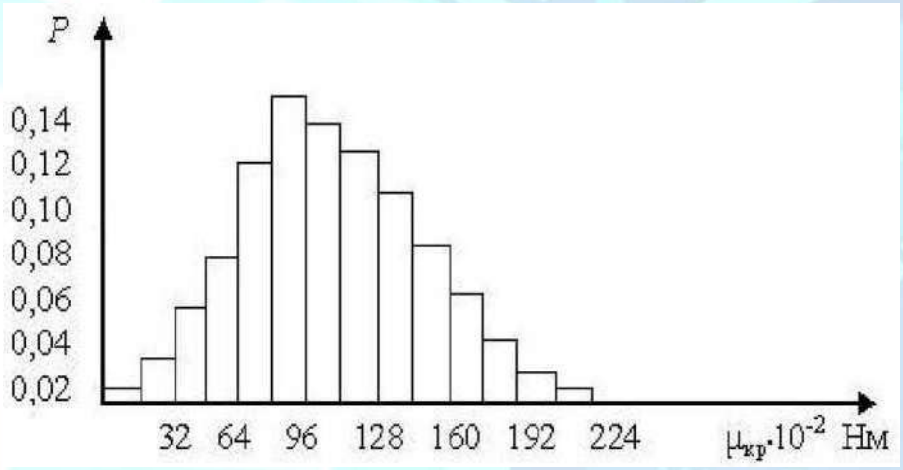


Рис. 2. Гистограмма распределения крутящего момента на шестерне 1 и на шестерне 2 при скорости вращения шестерен 320 об/мин

В ходе расчета было предположено считать износ по рабочему профилю зуба практически равномерным. Такой подход обусловлен равномерным прижатием контактирующих поверхностеё1 й в процессе работы, что позволяет не учитывать изменение геометрии зуба в процессе изнашивания при сравнительно высокой твердости рабочих поверхностей колес. Для расчета принимаем значение удельной нормальной нагрузки N_e = 1,31*10^5 Н/м, значение упругой постоянной θ_ε =9,1*10^{-12} м^2/Н, а значение приведенного радиуса кривизны $r_{пр}$=0,0345 м. Подставив эти значения в формулу (4), определяем среднюю величину максимального давления P_m= 364 Мпа. [10].

Среднее квадратическое отклонение величины давления в контакте зубьев a_p можно определить по рассеянию величины крутящего момента на шестерне, значение которого в соответствии с гистограммой распределения крутящего момента достигает 96 МПа (см. рис. 2). Площадка контакта зубьев представляет собой прямоугольник шириной $2b_H$. Полуширина полоски контакта определяется согласно теории Г. Герца по формуле:

ISSN 3030-3907

$$2b_H = 1{,}128\sqrt{\theta_\varepsilon r_{\text{пр}} N_e}, \quad (5)$$

По результатам расчета получаем значение величины b_H, равное 2,2810^{-4} м.

Скорость изнашивания контактирующих поверхностей при наличии абразивных частиц в смазке зависит от целого ряда факторов, характеризующих кинематические и геометрические параметры сопряжения, механические свойства материалов поверхностей трения и абразивных частиц, а также свойства смазочной среды и другие факторы. Общим для всех методик оценки скорости изнашивания является наличие коэффициентов, определяемых опытным путем при лабораторных испытаниях на образцах, либо по данным эксплуатации реальных узлов трения. Мы воспользовались расчетной формулой, предложенной в работе, и приняли допущение о постоянстве коэффициентов, учитывающих физические процессы в зоне контакта, поскольку контактные поверхности экспериментальных зубчатых колес и шестерен были подвергнуты упрочняющей химико-термической обработке [11]:

$$v = kPv_s, \quad (6)$$

где v - скорость изнашивания, м/с;

k - коэффициент, учитывающий физические процессы в зоне контакта, 1/МПа;

P - давление в зоне контакта, МПа;

v_s - скорость скольжения, м/с.

Среднее значение скорости скольжения v_s, определенное с учетом радиуса кривизны в расчетной точке, выбранной в процессе обследования зубчатых колес, и угловой скорости деталей зубчатой передачи, равно 0,0801 м/с, а среднее квадратическое отклонение a_v скорости скольжения в расчетной точке - 8,310^{-4} м/с. [12].

Величины давления и скорости скольжения являются независимыми, поэтому среднее квадратическое отклонение величины скорости изнашивания можно определить по формуле:

$$\sigma_v^2 = k^2\left(\sigma_p^2\sigma_v^2 + P_m^2\sigma_v^2 + v_s^2\sigma_p^2\right), \quad (7)$$

где k - коэффициент, учитывающий физические процессы в зоне контакта;

σ_p, σ_v- средние квадратичные отклонения величин давления и скорости скольжения;

P_m, v_s- средние значения максимального давления и скорости скольжения.

Обсуждений

ISSN 3030-3907

При прогнозировании надежности на этапе проектирования величина коэффициента k должна входить в число исходных данных. Во время работы при средних режимах в течение 3000 ч износ зубьев цементированной шестерни составил в среднем 0,5 мм, азотированной шестерни - 0,15 мм; зубьев колеса в первой передаче - 0,8 мм, а зубьев колеса во второй передаче - 0,7 мм. Поэтому в качестве среднего значения скорости изнашивания были приняты следующие величины, приведенные в табл. 2.

В процессе расчета было предположено, что коэффициент *k* не зависит от величины давления и скорости скольжения, и его величину определили по средним значениям величин, входящих в формулу (6). Средние квадратические отклонения величины скорости изнашивания определили согласно формуле (7). Полученные значения коэффициента *k* и среднего квадратического отклонения aν представлены в табл. 2.

Таблица 2

Средние значения расчетных параметров

Зубчатое зацепле-ние	Величина износа, мм	Среднее значение скорости изнашивания, м/с	Коэффициент k, 1/Мпа	Среднее квадратиче-ское отклонение
Шестерня 1	0,5	$v_{ср1}$= 4,6*10^{-11}	k_1 = 1,57*10^{-12}	σ_{v1}= 1,2*10^{-11}
Колесо 1	0,8	$v_{ср2}$= 7,4*10^{-11}	k_2= 2,54*10^{-12}	σ_{v2}= 1,9*10^{-11}
Шестерня2	0,15	$v_{ср1}$= = 1,4*10^{-11}	k_1= 0,48*10^{-12}	σ_{v1}= 0,37* 10^{-11}
Колесо 2	0,7	$v_{ср2}$= 6,5*10^{-11}	k_2= 2,22*10^{-12}	σ_{v2}= 1,7*10^{-11}

Величину предельно допустимого износа принимаем согласно техническим условиям $H_{пр}$= 4,710 ^{4} м. Величины среднего значения начального отклонения размеров детали a_0 и среднего квадратичного отклонения a_a погрешности изготовления профилей зубьев определили по допуску на отклонение шага зацепления, и получили значение a_0, равное 0, а значение a_a, равное 4,210^5 м.

Средний ресурс изнашивающейся детали определили по формуле [13]:

$$T_{р.ср.} = \frac{P_{пр} - a_0}{v_{ср}}, \quad (8)$$

Как показали расчеты, средний ресурс шестерни 1 при P(t) = 0,5 составил примерно 3000 ч, зубчатого колеса 1 - примерно 17500 ч, шестерни 2 - примерно 9000 ч, а колеса 2 - примерно 19500 ч. Обобщив результаты, полученные в результате выполненного эксперимента и расчетов, можно

ISSN 3030-3907

представить функциональную зависимость вероятности безотказной работы зубчатых сопряжений по критерию достижения предельного износа от времени эксплуатации в виде графика, приведенного на рис. 3.

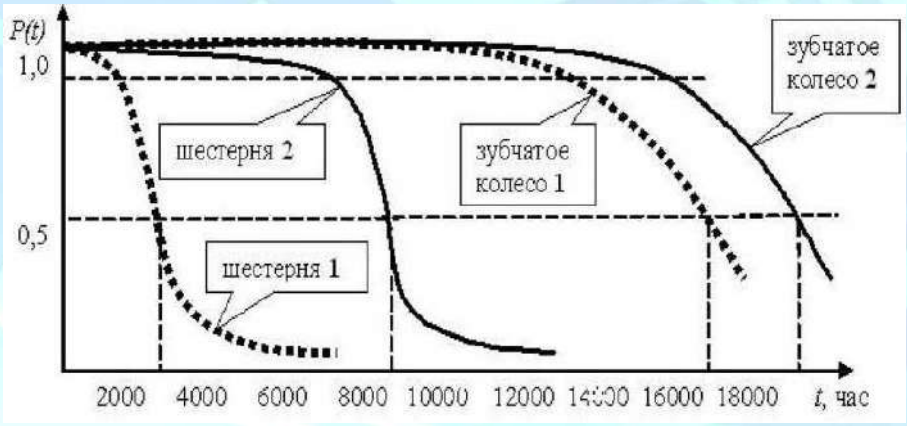


Рис. 3. Функциональная зависимость вероятности безотказной работы зубчатых сопряжений по критерию достижения предельного износа от времени эксплуатации.

Из графика видно, что зубчатое зацепление, имеющее в своем составе цементованное колесо и шестерню, подвергнутую ионному азотированию, имеет более длительный технический ресурс, чем зубчатая передача, состоящая только из цементованных деталей. Следует отметить, что в обеих зубчатых передачах шестерня изнашивается быстрее, нежели зубчатое колесо. При этом долговечность у азотированной шестерни оказалась в три раза выше, чем у цементированной. Это обусловлено тем, что технологические особенности азотирования в плазме тлеющего разряда позволяют на легированной стали 34ХН1М в поверхностном слое на довольно большую глубину за относительно короткое время получить нитридный слой с довольно высокой концентрацией растворенного азота. В результате в приповерхностных слоях помимо нитридов железа образуются специальные нитриды с участием легирующих элементов стали, в частности хрома и молибдена [14,15,16].

Выделяясь в мелкодисперсном виде, эти нитриды комплексно способствуют снижению хрупкости, повышению твердости и износостойкости поверхности, а также резко повышают температурную устойчивость к сохранению твердости поверхностного слоя и сопротивляемость коррозии. За счет хорошей прирабатываемости эти нитридные покрытия уменьшают повреждаемость контактной поверхности не только азотированной шестерни, но и работающего с ней в сопряжении цементированного зубчатого колеса.

Выводы

ISSN 3030-3907

Расчеты показали, что технический ресурс зубчатого колеса, находящегося в паре с шестерней, упрочненной с помощью ионного азотирования, почти на 12% выше ресурса колеса в зубчатой передаче, где обе детали подвергнуты цементации с последующей закалкой и низким отпуском. Таким образом, высокая износостойкость и долговечность пары трения была достигнута с помощью применения таких упрочняющих технологий, как цементация и азотирование в плазме тлеющего разряда. Эти технологии поверхностного упрочнения позволили получить оптимальное сочетание деталей зубчатого зацепления по твердости рабочей поверхности, тем самым значительно повысив ресурс зубчатой передачи в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 27.003-90 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. М.: Изд-во стандартов, 1990.
2. Резиновский А.Я. Методика обоснованного выбора нормируемых показателей надежности // Надежность и контроль качества. 1987. № 9.
3. ГОСТ 27.301 -95 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения. М.: Изд-во стандартов, 1995.
4. Надежность технических систем / Беляев Ю.К. и др. М.: Радио и связь, 1985. 608 с.
5. Гузанов Б.Н. Упрочняющие защитные покрытия в машиностроении. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2003. 242 с.
6. Козловский И.С. Химико-термическая обработка шестерен. М.: Машиностроение, 1970. 232 с.
7. Проников А.С. Параметрическая надежность машин. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002. 560 с.
8. Крагельский И.В. Трение, изнашивание и смазка: справочник. М.: Машиностроение. Кн. 1. 1978. 400 с.
9. Основы расчетов на трение и износ / Крагельский И.В. и др. М.: Машиностроение, 1977. 526 с.
10. Гузанов Б.Н., Большакова М.Ю. Влияние поверхностного упрочнения на надежность и работоспособность зубчатых колес // Вестник машиностроения. 2005. № 9. С. 56 - 59.
11. Методика выбора, нормирование и подтверждение показателей надежности буровых насосов: ТУ - 36_61_81_00 МРН. Екатеринбург, 1998. 31 с.
12. Технология, организация труда, производства и управления. Сер. 8: Передовой производственный опыт в тяжелом и транспортном машиностроении. Вып. 6: Азотирование ответственных деталей тяжелого

ISSN 3030-3907

машиностроения с использованием плазмы тлеющего разряда / Гузанов Б.Н. и др.М., 1986. 32 с.

13. Force analysis of the mechanism for moving materials of high-speed sewing machines Aliyev, S., Kengbaev, S., Safarov, N. E3S Web of Conferences. Series, , 2024, 508, 08022

14. Increasing the performance and service life of the brushes of the cotton gin under conditions of shock-bending loads Saidov, B., Safarov, N., Kabulov, M., Saidov, A. Journal of Physics: Conference Series, 2024, 2697(1), 012012

15. Development of Mathematical Model of Drying the Raw Cotton During Transportation in Pipeline by Hot Air Flow Safarov, N., Mirsultonov, I. AIP Conference Proceedings, 2022, 2647, 030034.

16. Development of Mathematical Model of Drying the Raw Cotton During Transportation in Pipeline by Hot Air Flow Safarov, N., Mirsultonov, I. AIP Conference Proceedings, 2022, 2647, 030034

ISSN 3030-3907

UDK: 62.21474

YUPQA PARDALI FOTOTERMOBATAREYALAR ISHLAB CHIQISHDAGI ASOSIY NOQULAYLIKLAR

Atajonov Muhiddin Odiljonovich

Andijon davlat texnika instituti, Muqobil energiya manbalari kafedrasi dotsenti. Andijon, O‘zbekiston

Email: atajonovmuhiddin80@gmail.com.

Annotatsiya: Fototermobatareyalarni ishlab chiqarish xarajatlari yuqori bo‘lib, ularning ommaviy ishlab chiqarishni xozircha imkoni yo‘q. Toksik elementlardan foydalanish esa qo‘shimcha ekologik standartlar va qayta ishlash texnologiyalarini talab qiladi, bu esa FTBni yanada qimmatlashishiga olib keladi. Hozirgi kunda fototermobatareyalar sohasida qator yechilmagan masalalar mavjud. Masalan: qatlamlar interfeysi (orasi)dagi rekombinatsiya jarayonlari, uzoq muddatli barqarorlikni ta’minlash, hamda foto va termo elementlarning optimal integratsiya sxemasini aniqlash shular jumlasidandir. Bu yo‘nalishdagi tadqiqotlardan olinadigan natijalar kelgusida fototermobatareyalar samaradorligini oshirish va ularni amaliyotga keng joriy etish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: Fotobatareya (CdTe), termobatareya (Bi_2Te_3, Sb_2Te_3), integratsiya sxemasi, samaradorlik, yupqa qatlamli fototermobatareya.

Аннотация: Стоимость производства фототермоэлементов высока, и их массовое производство в настоящее время невозможно. Использование токсичных элементов требует дополнительных экологических стандартов и технологий переработки, что дополнительно увеличивает стоимость ФТБ. В настоящее время в области фототермоэлементов существует ряд нерешенных вопросов. Например, рекомбинационные процессы на границе раздела слоев, обеспечение долговременной стабильности и определение оптимальной схемы интеграции фото- и термоэлементов. Результаты исследований в этой области позволят в будущем повысить эффективность фототермоэлементов и широко внедрить их в практику.

Ключевые слова: Фотоэлемент (CdTe), термоэлемент (Bi_2Te_3, Sb_2Te_3), схема интеграции, эффективность, тонкопленочный фототермоэлемент.

Abstract: The production costs of photothermocells are high, and their mass production is currently not possible. The use of toxic elements requires additional environmental standards and processing technologies, which further increases the cost of FTB. Currently, there are a number of unresolved issues in the field of photothermocells. For example, recombination processes at the interface (between) layers, ensuring long-term stability, and determining the optimal integration scheme of photo and thermal elements. The results of research in this area will

ISSN 3030-3907

allow in the future to increase the efficiency of photothermocells and widely introduce them into practice.

Keywords: Photocell (CdTe), thermal cell (Bi_2Te_3, Sb_2Te_3), integration scheme, efficiency, thin-film photothermocell.

Kirish

Materiallar va uslublar:

Harorat oshishi bilan fotoelektrik samaradorlik pasayishni boshlaydi, bu esa fototermobatareya ishlab chiqishda tabiiy muammoga aylanib qolmoqda [1].

Termoelementlar ortiqcha issiqlikdan energiya olsa-da, ularning η odatda 5–8% dan oshmaydi. Qatlamlar interfeysi (orasi)da elektron va fononlarning rekombinatsiyasi yo‘qotishlarga olib keladi [2-3].

Optimal integratsiya sxemasida, qaysi tartibda qo‘shish (Glass/EVA/PV/EVA/TE/Tedler) samaraliroq ekanini aniqlash orqali amalga oshiriladi [4]. Yupqa pardali fotoelektrik elementlar (CdTe) va termoelementlar (Bi_2Te_3, Sb_2Te_3) birlashtirilganda fototermobatareya hosil bo‘ladi. CdTe yupqa pardali elementlari odatda $\eta = 17-22\%$ samaradorlikka ega (yoqori laboratoriya namunasi $\eta \approx 22.2\%$ [5-7].

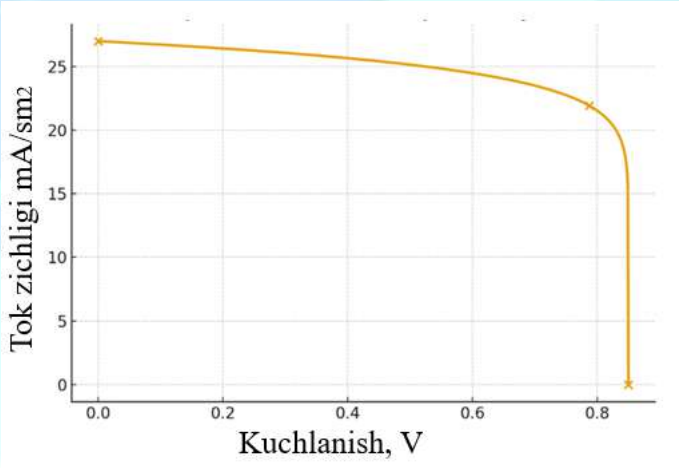
Bi_2Te_3 va Sb_2Te_3 asosidagi termoelementlarda samaradorlik ($ZT \approx 1–1.2$), elektrga aylanishi $\eta \approx 5–8\%$ ni tashkil qiladi [8-10].

Ortiqcha issiqlik (CdTe da foton energiyasining bir qismi issiqlikka aylanadi) termoelement orqali qo‘shimcha elektr ishlab chiqish hususiyatiga egadir [11-14]. Olimlar hisoblariga ko‘ra erishiladigan samaradorlik, oddiy CdTe paneli: $\eta \sim 18-20\%$, gibrid tizimda esa, CdTe + Bi_2Te_3/Sb_2Te_3 qo‘shimcha $\eta \approx 2-4\%$ qo‘shilishi mumkin. Umumiy olganda $\eta \approx 23–26\%$ ga atrofida bo‘lishi mumkin [15].

Natija va munozara: CdTe elementlari va Bi_2Te_3 asosidagi termoelektrik modul qo‘shilganda, $\eta \approx 30\%$ ga yaqin yaxshilanishi qayd etilgan (Zhang va boshqalar., *Journal of Materiomics*, 2019) [3, 16].

Ushbu natijani quyidagi 1-grafik orqali ko‘rishimiz mumkin.

ISSN 3030-3907



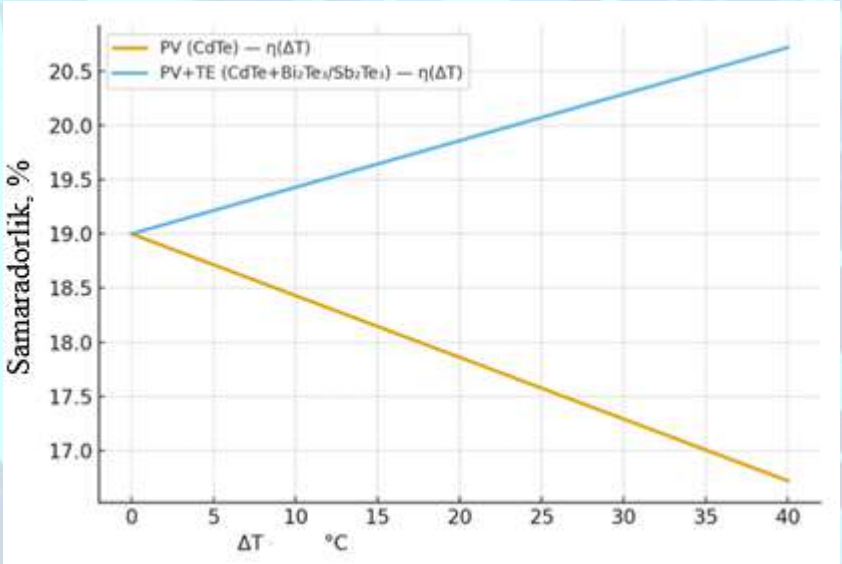
1-grafik. Yupqa pardali CdTe fotobatareyaning tok-kuchlanish grafigi.

Ushbu grafikda CdTe JV ning qiyosiy representative parametrlarda (Voc≈0.85 V, Jsc≈27 mA/cm², FF≈0.75) bazaviy η≈**17.3%** chiqdi.

Bu yerda yupqa pardali FTB elementning tok–kuchlanish **qiyasi, gorizontal o‘q (V)** va kuchlanish (volt) egri chiziqlari keltirilgan. Bunda, qiyos nol kuchlanishda (V=0) **eng katta tok JSC ≈ 27 mA/sm²**ni ko‘rsatadi. Kuchlanish maksimal nuqtaga yetganda ya’ni Voc≈0.85 V bo‘lganda, tok nolga tushadi.

MPP (Maximum Power Point) nuqtada; Vm≈0.6 V, Jm≈27 mA/sm² dan kamroq shu yerda maksimal elektr quvvati olinadi va hisoblangan samaradorlik η≈**17.3%** bo‘ldi.

2-grafikda esa samaradorlik η va ΔT — konseptual modeli keltirilgan. Bunda, PV (CdTe) ni harorat oshganda pasayishi va gibrid **PV (CdTe)+TE (Bi_2Te_3/Sb_2Te_3)** ni qo‘shilgandagi hissasi (ΔT=40 °C da ~+4% absolyut) ko‘rsatilgan. Bu grafikda CdTe paneli va gibrid (CdTe+Bi_2Te_3/Sb_2Te_3) fototermobatareyasi taqqoslangan.



2-grafik. Gibrid PV (CdTe)+TE (Bi_2Te_3/Sb_2Te_3) ning samaradorlikka bog‘liqligi grafigi keltirilgan.

ISSN 3030-3907

Masalan, **ΔT=25 °C** da PV≈**17.6%**, PV+TE≈**20.1%** (≈**+2.5% - punkt** qo‘shimcha). **η va ΔT** samaradorlik haroratga bog‘liq.

Gorizontal o‘q (ΔT) – panelning standart test sharoiti (STC)ga nisbatan harorati qancha ko‘tarilgani (°C). **Vertikal o‘q (η)** – samaradorlik (%). PV (CdTe) chizig‘i keltirilgan.

Bunda, harorat ortishi bilan samaradorlik pasayadi. Masalan, ΔT=25 °C da η≈**17.6%**. PV+TE (CdTe+Bi_2Te_3/Sb_2Te_3) chizig‘i

Bu holda CdTe ning fotoelektrik samaradorligi pasaysa-da, ortiqcha issiqlik termoelementlar orqali elektrga aylanadi.

ΔT=25 °C da gibrid η≈**20.1%**, ya’ni oddiy CdTe dan ≈**+2.5%** yuqori ekanligini ko‘rishimiz mumkin.

ΔT=40 °C ga yetganda qo‘shimcha η≈**22.3 %**, ~4% η ortishi mumkin.

Xulosa: Gibrid tizim harorat oshgan sharoitda ham yuqoriroq samaradorlikni saqlab qoladi va CdTening «issiqlikdan yo‘qotish» muammosini qisman hal qiladi. Yupqa pardali CdTe elementlari va termoelementlar (Bi_2Te_3/Sb_2Te_3) ini birlashtirish orqali samaradorlikni 2–4% ga oshirish mumkin ekan. Bu katta qiymat emasdek tuyulishi mumkin, ammo sanoat miqyosida bir necha foiz η o‘sishi juda katta iqtisodiy va energetik samara berishi mumkin ekanligi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Moshwan Raza., Xiao-LeiShi., et al. (2025). Advances and challenges in hybrid photovoltaic–thermoelectric technology. Applied Energy. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.125032.
2. Tang, J., et al. (2023). A review on energy conversion using hybrid photovoltaic–thermoelectric systems. Journal of Power Sources, 562, 232785. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2023.232785.
3. Zhang, Y., et al. (2022). Hybrid Photovoltaic/Thermoelectric Systems for Round-the-Clock Energy Supply. Molecules, 27(21), 7590.
4. Scarpulla, M. A., et al. (2023). CdTe-based thin-film photovoltaics: Recent advances and remaining challenges. Solar Energy Materials & Solar Cells.
5. Segbefia, O. K., et al. (2021). Moisture ingress in photovoltaic modules: A review. Solar Energy, 224, 1238–1258.
6. Kettle, J., et al. (2022). Review of technology-specific degradation in c-Si, CdTe, CIGS, DSC, OPV and PSC PV modules. Progress in Photovoltaics.
7. IEA-PVPS T13 (2017). Assessment of Photovoltaic Module Failures in the Field (Report T13-09:2017).
8. Fthenakis, V. (2020). Sustainability evaluation of CdTe PV: An update. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 124, 109785.

ISSN 3030-3907

9. Curtin, A. M., et al. (2020). CdTe in thin-film photovoltaic cells: Interventions to protect the environment. Heliyon, 6(4), e03706.
10. Snyder, G. J., & Toberer, E. S. (2008). Complex thermoelectric materials. Nature Materials, 7(2), 105–114.
11. Sun, Y., et al. (2023). Performance boost for bismuth telluride thermoelectric devices via diffusion-barrier design. Advanced Science.
12. Chen, M., et al. (2024). Bi_2Te_3-based flexible thermoelectrics: Synthesis, microstructure, performance & flexibility. Materials Today Physics.
13. Mamur, H., et al. (2022). Performance evaluation of Bi_2Te_3-xSex thermoelectrics: A review. Current Applied Materials.
14. Chen, J., et al. (2022). Interfacial thermal resistance: Past, present, and future. Reviews of Modern Physics, 94, 025002.
15. Hopkins, P. E. (2013). Thermal transport across solid interfaces. APL Materials (tutorial).
16. Dintcheva, N. T., et al. (2023). Encapsulant materials and their adoption in PV modules: Pros & cons. Sustainability, 15(12), 9453.

ISSN 3030-3907

SILVACO TCAD DA ODDIY KRMENIY ASOSLI QUYOSH ELEMENTINI MODELLASHTIRISH.

Mohira Fozilova

Andijon davlat texnika instituti, Muqobil energiya manbalari kafedrasi stajyor-o‘qituvchisi

Andijon, O‘zbekiston.

E-mail: Fmohira0@gmail.com

Annotatsiya: Quyosh energiyasi - har qanday shaklda energiya ishlab chiqarish uchun quyosh radiatsiyasidan bevosita foydalanishga asoslangan muqobil energiya yo‘nalishi. Quyosh energiyasi qayta tiklanadigan energiya manbasidan foydalanadi va “ekologik toza”, ya’ni foydalanishning faol bosqichida zararli chiqindilar chiqarmaydi. Quyosh panellarida quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirsh uchun quyosh elementi o‘rni muhum xisoblanadi. Mazkur ishda Silvaco TCAD dasturiy majmuasi yordamida kremniy asosli oddiy quyosh elementi modellashtirildi. Quyosh elementining asosiy fizik xususiyatlari – yoritilgan va qorong‘u sharoitdagi volt-amper (VAX) va volt-vatt (VVX) xarakteristikalarini olish, shuningdek, samaradorlik ko‘rsatkichlarini aniqlash ko‘zda tutilgan. TCAD muhiti orqali yarimo‘tkazgichning qatlam qalinligi, dopant konsentratsiyasi, kontakt materiallari va chegaraviy shartlar o‘zgartirilib, ularning fotoelektrik parametrlariga ta’siri o‘rganildi. Natijada kremniy asosidagi quyosh elementining ish rejimlari raqamli hisoblash asosida tahlil qilinib, nazariy va amaliy tadqiqotlar uchun asos yaratildi. Ushbu modellashtirish usuli real tajribalarni osonlashtiradi hamda yuqori samarali quyosh elementlarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: Silvaco TCAD,quyosh elementi, kremniy, modellashtirish,volt-amper xarakteristika, volt-vatt xarakteristika, quytosh paneli, modellashtirish, tadqiqot.

Аннотация: Солнечная энергия – альтернативный источник энергии, основанный на прямом использовании солнечного излучения для получения энергии в любой форме. Солнечная энергия является возобновляемым источником энергии и является «экологичной», то есть не выделяет вредных веществ в период активного использования. Роль солнечного элемента в солнечных батареях важна для преобразования солнечной энергии в электрическую. В данной работе с помощью программного пакета Silvaco TCAD было проведено моделирование простого кремниевого солнечного элемента. Были получены основные физические характеристики солнечного элемента – вольт-амперные (VAX) и вольт-ваттные (VVX) характеристики в освещенных и темных условиях, а также определены показатели

ISSN 3030-3907

эффективности. С помощью среды TCAD были изменены толщина полупроводникового слоя, концентрация легирующей примеси, контактные материалы и граничные условия, а также изучено их влияние на фотоэлектрические параметры. В результате был проведен анализ режимов работы кремниевого солнечного элемента на основе численных расчетов, что создало основу для теоретических и практических исследований. Данный метод моделирования облегчает проведение реальных экспериментов и необходим для разработки высокоэффективных солнечных элементов.
Ключевые слова: Silvaco TCAD, солнечный элемент, кремний, моделирование, вольт-амперная характеристика, вольт-ваттная характеристика, солнечная панель, моделирование, исследование.
Annotation: Solar energy is an alternative energy source based on the direct use of solar radiation to generate energy in any form. Solar energy uses a renewable energy source and is “environmentally friendly”, that is, it does not emit harmful emissions during the active phase of use. The role of the solar cell in solar panels is crucial for converting solar energy into electrical energy. In this work, a simple silicon-based solar cell was modeled using the Silvaco TCAD software package. The main physical properties of the solar cell were obtained - volt-ampere (VAX) and volt-watt (VVX) characteristics in illuminated and dark conditions, as well as determining efficiency indicators. Using the TCAD environment, the semiconductor layer thickness, dopant concentration, contact materials and boundary conditions were changed and their effect on the photovoltaic parameters was studied. As a result, the operating modes of the silicon-based solar cell were analyzed based on numerical calculations, creating a basis for theoretical and practical research. This modeling method facilitates real experiments and is of great importance in the development of highly efficient solar cells.
Key words: Silvaco TCAD, solar cell, silicon, modeling, volt-ampere characteristic, volt-watt characteristic, solar panel, modeling, research.

Kirish

Bugungi kunda energiyaga bo‘lgan talabning ortib borishi va ekologik muammolarning keskinlashuvi fonida qayta tiklanuvchi energiya manbalariga bo‘lgan qiziqish jadal sur’atlar bilan o‘smoqda. Xususan, quyosh energiyasi xavfsizligi, sofligi va amaliy samaradorligi tufayli muqobil manba sifatida alohida e’tibor qozonmoqda. Quyosh elementlari (fotoelementlar) ushbu energiya manbasini bevosita elektr energiyasiga aylantiruvchi asboblar bo‘lib, ularning samaradorligini oshirish va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish ilmiy izlanishlarning asosiy yo‘nalishlaridan biriga aylangan.

ISSN 3030-3907

Kremniy (Si) materiali o‘zining mo‘l-ko‘lligi, ekologik tozaligi va yaxshi fotoelektrik xossalari sababli tijorat maqsadlarida eng keng qo‘llaniladigan fotoelement materiali hisoblanadi. An’anaviy p–n o‘tishli kremniy quyosh elementlari ko‘p yillardan buyon sanoatda qo‘llanib kelinmoqda, biroq ularning samaradorligini oshirish, ishlab chiqarish jarayonlarini soddalashtirish va optimallashtirish zarurati mavjud. Bunda yarimo‘tkazgich qurilmalari fizikasi asosida raqamli modellashtirish yondashuvlari muhim ahamiyat kasb etadi. Silvaco TCAD dasturiy majmuasi — yarimo‘tkazgich qurilmalarni fizik asosda modellashtirish uchun keng imkoniyatlarga ega bo‘lgan zamonaviy vosita hisoblanadi. Ushbu dastur orqali quyosh elementining ichki fizik jarayonlarini, xususan, yoritilgan sharoitda tashuvchilar generatsiyasi, rekombinatsiyasi, oqim–kuchlanish xususiyatlari va samaradorlik parametrlarini tahlil qilish imkoniyati mavjud.

Mazkur maqolada Silvaco ATLAS moduli yordamida oddiy p–n kremniy asosli quyosh elementi strukturasi modellashtirildi. Qurilma geometriyasi, doping profili va yoritish shartlari belgilandi hamda natijaviy fotovoltaik parametrlar (Jsc, Voc, FF, Eff) baholandi. Olingan natijalar kremniy fotoelementlarining dizaynini optimallashtirishda muhim yo‘l-yo‘riqlar beradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR

Silvaco ATLAS dasturida o‘tkazilgan modellashtirish natijasida p–n kremniy asosli quyosh elementining fotovoltaik parametrlari va fizik jarayonlari haqida aniq ma’lumotlar olindi. Rasm 12 da quyosh elementi bo‘ylab fotogeneratsiya tezligining taqsimoti ko‘rsatilgan. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, yorug‘lik ta’sirida eng ko‘p tashuvchilar generatsiyasi n–p o‘tish yaqinida sodir bo‘ladi. Bu esa fotoaktiv hudud sifatida aynan shu sohaga asosiy e’tibor qaratish zarurligini ko‘rsatadi.

Simulyatsiya natijalari quyidagi asosiy fotovoltaik parametrlar bilan yakunlandi:

- Ochilish kuchlanishi (Voc): 0.61 V
- Qisqa tutashuv toki (Jsc): 32.5 mA/cm²
- To‘ldirish faktori (FF): 78.3 %
- Foydali ish koeffitsienti (Eff): 15.6 %

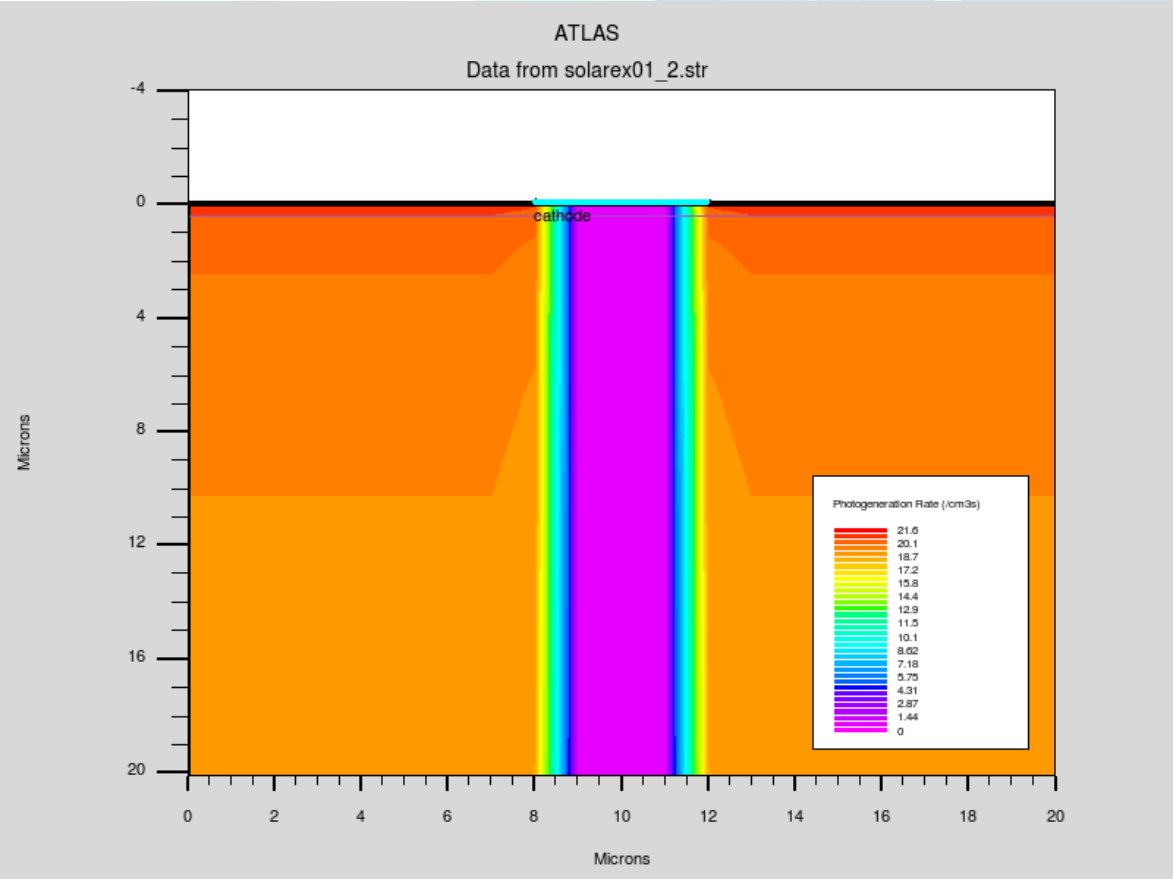
Bu ko‘rsatkichlar kremniy asosidagi oddiy strukturali fotoelement uchun maqbul darajada hisoblanadi. Ayniqsa, yoritish sharoitlari, qatlam qalinligi va doping konsentratsiyasining to‘g‘ri tanlanishi samaradorlikni belgilovchi asosiy omillar ekanligi tasdiqlandi.

NATIJALAR.

Quyosh elementini modellashtirishda ikki xil uslubdan foydalanish mumkin, birinchisis ATHENA yordamida strukturani deyarli real ishlab chiqarish protseslari

ISSN 3030-3907

orqali va ikkinchisi ATLAS da tayyor strukturaning geomtrik modelini chizish orqali hosil qilish mumkin. Biz ushbu dissertatsiyada asosan quyosh elementlari yuzasining morfologiyasini tadqiq qilayotganimiz uchun ishlab chiqarish jarayonini hisobga olmasdan ATLAS yordamida faqat geomtrik strukturani hosil qildik. Oddiy quyosh elementining qatlamlardagi fotogeneratsiya (rasm 12) miqdorini aniqlash uchun TMM dan foydalandik. Quyosh elementining strukturasini yaratish jarayonida y o‘qqa nsibatan simmetrik ko‘chirish amalga oshirildi. SHuning uchun quyosh elementining kontakti oldi yuzaning o‘rta qismida hosil bo‘ldi. Kontakt joylashgan soxa soya soxa bo‘lib, ushbu soxada deyarli fotogeneratsiya deyarli mavjud emas. Shuning uchun ham quyosh elementining foydali ish koeffitsienti pasayadi. Qolgan saoxalarda yorug‘likning tushi o‘qi Y bo‘yicha fotoegenratsiya miqdori kamayib brogan. Nurning eng katta qismi quyosh elementining yuza soxasida yutilgan. Burger lamber qonuniga ko‘ra ham quyosh elementida yutilayotgan yorug‘lik intensivligi qalinlikka bog‘liq ravishda eksponensial kamayadi. Demak bizning modellashtirish orqali olgan natijamiz fundamental nazariyani qoniqtiradi. Ushbu modelda quyosh elementining kengligi 20 mkm, emitter qatlam qalinligi 500 nm va baza qalinligi 19.5 mkm, katod kengligi 4 mkm deb olindi.



1-Rasm. Fotogeneratsiya tezligining quyosh elementi bo‘ylab taqsimoti.

Muhokama

ISSN 3030-3907

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, Silvaco TCAD dasturi yordamida oddiy kremniy asosli quyosh elementini modellashtirish orqali real fizik jarayonlar aniq aks ettirilishi mumkin. Natijalarning amaliy tajriba bilan yaxshi mos tushishi, ayniqsa, p–n o‘tishdagi tashuvchilar generatsiyasi va tok zichligining taqsimoti – modellashtirish ishonchliligini ko‘rsatadi.

Bundan tashqari, fotogeneratsiya tezligining taqsimoti bo‘yicha grafiklar optimal qatlam qalinligi va kontaktlarning joylashuvi to‘g‘risida muhim tavsiyalar beradi. Agar yuqori generatsiyaga ega sohalarda tashuvchi yo‘qotilishlari kamaytirilsa, umumiy samaradorlikni oshirish mumkin. Shuningdek, boshqa fizik modellar (masalan, SRH, Auger) qo‘llanilgani simulyatsiyani real shartlarga yaqinlashtirdi.

Kelgusida ushbu yondashuv asosida boshqa yarimo‘tkazgich materiallar, masalan, SiC, GaAs yoki tandem tuzilmalar modellashtirilsa, quyosh elementlarining yanada samarali variantlari ishlab chiqilishi mumkin.

Xulosa

Mazkur ishda Silvaco TCAD dasturiy majmuasi yordamida oddiy kremniy asosli quyosh elementi modellashtirildi va uning elektrofizik xususiyatlari tahlil qilindi. Modellashtirish jarayonida qatlam qalinligi, dopant konsentratsiyasi, kontaktlarning joylashuvi va chegaraviy shartlar o‘zgartirilib, ular fotoelektrik parametrlariga ta’siri baholandi.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki:

- p–n o‘tish yaqinida tashuvchilar generatsiyasi eng yuqori darajada bo‘lib, samaradorlikka sezilarli ta’sir ko‘rsatadi;
- kontaktlarning joylashuvi va yuzadagi soya effekti quyosh elementining foydali ish koeffitsientini pasaytiruvchi omillardan biri hisoblanadi;
- qatlam qalinligining optimal tanlanishi yorug‘likni samarali yutish va tashuvchilarni to‘liq ajratib olish imkonini beradi.

Umuman olganda, Silvaco TCAD muhiti orqali olingan natijalar nazariy tahlillar bilan mos keladi hamda real tajribalarni soddalashtirish imkonini beradi. Ushbu modellashtirish yondashuvi kremniy asosidagi oddiy fotoelementlarning samaradorligini oshirish bo‘yicha muhim amaliy tavsiyalar beradi.

Kelgusida boshqa yarimo‘tkazgich materiallar (SiC, GaAs va boshqalar) hamda ko‘p qatlamli tandem tuzilmalar asosida modellashtirish ishlarini olib borish, yuqori samarali quyosh elementlarini ishlab chiqishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. P. A. Østergaard, N. Duic, Y. Noorollahi, and S. A. Kalogirou, “Recent advances in renewable energy technology for the energy transition,” *Renewable Energy*, vol. 179, pp. 877–884, Dec. 2021.

ISSN 3030-3907

2. J. W. Nielsen and E. F. Dearborn, “THE GROWTH OF LARGE SINGLE CRYSTALS OF ZINC OXIDE1,” *Journal of Physical Chemistry*, vol. 64, no. 11, pp. 1762–1763, 2002, doi: 10.1021/J100840A503.
3. N. Stem, C. A. S. Ramos, and M. Cid, “Open-circuit voltages: Theoretical and experimental optimizations of rear passivated silicon solar cells using Fz and Cz wafers,” *Solid-State Electronics*, vol. 54, no. 3, pp. 221–225, Mar. 2010, doi: 10.1016/J.SSE.2009.09.002.
4. Y. Gassenbauer *et al.*, “Rear-surface passivation technology for crystalline silicon solar cells: A versatile process for mass production,” *IEEE Journal of Photovoltaics*, vol. 3, no. 1, pp. 125–130, 2013, doi: 10.1109/JPHOTOV.2012.2211338.
5. D. Z. Dimitrov and C. H. Du, “Crystalline silicon solar cells with micro/nano texture,” *Applied Surface Science*, vol. 266, pp. 1–4, Feb. 2013, doi: 10.1016/J.APSUSC.2012.10.081.
6. C. Haase and H. Stiebig, “Thin-film silicon solar cells with efficient periodic light trapping texture,” *Applied Physics Letters*, vol. 91, no. 6, p. 061116, Aug. 2007, doi: 10.1063/1.2768882.
7. T. E. Scheul, E. Khorani, T. Rahman, M. D. B. Charlton, and S. A. Boden, “Wavelength and angle resolved reflectance measurements of pyramidal textures for crystalline silicon photovoltaics,” *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, vol. 28, no. 12, pp. 1248–1257, Dec. 2020, doi: 10.1002/PIP.3319.

ISSN 3030-3907

IMPROVEMENT OF METHODOLOGICAL TRAINING OF FUTURE PHYSICS TEACHERS IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Yo‘lchiyev Mashalbek Erkinovich

Andijan State Technical Institute, Department of Alternative Energy Sources, docent.

Tel: +998901610017,

Email: new_phd_mashalbek@mail.ru

Abstract: The formation of preparation for the training consists of the formation of professional skills, creativity skills in future physics teachers, the development of communication culture, pedagogical technique and technology skills, the formation of the initial potential of teaching skills, teaches students and pupils the secrets of observation, creativity, independent mastering of advanced pedagogical practices, the distribution of attention in the process of reading and teaching, knowledge, skills and qualifications, provides control of mental states.

Keywords: Education, science, new education system, new approaches, pedagogical techniques, observation, creativity, advanced pedagogical experience.

Аннотация: Формирование подготовки к обучению включает в себя формирование профессиональных навыков, творческих способностей у будущих учителей физики, развитие культуры общения, навыков педагогической техники и технологии, формирование начального потенциала педагогического мастерства, обучение студентов и воспитанников секретам наблюдательности, креативности, самостоятельного освоения передовых педагогических практик, распределения внимания в процессе чтения и обучения, знаний, умений и навыков, обеспечение контроля психических состояний.

Ключевые слова: Образование, наука, новая система образования, новые подходы, педагогические технологии, наблюдательность, креативность, передовой педагогический опыт.

Annotatsiya: O‘qitishga tayyorgarlikni rivojlantirish bo‘lajak fizika o‘qituvchilarida kasbiy mahorat va ijodkorlikni rivojlantirish, muloqot madaniyatini, pedagogik texnika va texnologiya ko‘nikmalarini rivojlantirish, boshlang‘ich pedagogik salohiyatni rivojlantirish hamda o‘quvchilarga kuzatuvchanlik, ijodkorlik, ilg‘or pedagogik tajribalarni mustaqil o‘zlashtirish sirlarini o‘rgatish, o‘qish va o‘qish jarayonida diqqatni jamlash, bilim, ko‘nikma, shuningdek, aqliy nazorat qilish qobiliyatini rivojlantirishni o‘z ichiga oladi.

Kalit so‘zlar: Ta'lim, fan, yangi ta'lim tizimi, yangi yondashuvlar, pedagogik texnologiyalar, kuzatish, ijodkorlik, ilg‘or o‘qitish amaliyoti.

ISSN 3030-3907

Based on the meaning of the state policy for the development of education and science and its relevance, it can be explained as follows: firstly, The new education system, changes and new approaches to training a mature generation of personnel, the emergence of modern professional fields and their connection with the conditions of our country; secondly, as a result of socio-economic development, the concept of education has become a separate, independent sphere of human activity from a certain period, transferring the social experience of society to the next stage; thirdly, ***education*** is a set of actions aimed at forming the intellectual and spiritual aspects of a person, ensuring his active and successful participation in the production of society and social, political, cultural, educational life, and means enlightenment and imparting knowledge; fourthly, Science is one of the social institutions of society, a form of social consciousness that reflects the life of nature and society. It combines great scientific potential and creative power, serves to educate a spiritually mature person, and to create a powerful scientific potential in the country [1; p. 50-51].

The education sector, first of all, with primary education. However, the most advanced and experienced teachers should be involved in the primary grades, where the child's worldview, tastes, and potential are formed. Therefore, it is planned to radically reform school education, the secondary specialized education system, and also higher education. [2; p. 36].

Today, education in our Republic has changed radically, that is, different content, different approaches, different attitude, different behavior, high-level pedagogical processes, different pedagogical mentality are recommended:

- the content of education is being enriched with new improved skills and qualifications, actions on information, development of abilities, creative solving of scientific problems, and practices based on innovative technological equipment in educational programs;

- traditional methods of information - oral and written speech are giving way to computer means of teaching, to use a huge telecommunication network;

- An important organizer of the pedagogical process is the focus on the personal orientation of the teacher's contact with future teachers;

- special importance is attached to the spiritual upbringing of the person, the moral image of the person;

- the importance of science in creating innovative pedagogical and information technologies is increasing [3 ; 41-b].

It requires a methodological approach to the content of education in the formation of knowledge, qualifications and skills intended for the professional preparation of future physics teachers in higher educational institutions.

ISSN 3030-3907

Literature, dissertations, monographs on improving the teaching of natural sciences, general professional and specialized sciences, increasing its effectiveness, and using pedagogical and information-communication technologies were analyzed and the necessary conclusions were drawn.

In particular, in the course of our research, we were able to research the sources that serve as the methodological basis for improving the methodological training of future physics teachers as follows:

- legal and normative foundations for ensuring the effectiveness of education, holistic human development, and training of competitive, competent future teaching staff (legislation in the field of youth education and training, PERSONNEL TRAINING , Decrees and Resolutions of the President of the Republic of Uzbekistan, legal and normative documents of the Cabinet of Ministers, relevant ministries, departments, and international organizations on the status of teachers);

- among these are the international scientific ideas of mature methodologists, pedagogues, physicists, psychologists of our country and abroad on ensuring the quality of education and training competent future teachers.

- Based on these methodological ideas, the qualification requirements for the competence of a modern teacher are set out in a number of international and national legal and regulatory documents. In particular, they are set out IN THE RESOLUTION of the President of the Republic of Uzbekistan No. PP-3775 dated June 5, 2018 “ On additional measures to improve the quality of education in higher educational institutions and ensure their active participation in the large-scale reforms being implemented in the country, ” which also serves as the basis for determining the criteria for improving the scientific and methodological training of future physics teachers [4].

Among them:

- supreme education system of modernization dominant directions ;
- management of competence structure and content to know ;
- teaching innovative form , method and of the means the essence understanding and training in the process the application organization and control to do ;
- communicative , psychological , organizational , creative, informative , innovative competence concepts content ;
- advanced education technologies work exit and to practice implementation verb their ways to mark ;
- training projects work output , portfolios shaping and to practice implementation verb processes management ;
- e- learning modules creation and adjective control to do ;

ISSN 3030-3907

- graduation qualified works and master's degree dissertations practice with to tie organization verb ;

-pedagogical practice bases update and programs improvement control to do ;

- supreme education in institutions educational-methodical activity organization verb and development [4; 18-19 p].

Physics bullet physics in the process of shooting We explain the importance of professional orientation for teachers with the following :

- from physics theoretical the gap in knowledge and practical training is easily overcome;
- an opportunity is created to fully master the given knowledge, skills and abilities, which in turn helps to improve the teacher's pedagogical skills;
- in accordance with the pedagogical purpose, it allows to clearly introduce the goals and tasks of teaching subjects of physics in higher education;
- is intended to rationally organize educational content that can satisfy pedagogical needs;
- conditions are created for the formation of methodological skills and qualifications ;
- the path to self-awareness and self-awareness opens up as a true teacher;
- attention to independent education and self-discipline increases;
- in general, it has a positive effect on increasing motivation to study and work;
- is taught self-control and correction of shortcomings;
- they receive intellectual education through creative acquisition of knowledge, skills and abilities, etc. [5 ; 85-p].

Since our republic, as an independent state, has set itself the goal of building a democratic society and becoming one of the most developed countries in the world, this, of course, sets certain tasks for the education system [6 ; p. 11] .

A future physics teacher should know the theoretical science that forms the basis of physics, including fundamental theories, laws of nature, and scientific concepts (based on experimental evidence about the micro- and macrocosm of elementary particles and the electromagnetic field). Physical theories include the laws of conservation, special relativity and theories of gravity, classical and quantum mechanics, solid-state physics and the structure of matter, statistical physics and thermodynamics, nuclear and elementary particle physics, and others.

Pedagogical experiments are conducted in order to evaluate, develop and improve physics teaching. Pedagogical experiment is a specially planned and implemented physics teaching process, which allows observation and analysis of the pedagogical process. Pedagogical experiences and methods are tested and the results are studied. Effective methods are popularized [7; 57-p].

ISSN 3030-3907

The purpose of teaching the courses "General Physics", "Theoretical Physics" and "Methods of Teaching Physics and Astronomy" in higher education institutions is to educate, train and develop future physics teachers. Education is to give future physics teachers an idea of fundamental physical laws, phenomena, concepts, the physical picture of the world, and the tasks of physics teaching methods [8; p. 19].

In the modernization of the educational system, the introduction of innovative, pedagogical and information and communication technology tools into the educational process based on the requirements of the formation of a self-developing person in the higher education system is considered one of the main strategic directions today. [9; 14 -p].

Future physics in their teachers methodical preparation in improvement pedagogy from his achievements effective use to the goal appropriate . Last in years pedagogical of research to practice application about various approaches to the eye is being thrown . Some in cases of the research efficiency about negative thoughts also is reported . Ours in our opinion , actually research to practice implementation verb their ways to illuminate service doer scientific and methodological descriptive of materials work to go out separately need exists .

Conclusion : Thus, the issue of improving the methodological training of future physics teachers is an urgent scientific -methodical problem , comprehensive study of its methodological and scientific-theoretical foundations , comparative analysis, practical implementation of the theoretical ideas advanced on the basis of conclusions and recommendations is the guarantee of the training of teaching personnel in accordance with the requirements of the time .

REFERENCES:

1. Mirziyoyev Sh.M. Critical analysis, strict discipline and personal responsibility should be the daily rule of every leader. Report at the enlarged meeting of the Cabinet of Ministers dedicated to the main results of the socio-economic development of our country in 2016 and the most important priority areas of the economic program for 2017, January 14, 2017. – Tashkent: “Uzbekistan”, 2017. – 104 p.
2. Mirziyoyev Sh.M. Together we will build a free and prosperous, democratic state of Uzbekistan. Speech at the joint session of the chambers of the Oliy Majlis dedicated to the solemn ceremony of assuming the office of the President of the Republic of Uzbekistan / Sh.M.Mirziyoyev. – Tashkent: “Uzbekistan”, 2016. – 56 p.
3. Mirziyoyev Sh.M. The rule of law and ensuring human interests are the key to the country's development and people's well-being. Report at the solemn ceremony

ISSN 3030-3907

dedicated to the 24th anniversary of the adoption of the Constitution of the Republic of Uzbekistan. December 7, 2016 // - Tashkent: "Uzbekistan", 2017. – 48 p.

4. of the President of the Republic of Uzbekistan No. PP-3775 dated June 5, 2018 “On additional measures to improve the quality of education in higher educational institutions and ensure their active participation in the wide-ranging reforms being implemented in the country” // Collection of Legislative Documents of the Republic of Uzbekistan. – Tashkent: 2018. -24 p.

5. Zyazyuna I.A. Basic pedagogical master's degree // Uchebnoe posobie . - M.: Prosveshchenie, 2012. - 302 p.

6. Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan No. PP-1533 dated May 20, 2011 // On measures to strengthen the material and technical base of higher educational institutions and radically improve the quality of training highly qualified specialists. – Tashkent: 2011. -18 p.

7. Karlybaeva G.E. Current problems of improving the methodological training of future physics teachers // Ilim ham jəmiyet, –N ö kis: 2018. -№1. –B. 57–59.

8. Karlybaeva G.E. Ways to improve the effectiveness of the subject of physics teaching methodology // Methodological manual. – Tashkent: “Science and Technology” publishing house, 2014, - 79 p.

9. Abdurazakov M.M. Sovershenstvovanie soderjaniya podgotovki budushchego uchitelya informatiki v usloviyax informatizatsii obrazovaniya: Autoref. diss.ped.nauk. - M., 2007. - 44 p.

ISSN 3030-3907

OVERHAUL OF A TRANSFORMER WITH A SEPARATE ACTIVE PART

O.A.Qosimov
Andijan State Technical Institute
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-5504-6980

Abstract . During the overhaul of a transformer with a separated active part, the technology of repairing the winding and magnetic system and the procedure for subsequent assembly work must be as close as possible to those of the manufacturer of the transformer. During this type of repair, drying and oiling of the active part of the transformer must be carried out. After the overhaul, a set of tests is carried out in accordance with the "Rules for the Operation of Consumer Electrical Equipment" (IEUIQ), on the basis of which a test report is drawn up, which is considered the main document of the repair. During the transfer of the repaired transformer to the customer, an acceptance certificate is drawn up, which indicates all the work performed, and in the special requirements section, descriptions are given regarding the operation of the transformer (parallel operation, symmetrical modes, etc.).

Keywords: Transformers, Coils, Active part, Reactive part, Insulation, Plates, Magnetic system, Parts, drums, straightening device, paper wrapper.

Annotatsiya: Ajratilgan faol qismga ega bo‘lgan transformatorni kapital ta'mirlashda o‘rash va magnit tizimni ta'mirlash texnologiyasi va keyingi yig‘ish ishlarini bajarish tartibi transformator ishlab chiqaruvchisiga imkon qadar yaqin bo‘lishi kerak. Ushbu turdagi ta'mirlash vaqtida transformatorning faol qismini quritish va moylash ishlari amalga oshirilishi kerak. Kapital ta'mirdan so‘ng "Iste'molchi elektr jihozlarini ishlatish qoidalari" (IEUIQ) ga muvofiq bir qator sinovlar o‘tkaziladi, uning asosida ta'mirlashning asosiy hujjati hisoblangan sinov dalolatnomasi tuziladi. Ta'mirlangan transformatorni buyurtmachiga topshirishda barcha bajarilgan ishlarni ko‘rsatadigan qabul qilish dalolatnomasi tuziladi va maxsus talablar bo‘limida transformatorning ishlashi (parallel ishlash, nosimmetrik rejimlar va boshqalar) bo‘yicha tavsiflar beriladi.

Kalit so‘zlar: Transformatorlar, Bobinlar, Faol qism, Reaktiv qism, Izolyatsiya, Plitalar, Magnit tizim, Qismlar, barabanlar, tekislash moslamasi, qog‘oz o‘rami.

Аннотация. При капитальном ремонте трансформатора с отделенной активной частью технология ремонта обмоток и магнитной системы, а также порядок последующих сборочных работ должны быть максимально приближены к принятым на предприятии-изготовителе трансформатора. При данном виде ремонта должны быть проведены сушка и смазка активной части трансформатора. После капитального ремонта проводится комплекс

ISSN 3030-3907

испытаний в соответствии с «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей» (ПЭЭП), на основании которых составляется протокол испытаний, являющийся основным документом ремонта. При передаче отремонтированного трансформатора заказчику составляется акт приемки, в котором указываются все выполненные работы, а в разделе «Особые требования» даются описания, касающиеся эксплуатации трансформатора (параллельная работа, симметричные режимы и т.д.).

Ключевые слова: Трансформаторы, Катушки, Активная часть, Реактивная часть, Изоляция, Пластины, Магнитная система, Детали, Барабаны, Выпрямляющее устройство, Бумажная обёртка.

Introduction

When inspecting the active part of the transformer, its individual elements and details, including the magnetic system, windings, insulation gaps, etc., are measured, drawing up a sketch of the active part of the transformer (Fig. 1). In addition, the results of intermediate tests during the repair of individual parts of the transformer are also entered into the measurement card. In order to avoid errors, it is advisable to compare all dimensions with the general dimensions of the magnetic system during measurement. When identifying defects in the assembled state, the scope of overhaul includes full and partial replacement of windings and main insulation, full and partial re-insulation of the magnetic system plates, restoration or replacement of individual devices, cooling systems, connections, etc. During overhaul, it is necessary to disassemble the active part of the transformer. Before its disassembly, the transformer is sequentially disassembled into parts, as mentioned above. After the upper half is removed from the casing, the windings and insulation are removed. If necessary, the magnetic system is disassembled after the plates are re-insulated. After the transformer is disassembled, the parts and details that require repair and replacement are identified and separated.

ISSN 3030-3907

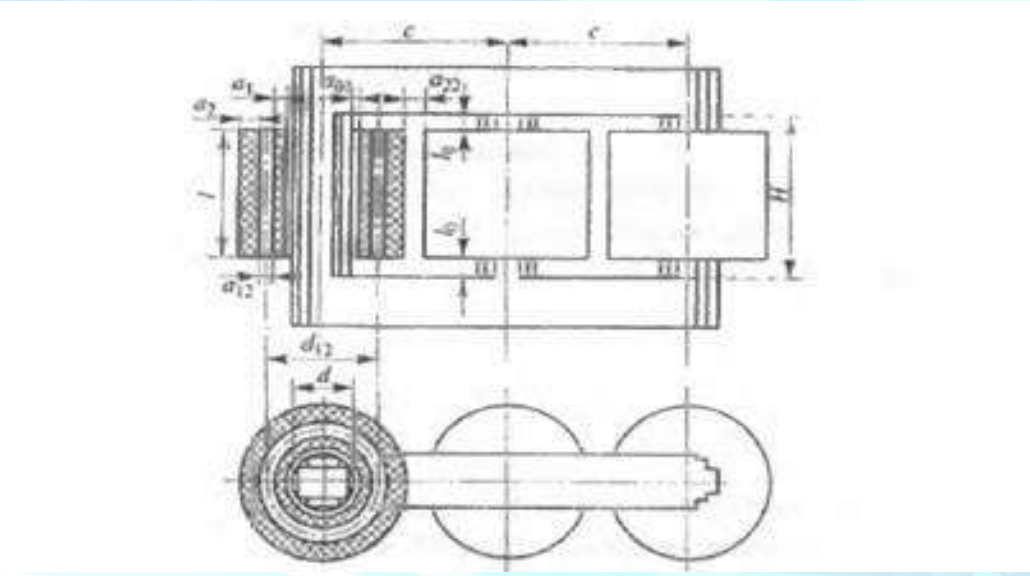


Figure 1. Sketch of the active part of the transformer

Each transformer accepted for repair is assigned repair numbers corresponding to the designation of all disassembled parts used in the repair. Before disassembly, it is determined that the transformer is complete, a separate list of all missing parts is compiled and added to the inspection and disassembly log. The tank is inspected to detect oil leaks, the leaking areas are marked with chalk. Then the condition of the input part is determined. The process of identifying defects in the assembled state also includes preliminary tests to determine the damaged areas and their nature; such damage includes: oil extraction for chemical analysis and determination of the electrical strength of the oil; insulation characteristics. When disassembling the transformer, damage to each detail and part removed from it is determined, and the volume of repairs necessary for further work is determined. Let us consider the sequence of work and technological operations performed from the moment of removing the active part from the tank (for transformers of sizes II and III). When inspecting the active part, the insulation and condition of the winding and connections, the quality of the winding pressing, the absence of deformations and other defects are determined.

The paper insulation is checked for damage and its mechanical strength is conditionally divided into the following characteristics: elastic (category 1 of strength that does not break even when bent twice), hard (category 2 of strength that cracks when bent twice), brittle (category 3 of strength that breaks insulation when bent twice) and rotten (category 4 of strength that breaks when bent at a right angle). At the same time, the condition of the main insulation, the absence of winding deformations and winding displacements are determined. Depending on the structure and the reasons for the appearance of defects, the issue of complete replacement of the winding structure and main insulation is considered. The

ISSN 3030-3907

connections, reconnection, contacts and welding points, tensioning pins and their insulation conditions are inspected, the suitability of the grounding of the magnetic core is checked, the short circuit contour in the magnetic system is determined and measures are taken to eliminate the possibility of its occurrence and are entered into the defect register. If it is necessary to separate the active part, then a sketch of its placement and fastening of the plates is made before separating the connections.

If the scope of repair requires a complete identification of defects, the dimensions of the coil and its parts, individual insulation gaps, dimensions of the insulation cylinders, the number of windings of individual coils, the condition and structure of the internal coil, as well as the condition and structure of all internal insulation (from the coil to the stator and between the coils) are determined. When identifying defects, it is important to determine the size of the conductors and the number of windings of the coil. If there is no technical passport for the transformer, the number of phase windings can be determined using a control winding wrapped in a soft electrical cardboard insulating cylinder over the transformer winding assembly. In order to avoid errors in the separation, a calculation is carried out and the results obtained are compared.

Separation of the active part of transformers

Disassembly of the cover and the joints. Disassembly of the tank cover was discussed above. When inspecting the inlet parts, their reusability is determined. If there is no local damage (burnt, cracked, insulation is pushed), the joints are disassembled (the joint is separated from the insulation with a knife at the point of connection with the hose). If all the joints have good insulation and do not need to be replaced, they are removed together with a frame-shaped timber, which helps to reduce the amount of work during assembly. Before dismantling, the joints are marked (the inlet and re-connector clamps are marked). After or before removing the cover from the active part, the inlet and re-connector branches are disassembled. Removing the upper rope from the stack, dismantling the hose and insulation.

Disassembling the active part begins with removing the hose and the upper rope from the press. The half-beams of the cargo side and the JV side do not have interchangeable properties (Fig. 2), therefore they are marked before dismantling. During the dismantling of the upper half, the quality of the insulation of the upper half and the need for its restoration are determined based on the first plates taken. In most cases, the upper half of the assembly, disassembled into all parts, is placed in a container and sent to the varnishing plant. When the assembly and insulation are disassembled, it is possible to assess the condition of the assembly and, after repairing the damaged areas, make a decision on their use. If the assemblies are not

ISSN 3030-3907

replaced, but only repaired, or are dismantled due to a damaged magnetic core (in the rod or lower half), then the main insulation details are dismantled, inspected, some damage is eliminated and then used.

When a single assembly is damaged, in most cases, all assemblies are dismantled from the rods, since the metal melt and soot formed under the influence of the electric welding arc settle on the entire assembly and insulation. Heavy assemblies are dismantled using special equipment. During repair, this equipment, for example, in transformers of sizes I and II, is in the form of a double-sparking traverse. This allows not only to dismantle the transformer, but also to place it, and transport it in a vehicle (Figure 3).

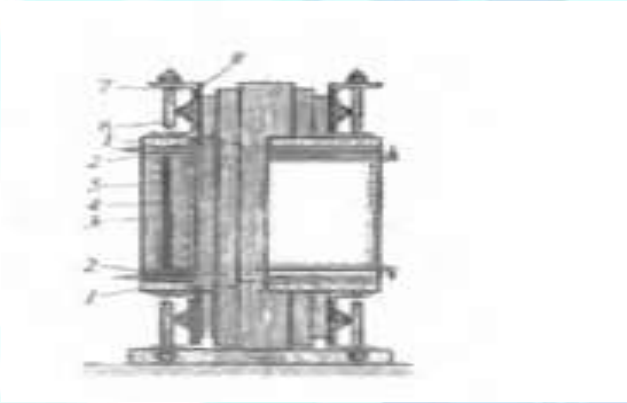


Figure 2 Transformer active part: I- equalizing insulation; 2-half insulation; 3 and 4- Load and PK bushings; 5- insulation cylinders; 6- vertical tensioning pins; 7- top half beam; 8- insulation gasket.

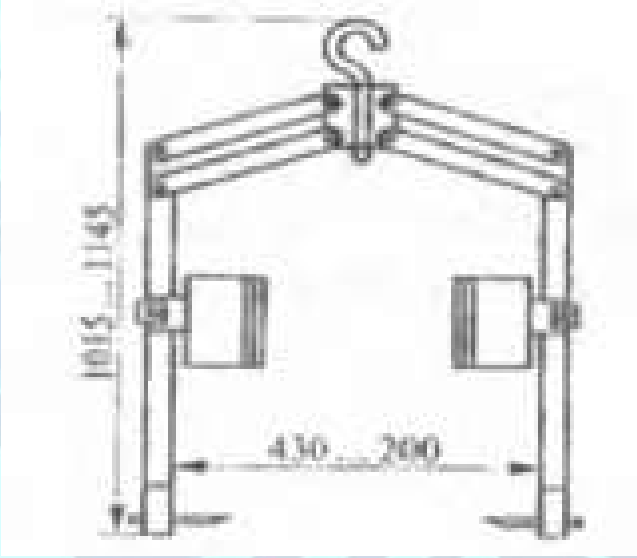


Figure 3. Equipment for stripping transformer coils of sizes I and II.

The stripping device has sliding rubber-coated claws. The claws of the stripping device are inserted into the base of the tap in such a way that they do not pinch the adjacent tap and its insulation. For transformers of sizes IV-VII, the tap stripping device is made with three sparks (with three pulling forces) at an angle of

ISSN 3030-3907

120°C.After the coils are removed, the lower half and balancing insulation, the electrical cardboard cylinder, and the inner coil's hollow cores are removed from the rod. If the coil insulation needs to be replaced due to long-term operation and wear, the wooden parts are also replaced.

Repair of transformer winding. If the insulation is pressed strongly with a hand, it is damaged, in which case it is necessary to make a decision about replacing the winding. In some windings, in case of an emergency, such as a short circuit in which the winding and insulation burn out, only a part of the winding is replaced. During such winding repair, the old insulation is removed from the winding conductor, then it is annealed, straightened and insulated with new insulation. To remove the old insulation from the winding and annealed, the winding is wound into a separate coil (coil) and heated in a closed furnace to a temperature of 500-600°C. During this, the insulation burns out and the internal bending stress of the copper is relieved - it becomes “soft”. To prevent them from getting mixed up during annealing, the coils are tied with wire bandages and mounted on special supports. A mechanical method can also be used to remove the old insulation during repair. In this case, the wire is passed through a device, in which the insulation is cut longitudinally, scraped and cleaned with the help of shovels and straightened. For straightening, the coil is passed through a steel roller system, and then rewound onto a drum with a diameter of 400-500 mm. The ends of the 0' conductor are electrically welded to metal.

The welded area is ground and cleaned with sandpaper, then the conductor is insulated using a special paper winding machine (Fig. 4). Using the pulling device 4, the conductor is pulled from the drum 4 through a straightening device 2, consisting of a system of steel rollers, vertically and horizontally located, and then passed through a paper winder 3 rotating around it, and then wound onto the drum 5. When fully or partially rewinding the coil, the necessary insulating materials and details (paper-Bakelite rings, rails for channels between layers, electrical cardboard track, paper-Bakelite cylinders, side walls, etc.) are prepared in advance. The coil preparation technology must comply with the plant.

After winding, helical and continuous coils have a larger size compared to the calculated shaft size, therefore they are pulled with steel plates and pins, dried and pressed to obtain the required height. The upper plate is covered with a plate (most often in a plate-shaped form), under the influence of which the pipes dry out and the insulation shrinks, and as a result, they are automatically pressed. Between the plates and the pipes, wooden pallets are placed on the sides opposite the sealing columns. In stationary factory conditions, the pipes are dried under vacuum in a

ISSN 3030-3907

special thermo-cabinet, in individual repair - in a closed metal tank heated without vacuum, in a cabinet with an electric heater or with an induction cooker.

After drying, the pipes are additionally pressed for 10-15 hours at 100-105 ° C, the tightening plate stud nuts are tightened evenly until the given size is obtained. To give the coils monolithicity and sufficient mechanical strength, transformer coils of size I and sometimes size II, as well as all layered coils, after drying and subsequent stretching, are dipped in ML-92 varnish and heated to a temperature of 50-70°C before dipping in varnish. The soaking time depends on the coil size, structure and voltage and ranges from 15-40 minutes. When the excess varnish has drained, the soaked coil is placed in a heat-treated oven for 10-12 hours at a temperature of 100-105°C.

To ensure sufficient mechanical strength of the un-soaked and un-treated wire, the wire conductors are pulled, the windings are placed more densely and secured with external rails. After drying, the wire is pressed using a special press and processed as follows: the ends of the rails, wedges and insulating tapes are cut, the conductor passages are knocked out, the wire ends are placed in accordance with the drawing and the rows of gaskets are installed.

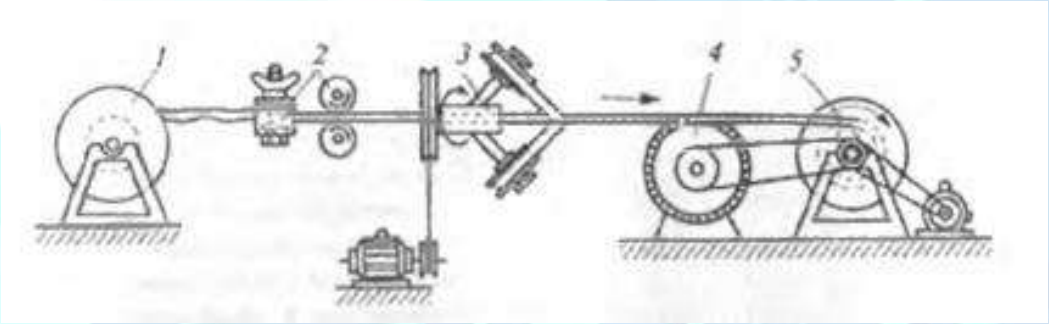


Figure 4. Paper - winding machine: 1 and 5 - drums; 2 - straightening device; 3 - paper-winding machine; 4 - drawing device.

After processing the wire and final pressing, it is pulled with steel frames (Fig. 5). In this way, the whole is transported and stored until installation in the magnetic system.

Repair of the transformer magnetic system. Only after the coil is removed from the magnetic system, it is possible to determine the extent of damage to the magnetic system and the extent of its repair. After the rod and lower half are cleaned of dust and soot, the insulation of the magnetic system plates and the insulation of the half beam and plates are checked for quality and mechanical strength. It is necessary that the varnished plates are not heated, and the varnish film (coating) does not come off under the influence of a blunt object. If there are no signs of damage on the tension pins and the plates of the pole and their insulation is in good condition, the magnetic system is considered suitable for further

ISSN 3030-3907

assembly and operation. If minor damage is detected, the magnetic system is partially repaired without completely removing it.

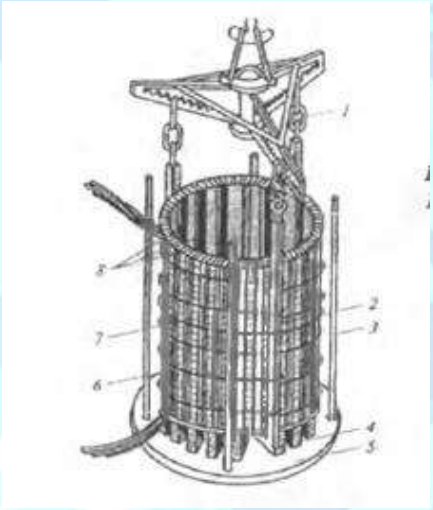


Figure 5. Lifting the sled: 1- traverse; 2- lifting paw; 3- pulling pin; 4- lower support wooden block; S- lower steel plate for pulling the sled; 6- rope for fastening the paw to the sled; 7- sled; 8- vertical rails of the sled.

Complete repair of the magnetic system is a laborious process and includes the following operations: horizontal installation of the magnetic system; dismantling and removal of the stator and lower windings from the stack; separation of the plates into usable ones and repair; manufacture of new plates; assembly and testing of the magnetic system. Dismantling of the magnetic system is carried out in a horizontal position (transformers of sizes III and IV are dismantled on a special metal lathe). Most often, repair of the magnetic system is limited to insulating the upper winding plates. Each winding of the upper winding increases the no-load loss by 5-8% (with full dismantling of the magnetic system, this increase reaches 25%). Therefore, attempts are made to eliminate damage to the magnetic system as much as possible without dismantling it. The old insulation of the plates is removed mechanically (using a moving PoMat brush cleaning machine or manually using a cord tape or brush) or chemically (in a bath heated to 80-90°C with a 10-15% caustic soda solution, then rinsed in hot water and dried in hot air). To remove the paper insulation from the plates, it is steamed in hot water, then dried or burned. The plates are re-insulated in a varnishing device (Fig. 6)

ISSN 3030-3907

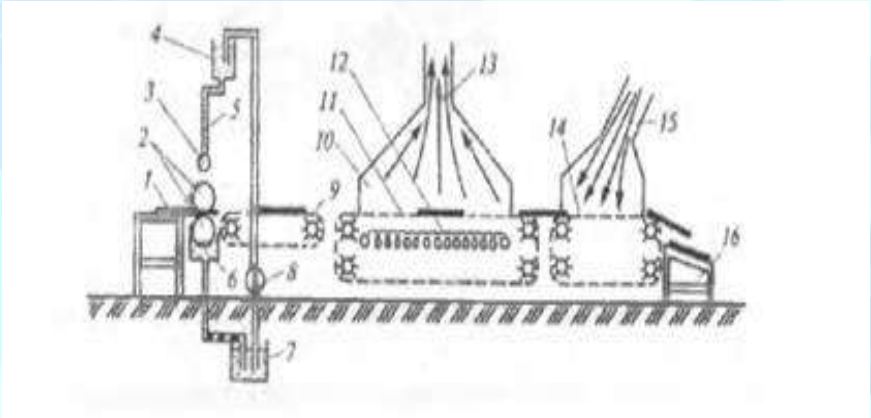


Figure 6. Lacquering device: 1- plate; 2- rubber rotating roller; 3- perforated pipe; 4- waste tank; 5- pipe; 6- bath; 7- tank; 8- pump; 9- conveyor; 10- conveyor; 11- transported workpiece; 12- electric furnace; 13 and 15- pipes; 14- conveyor; 16 - receiving table

After varnishing and tempering, the plates must be completely dark brown and have a flat and smooth surface. During the varnishing process, the thickness of the varnish layer, the electrical resistance of the plate insulation and the composition of the varnish are constantly checked. The plates are placed flat, without warping, without bulges and without one plate protruding above the other. Unevenness and large gaps in the joints are corrected by hitting them with a non-metallic hammer and filling them with fiber during the stacking process. To control the correct placement of the plates, the diagonal distances of the holes (pressing pins) are constantly measured. The thickness of the packages is measured with a caliper, the skewness and verticality of the flange are checked using a right angle meter. When the base (base) is removed during transformer repairs, the rods are replaced with old steel ties and pin pullers, and glass ties are applied using a special mechanism, as shown in Figure 7.

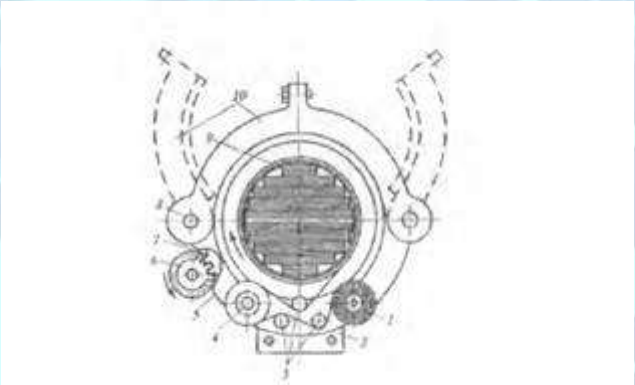


Fig. 7. Glass banding mechanism : 1- glass ribbon roller; 2-pressing beam fixing plate; 3-guide rollers; 4- pulley coupling; 5-steel box ring; 6- gear wheel on the motor shaft; 7- toothed crown washer; 8- finger; 9- rod; 10- separating segment

ISSN 3030-3907

The assembly of the magnetic system requires great care and accuracy, since the plates are not laid out in a mold and the quality of their installation depends on the thoroughness of the work. Each 15-20 mm thick plate package is tapped with a wooden hammer and the correctness of the assembly is checked with a mold. After all the plates are placed in the step packages of the frame, the birch planks and rails are placed in the same order as before (before the frame was dismantled) and temporarily fixed with a keeper tape. Then the magnetic system is pressed with clamps, chain or temporary tape binding. First the frames are pressed, then the halves. After pressing, the temporary pressing devices are removed in turn and permanent bindings are installed. The assembled base (frame) is lifted onto the lifting mechanism and placed in a vertical position. A wooden beam is placed under the base boards and the vertical pressing pins are tightened as before removal. All the pulling pins are tightened for the last time and the insulation resistance of the half-beam and the pins relative to the magnetic system is checked with a megger. If there are no defects, the base is submitted for testing. If the test results are satisfactory, the upper half is removed from the bearing and placed in the pulley.

Conclusion

Disassembly of the cover and the elements. Disassembly of the tank cover was discussed above. When inspecting the inlet parts, it was determined whether they could be reused. After the rods are removed, the lower half and the balancing insulation, the electric cardboard cylinder and the inner rod are removed from the rod. If the rod insulation needs to be replaced due to long-term operation and wear, then the wooden parts are also replaced. After pressing, the temporary pressing devices are removed in turn and permanent bindings are installed. The assembled base (frame) is lifted onto the lifting mechanism and placed in a vertical position. A beam is placed under the support planks and the vertical pressing pins are tightened as before removal. All the pulling pins are pulled one last time and the insulation resistance of the half-beam and pins relative to the magnetic system is measured with a megger. If there are no defects, the base is submitted for testing. If the test results are satisfactory, the upper half is removed from the casing and placed in the casing.

LITERATURE

1. Арипов Н.М. Автоматизация технологических процессов шелко-мотания с применением регулируемых электроприводов. Т. 2000. 72с.

2. Влияние способа снятия ваты-сдира на длину струны и число нитей в сечениях. /Х. Т. Мирхаликов, И. З. Бурнашев //Шелк: Реф. сб. /УзНИИТИ. 1991. N3. с. 20-21.

ISSN 3030-3907

3. Технологические испытания коконорастрясочной машины модели РК-4-01. /И.У.Умаров, //Шелк: Реф. сб. /УзНИИТИ, 1989. N3 с. 19-20.
4. Egamov, Dilmurod, Saydullo Sharobiddinov, Oybek Qosimov, and Dilrabo Olimjonova. "Mobile device for automatic input of reserve of electricity." In AIP Conference Proceedings, vol. 3244, no. 1. AIP Publishing, 2024.
5. Qosimov, Oybek, Shahzod Sayfiyev, Gulrux Sultonova, and Aziz Dauletbayev. "STATISTICAL DYNAMICS AND ACCEPTABLE FILTERS: https://doi. org/10.5281/zenodo. 11256785." International Journal of scientific and Applied Research 1, no. 2 (2024): 204-206.
6. Oybek, Qosimov. "ELIMINATION OF ELECTRICAL ENERGY WASTE IN RESIDENTIAL BUILDINGS OF 10-04 SQUARE METERS." Лучшие интеллектуальные исследования 21, no. 2 (2024): 21-26.
7. Касимов, О. А., & Баходирова, А. (2025). ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АУДИТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ЭНЕРГО-И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 64(2), 27-37.
8. Qosimov, O. A., & Muhriddin, I. (2025). SANOAT KORXONALARINI ENERGIA AUDITI. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 64(1), 400-406.
9. Abdumannon o‘g‘li, Qosimov Oybek, and Ibrohimov Muhriddin Muhammadjon o‘g‘li. "ELECTRICITY SAVING." FORMATION OF PSYCHOLOGY AND PEDAGOGY AS INTERDISCIPLINARY SCIENCES 4.40 (2025): 202-206.
10. Kasimaxunova, A., & Umarova, G. (2023). Issues of Effective Study of Semiconductor Device Properties in Engineering Educational Institutions. Journal of Higher Education Theory and Practice, 23(12). https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i12.6236
11. M.O. Atajonov, S.J. Nimatov, A.I.Rakhmatullaev. «Formalization of the dynamics of the functioning of petrochemical complexes based on the theory of fuzzy sets and fuzzy logic» AIP Conference Proceedings 2552, 050014 (2023); Published Online: 05 January 2023. https://doi.org/10.1063/5.0112403
12. Olimjoniva, D., & Topvoldiyev, N. (2023). ANALYSIS OF HEAT STORAGE CAPACITY OF RESIDENTIAL BUILDINGS. Interpretation and Researches, 1(8). Izvlecheno ot http://interpretationandresearches.uz/index.php/iar/article/view/518
13. Alijanov, D. D., & Topvoldiyev, N. A. (2022). Physical and technical fundamentals of photoelectric solar panels energy. Theoretical & Applied Science, 501-505.

ISSN 3030-3907

14. Donyorbek Dilshodovich Alijanov, ., & Utkirbek Akramjonovich Axmadaliyev, . (2020). The Pecularities Of Automatic Headlights. The American Journal of Applied Sciences, 2(10), 13–16. https://doi.org/10.37547/tajet/Volume02Issue10-03
15. Abbosbek Azizjon-o‘g‘li, A. GORIZONTAL O ‘QLI SHAMOL ENERGETIK QURILMALARINING ZAMONAVIY KONSTRUKSIYAL
16. Sharobiddinov, S., & Mamarasulov, Q. (2023). QUYOSH HAVO ISITISH KOLLEKTORINI ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH. Interpretation and researches, 1(8).
17. ME Yulchiev, AAO Qodirov Electricity Quality And Power Consumption In Low Power (0.4 Kv) Networks, THE AMERICAN JOURNAL OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY (TAJET) SJIF-5.32 DOI-10.37547/tajet
18. Арипов Н. М. Вопросы выбора способа частотного управления асинхронным электроприводом шелкомотания /Сб. материалов междун. меж-вузов. конф. "Теория и методы расчета нелинейных цепей и систем". 30-31. 10. 95. Ташкент. 1995. с.96.
19. Арипов Н.М. Способ управления асинхронным электроприводом и устройство для его осуществления /Предварительный патент IDP №04499, кл.7Н 02 Р 532. опубл. 31.10.2000.

ISSN 3030-3907

KREMNIYLI QUYOSH ELEMENTLARIGA GAMMA NURLANISHINING TA'SIRI

Aliyev Suxrob Raimjonovich
Andijon davlat texnika instituti, Muqobil energiya manbalari kafedrasi dotsenti. Andijon, O'zbekiston
Alijonov Abbosbek Azizjon o'g'li
Andijon davlat texnika instituti, Muqobil energiya manbalari kafedrasi stajyor-tadqiqotchisi. Andijon, O'zbekiston
Email: abbosbekalijonov2@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada kremniyli quyosh elementlariga gamma nurlanishining ta'siri yoritilgan. Bugungi kunda kremniyli quyosh batareyalari eng ko'p qo'llaniladigan energiya manbai hisoblanadi. Kosmik sharoitda, xususan, yuqori energiyali gamma nurlanishlar ushbu elementlarga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Nurlanish natijasida kremniy kristall panjarasida nuqsonlar, elektron-kovak juftlari hosil bo'ladi, bu esa elementlarning samaradorligini pasaytiradi. Shuningdek, gamma nurlanishi kuchlanish (V_oC) va fototok (I_f) kabi elektr parametrlarga ta'sir etib, ularni 15-20% gacha kamaytirishi mumkinligi aniqlangan. Maqolada Co^{60} gamma manbasi yordamida olib borilgan tajribalar natijalari va nurlanishdan so'ng tiklash usullari, jumladan, yuqori haroratda ishlov berish muhimligi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: Kremniyli quyosh elementlari**,** gamma nurlanishi**,** fotovoltaik samaradorlik**,** kristall panjara nuqsonlari**,** elektron-kovak juftlari**,** V_oC va fototok**,** radiatsion ta'sir**,** kosmik nurlanish**,** yuqori haroratda tiklash**,** **Co^{60}** gamma manbasi**.**

Аннотация: В данной статье рассматривается влияние гамма-излучения на кремниевые солнечные элементы. Сегодня кремниевые солнечные элементы являются наиболее широко используемым источником энергии. В космических условиях, в частности, высокоэнергетическое гамма-излучение оказывает существенное воздействие на эти элементы. В результате облучения в кристаллической решетке кремния образуются дефекты и электронно-дырочные пары, что снижает эффективность элементов. Также было обнаружено, что гамма-излучение может влиять на такие электрические параметры, как напряжение (VoC) и фототок (If), снижая их на 15–20%. В статье представлены результаты экспериментов с использованием гамма-источника на основе Co60 и методы восстановления после облучения, включая важность высокотемпературной обработки.

Ключевые слова: Кремниевые солнечные элементы, гамма-излучение, фотоэлектрическая эффективность, дефекты кристаллической решетки, электронно-дырочные пары, VoC и фототок, радиационное воздействие,

ISSN 3030-3907

космическое излучение, высокотемпературное восстановление, гамма-источник на основе Co60.

Abstract: This article discusses the effect of gamma radiation on silicon solar cells. Today, silicon solar cells are the most widely used energy source. In space conditions, in particular, high-energy gamma radiation has a significant effect on these elements. As a result of irradiation, defects and electron-hole pairs are formed in the silicon crystal lattice, which reduces the efficiency of the elements. It has also been found that gamma radiation can affect electrical parameters such as voltage (VoC) and photocurrent (If), reducing them by 15-20%. The article presents the results of experiments using a Co60 gamma source and the methods of recovery after irradiation, including the importance of high-temperature processing.

Keywords: Silicon solar cells, gamma radiation, photovoltaic efficiency, crystal lattice defects, electron-hole pairs, VoC and photocurrent, radiation effect, cosmic radiation, high-temperature recovery, Co60 gamma source.

Kirish

Materiallar va uslublar: Hozirgi vaqtda butun dunyoda kremniyli quyosh batareyalari yordamida energiya ishlab chiqarish eng ko‘p qo‘llaniladigan texnologiyalardan biridir. Kremniyli fotovoltaikaning qo‘llanilishi uchun juda muhim bo‘lgan tashqi omillar mavjud bo‘lib, ularga harorat va radiatsiyaviy nurlanishlar misol bo‘ladi.

Turli xil nurlanish turlarining Si quyosh elementlarida energiya o‘zgartirishiga ta’siri, xususan, kosmosda foydalanish uchun ko‘proq ahamiyatga ega bo‘ladi [1]. Nurlanishlar kremniyli p-n strukturaning turli qismlariga zarrachalarning o‘lchamiga qarab turli xil ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shuning uchun tadqiqotchilar o‘z ilmiy tadqiqot ishlarini nazariy va eksperimental jihatdan turli xil optoelektronik qurilmalarga nurlanishlarni ta’sirini sinab ko‘rishga qaratdilar [2-3].

Radiatsiyaviy nurlanishlarning quyosh elementiga ta’sirini ko‘rmoqchi bo‘lsak, qattiq kristall holatdagi kremniyda nurlanish oqibatida ikkita asosiy turdagi buzilishlar paydo bo‘lishi mumkin, bular: siljish buzilishlar va ionlanish effektlari. Siqilish buzilihilarni ko‘radigan bo‘lsak, bu kristal tugunlaridagi atomlarning muntazam tartiblashgan holatidan harakatlanishi natijasida yuzaga keladigan tartibsizlashgan holatini, ya’ni panjaradagi hosil bo‘lgan nuqsonlarni tushunishimiz mumkin. Ikkinchisi, ya’ni ionlanish effekti kristaldagi elektron-kovak juftlarining paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Bundan tashqari, kremniyning atom soni 14 ga teng bo‘lganligi sababli, kremniy quyosh elementlarining boshqa

ISSN 3030-3907

moddalardan tayyorlangan fotovoltaik qurilmalarga nisbatan tushgan foton energiyasidan kamroq ta’sirlanishi aniqlangan [4].

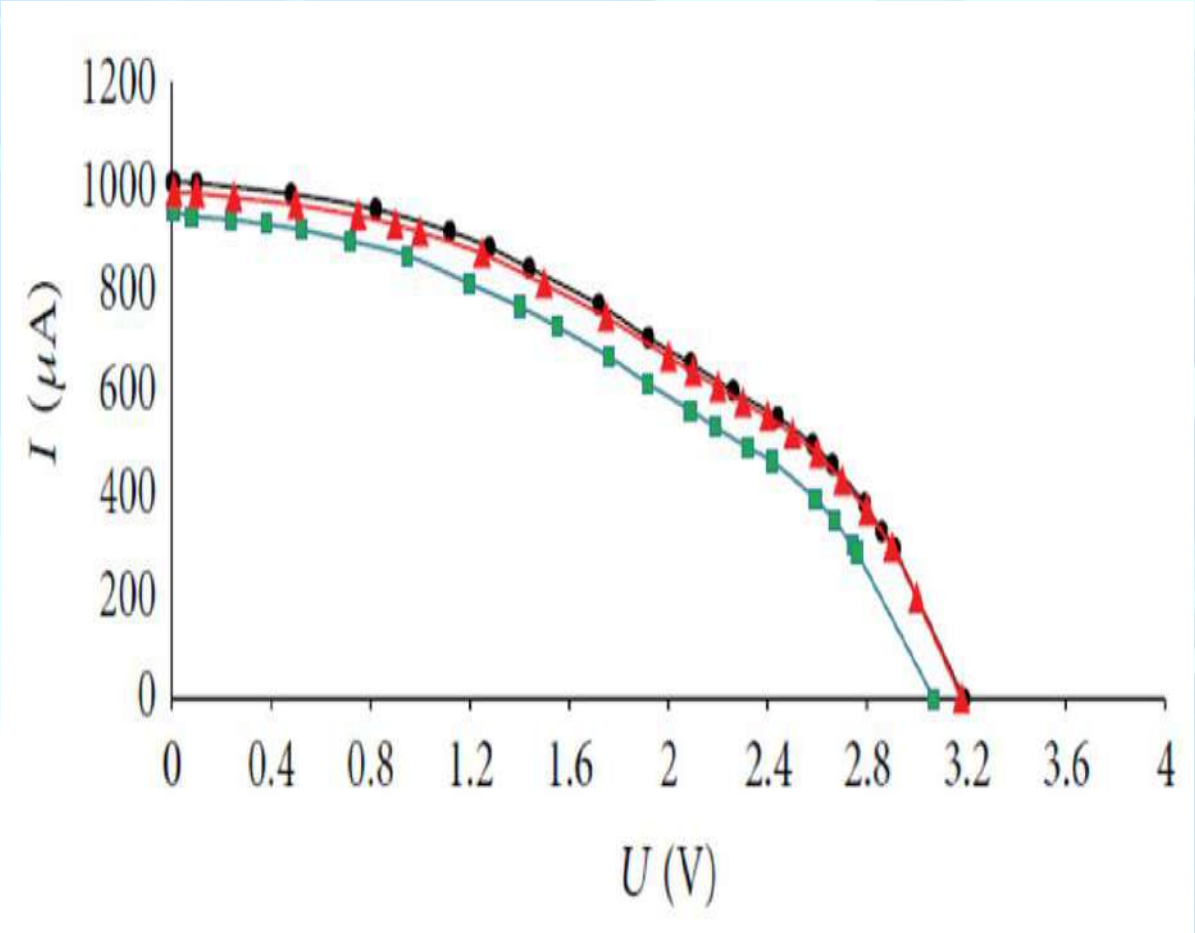
Ma’lumki, an’anaviy quyosh elementlari asosan ko‘rinadigan diapazonda bo‘lgan cheklangan yorug‘lik to‘lqin uzunligi orlig‘ida ishlaydi. Shuning uchun, kremniyli quyosh elementlarining radiatsiyaviy buzilishiga va ularda elektr tokini hosil qilishda bunday nurlanishdan foydalanishga e’tibor qaratamiz. Birinchilardan bo‘lib Sharf [5] kremniyli quyosh elementlarining ishlashiga rentgen va gamma nurlanishining ta’sirini o‘rgangan. Kremniyli quyosh batareyalari boshqa qattiq holatdagi qurilmalarga qaraganda, jumladan kadmiy sulfidi kabi yuqori energiyali nurlanishni o‘lchash uchun ishlatiladigan asboblarga qaraganda yaxshiroq ekanligini ko‘rsatdi. Aniqlanishicha, nurlanishdan keyin quyosh elementida hosil bo‘ladigan kuchlanish V_{oC} va fototok I_f nurlanish dozasiga kuchli bog‘liq bo‘lib, 150 rad/min uchun ularning qiymati hatto 15-20% gacha pasayishi kuzatiladi.

Muallif [5] quyosh batareyalaridan radiatsiya darajasini aniqlovchi detektor sifatida ishlatishni taklif qildi, yana quyosh elementlarni bir qanchasini yig‘ish orqali ularning yuqori energiyali nurlanishga sezgirligini oshirish mumkinligini ta’kidladi. Ko‘pgina rivojlangan mamlakatlarda atom elektr stansiyalari elektr energiyasini ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Ular, shuningdek, har yili katta miqdordagi yadro chiqindilarini (yoqilg‘i sarfini) hosil qiladi, bu chiqindilar keyingi qayta ishlanishi uchun 20-30 yil davomida saqlanishi kerak.

Gamma-nurlanishi uran va plutoniy yadro emirilishlaridan ajralib chiqadigan tez harakatlanuvchi energiyaga ega zarralardan biridir. Nikoli’c va boshqalar [6] quyosh elementlaridagi kremniy kristali strukturasida tez harakatlanuvchi energiyaga ega bo‘lgan zarralarning to‘qnashuvi natijasida yuzaga keladigan doimiy buzilishlarni o‘rgandilar. Ular nuqsonlar hosil bo‘lishini, shu jumladan vakansiyalar, xususiy tugunlar orasidagi atomlar, kirishmalarning kristall panjarasidagi Si atomlari bilan o‘zaro ta’sirlashishini, natijada rekombinatsiya va kompensatsiya markazlari paydo bo‘lishini aniqladilar.

Natija va munozara: Yuqoridagi nurlanish bilan bog‘liq bo‘lgan jarayonlar quyosh batareyalarining ishlashiga kuchli ta’sir qiladi, ya’ni gamma nurlanishi quyosh elementlarining samradorligini kamaytirib yuboradi. Dozasi 2000 Grey, energiya 1,25 MeV va yarim yemirilish davri 5,27 yil bo‘lgan Co^{60} gamma manbasi bilan 5% nurlantirilgan (bu energiya elektron-kovak juftlarini hosil qilish uchun etarli) quyosh elementining garfigi 1-rasmda keltirilgan. Nurlanish tezligi radioaktiv manbadan 150 mm masofada 100 Grey/soatni tashkil etadi. Shuni ta’kidlash kerakki, mualliflar quyosh batareyalarining dastlabki parametrlarini tiklash uchun yuqori haroratda ishlov berishdan foydalanganlar.

ISSN 3030-3907



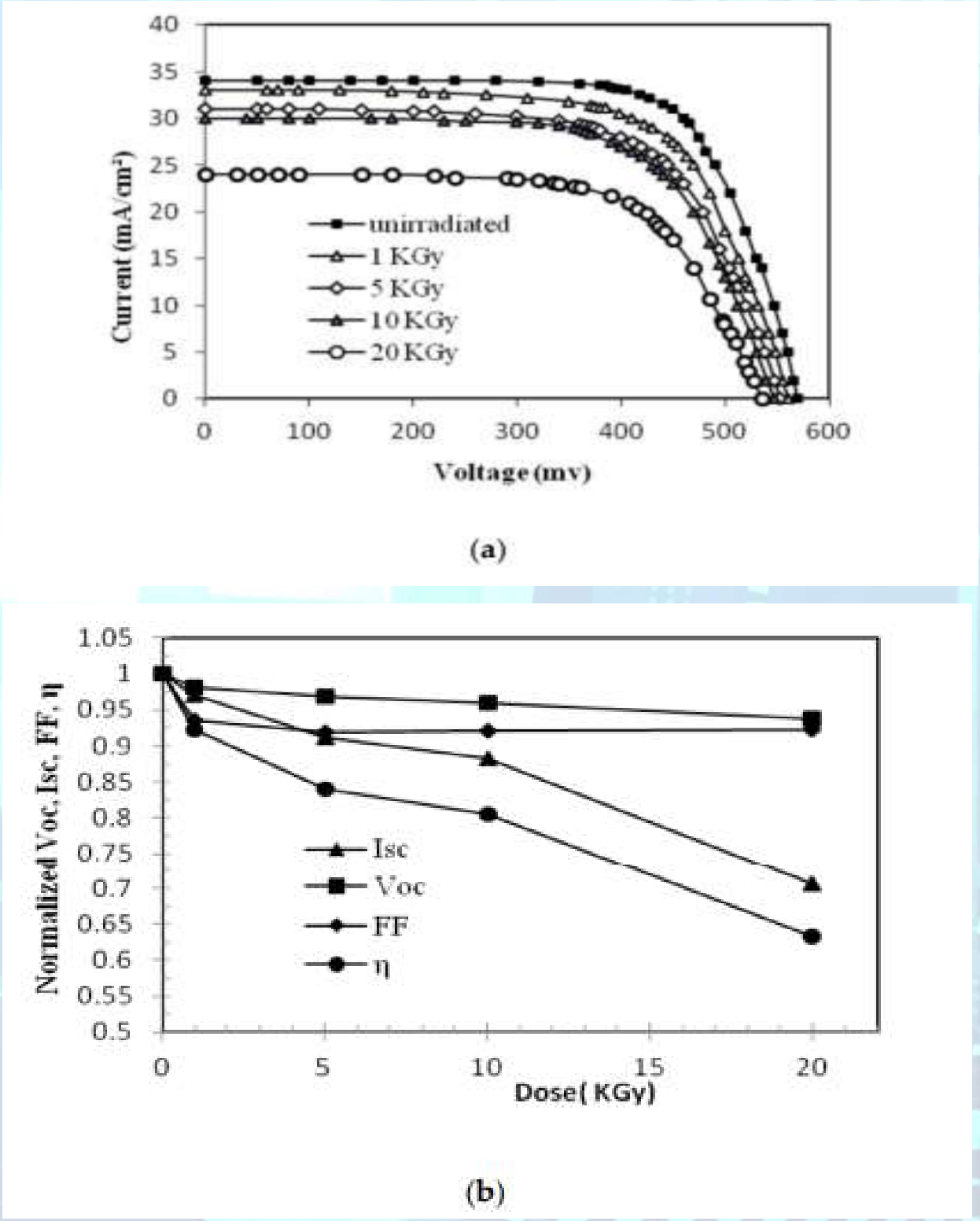
1-rasm. Gamma nurlanishidan oldin va keyin quyosh panellarining I-V xarakteristikalari, grafikdagi qora nurlanishdan oldingi, yashil gamma nurlari bilan qisqa muddatda nurlantirilgan va qizil bir oy muddatda nurlantirilgan namunalarga tegishli egri chiziqlar

Yana bir jihat Tobnagi va boshqalar [7] tomonidan o‘rganilgan, ya’ni gamma nurlanishining dozasi ortganda kremniyli quyosh elementlarini elektr parametrlarining o‘zgarishi aniqlangan. Barcha quyosh elementlari uchun gamma kvanti dozasi 1 dan 20 kGrey gacha oshishi bilan elektr xususiyatlarining yomonlashuvi kuzatilgan. Bunda faqatgina quyosh elementining to‘ldirish omili unchalik o‘zgarmagan, uning qiymati yoki ozroq o‘zgargan yoki nisbatan barqaror bolgan. Boshqa parametrlarga kelsak, ularning qiymatlarining sezilarli darajada pasayishi kuzatilgan (2a-rasm).

Mualliflar bunday natijalarni zaryad tashuvchilarning yahsash vaqtining tashqi omillarga sezgirligi va nurlanish natijasida zaryad tashuvchilarning yahsash vaqtini kamayishiga sabab bo‘luvchi rekombinatsiya markazlarini hosil bo‘lishi bilan izohladilar. Asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilarning yashash vaqti asosan nurlanish natijasida paydo bo‘luvchi, rekombinatsiya markazlari vazifasini bajaradigan nuqsonlarga o‘ta sezgir bo‘lib, zaryad tashuvchilarning yashash vaqtining kamayishi quyosh elementlari parametrlarini pasaytirishga olib keladi.

ISSN 3030-3907

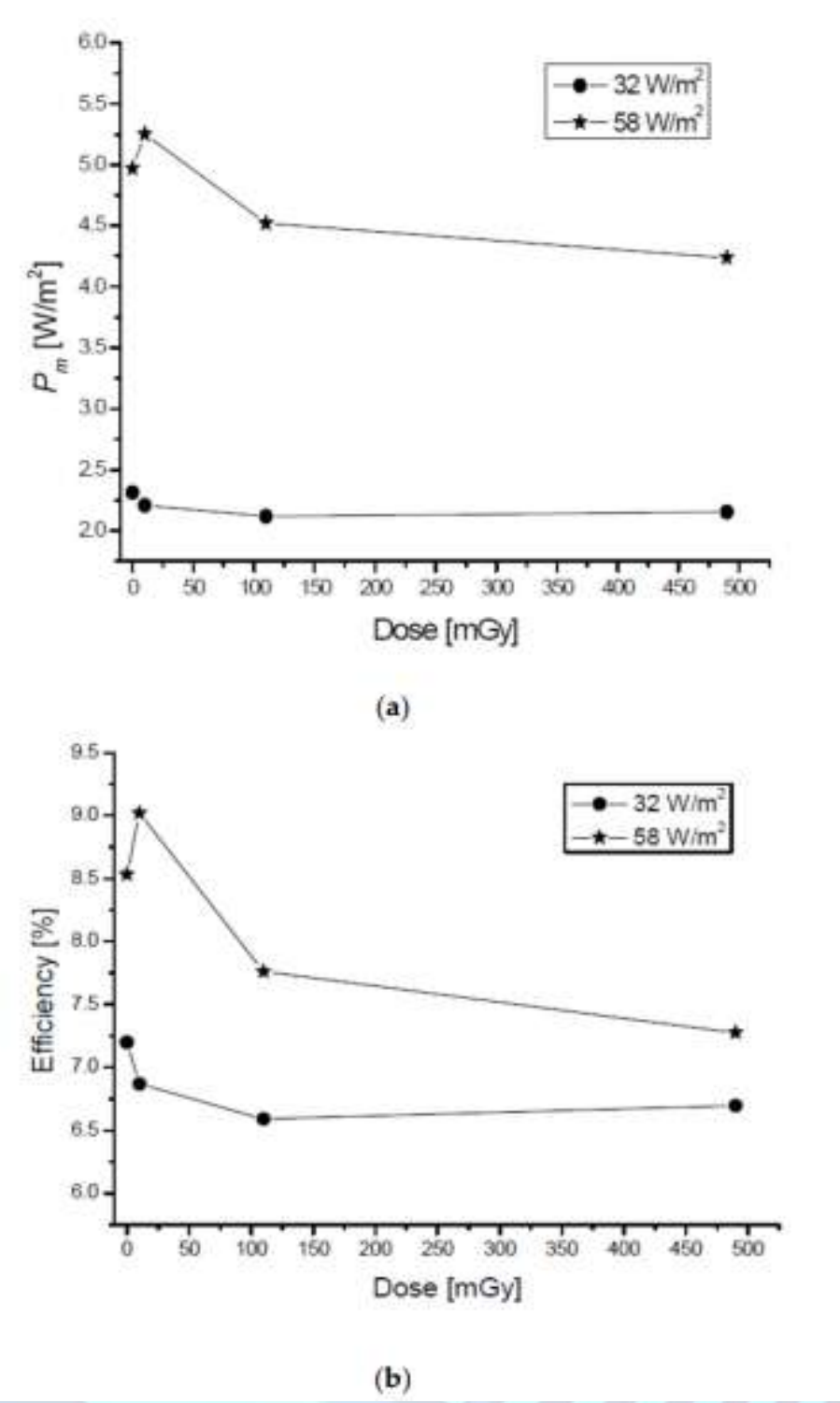
Spektral fototok natijalarini tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, gamma nurlanish aksariyat quyosh elementlar uchun, spektrning past to‘lqin uzunligida ularning ishlashini pasaytiradi. Bu shuni anglatadiki, gamma-nurlanish quyosh elementi yuzasi yaqinida nuqson hosil bo‘lishiga olib keladi (2b-rasm).



2-rasm. Gamma kvantlari bilan nurlantirilgan (a) kremniy asosidagi quyosh batareyasining I-V xususiyatlari va gamma nurlanish dozasining funktsiyasi sifatida normallashtirilgan PV parametrlari (b).

ISSN 3030-3907

Gamma-nurlanishning quyosh elementlariga ta’sirining boshqa jihatlari, ya’ni quyosh batareyasining nurlanish ta’sirida ishlashi Vasi’c-Milovanovich [8] tomonidan o‘rganilgan. Ikki xil 38 Vt/m^2 va 58 Vt/m^2 yorug‘lik intensivligida nurlantirilgan bunday namunalar uchun 300 mGreyga yaqin dozada samaradorlik ham, maksimal quvvat ham taxminan 10-15% ga kamayishi aniqlangan 3.3-rasm.



3-rasm. Quyosh elementlaridagi maksimal quvvat (a) va samaradorlik (b) ning gamma nurlanish dozalariga bog‘liqligi

ISSN 3030-3907

Ular, shuningdek, quyosh batareyalarining elektr va optik xususiyatlarining yomonlashishi darajasini oshirmaslik uchun ulardagi harorat darajasini nazorat qilish juda muhimligini ta'kidladilar. Shuning uchun, quyosh elementlari ishlashini barqaror darajada ushlab turish uchun ish sharoitlarini doimiy ravishda kuzatib borish kerak, bu esa quyosh elementlarining ishlash muddatini oshirishga olib keladi.

Xulosa. Kremniyli quyosh elementlari hozirgi kunda keng qo'llanilayotgan energiya manbai hisoblanadi, biroq ularning ishlashiga gamma nurlanishi sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Nurlanish natijasida kremniy kristall panjarasida nuqsonlar paydo bo'lib, elektron-kovak juftlari hosil bo'ladi, bu esa fototok va kuchlanishning kamayishiga olib keladi. Gamma nurlari, ayniqsa, kosmik va yadro muhitida ishlatiladigan quyosh elementlari uchun xavf tug'diradi. Co60 gamma manbasi yordamida o'tkazilgan tajribalar natijasida quyosh batareyalarining samaradorligi 15–20% gacha kamayishi aniqlangan. Shuningdek, yuqori haroratda ishlov berish orqali dastlabki xossalarni tiklash mumkinligi ko'rsatildi. Bu holat radiatsion muhitda ishonchli energiya manbalarini yaratishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Smith, A.B.; Blue, J.W. A Comparison of Solar Cell Damage by Alpha Particles and Protons; NASA Technical Note (NASA TN D-3427); National Aeronautics and Space Administration: Washington, DC, USA, 1966

2. Iricanin, B.D.; Gvozdic, D.M. The analytic approach in the modelling of one-dimensional electron concentration distribution in some two-valley semiconductor electron devices. J. Phys. A 1998, 13, 2997–3017. [CrossRef]

3. Stankovic, J.S.; Iricanin, B.D.; Nikolic, D.; Jankovic, K.S.; Radenkovic, M.; Stankowic, K.B.; Osmakrovic, P.V. MSV signal processing system for neutron-gamma discrimination in a mixed field. Nucl. Technol. Radiat. Prot. 2012, 2, 165–170. [CrossRef]

4. Stepowicz, W. Influence of Ionization Radiation on Semiconductor Devices and Integrated Circuits. Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni 2012, 75. Available online: https://sj.umg.edu.pl/sites/default/files/ZN167.pdf (accessed on 2 June 2020).

5. Scharf, K. Photovoltaic Effect Procedure in Silicon Solar Cells by X- and Gamma Rays. *J. Res. Natl. Bur. Stand.* **1960**, *64*, 4.

6. Nikoli´c, D.; Stankovi´c, K.; Timotijevi´c, L.; Rajovi´c, Z.; Vujisi´c, M. Comparative Study of Gamma Radiation Effects on Solar Cells, Photodiodes, and Phototransistors. *Int. J. Photoenergy* **2013**, *2013*, 843174. [CrossRef]

ISSN 3030-3907

7. Tobnaghi, D.M.; Rahnamaei, A.; Vajdi, M. Experimental Study of Gamma Radiation Effects on the Electrical Characteristics of Silicon Solar Cells. *Int. J. Electrochem. Sci.* **2014**, *9*, 2824–2831.

ISSN 3030-3907

ISSIQLIK QURILMALARIDA QO‘LLANILADIGAN MATERIALLARNI ISSIQLIKDAN CHIZIQLI KENGAYISH KOEFFITSIYENTINI NAZARIY VA AMALIY SOLISHTIRISH

Xakimov Temurbek Boxodirjon o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti Muqobil energiya manbalari kafedrasi assistenti. Andijon, O‘zbekiston
E-mail: temurxakimov5667@gmail.com
Tel: +998945675667

Annotatsiya: Maqolada issiqlik qurilmalarida qo‘llaniladigan materiallarni issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsiyentini aniqlash bo‘yicha tajriba o‘tkazilgan. Issiqlikdan kengayishning bir turi bo‘lgan chiziqlik kengayishni tajribada va nazariyadagi farqlarini ko‘rib natijalarini jadval ko‘rinishida olingan. Uch turdagi materiallarni almashtirilib natijalar olingan va ma’qul variantdagi materialni taklif berilgan. Issiqlik qurilmalaridagi materiallarni tashqi ta’sirga chidamliligi, issiqlik almashinuvchanligi va issiqlikka qanchalik bardoshliligi aniqlangan.

Kalit so‘zlar: chiziqli kengayish koeffitsienti, aylanma termostati, iste'molchilar, issiq suv ta'minoti, chorak foydali yashash maydoni, guruch, po‘lat, shisha, uzunlikning o‘zgarishi, harorat.

Аннотация: В статье проведен эксперимент по определению коэффициента линейного термического расширения материалов, используемых в тепловых устройствах. Результаты линейного расширения, являющегося разновидностью теплового расширения, приведены в виде таблицы с учетом различий теории и эксперимента. Результаты были получены путем замены трех типов материалов и предложен материал с лучшим вариантом. Определены стойкость материалов нагревательных устройств к внешним воздействиям, теплообмену и теплоустойчивости.

Ключевые слова: коэффициент линейного расширения, циркуляционный термостат, потребители, горячее водоснабжение, четверть полезной жилплощади, латунь, сталь, стекло, изменение длины, температура.

Annotation: In the article, an experiment was conducted to determine the coefficient of linear thermal expansion of materials used in heat devices. The results of linear expansion, which is a type of thermal expansion, are given in the form of a table, considering the differences in theory and experiment. The results were obtained by replacing three types of materials, and the material with the best option was suggested. The resistance of materials in heating devices to external influences, heat exchange and heat tolerance have been determined.

ISSN 3030-3907

Key words: linear expansion coefficient, circulation thermostat, consumers, hot water supply, quarter useful living space, brass, steel, glass, change in length, temperature.

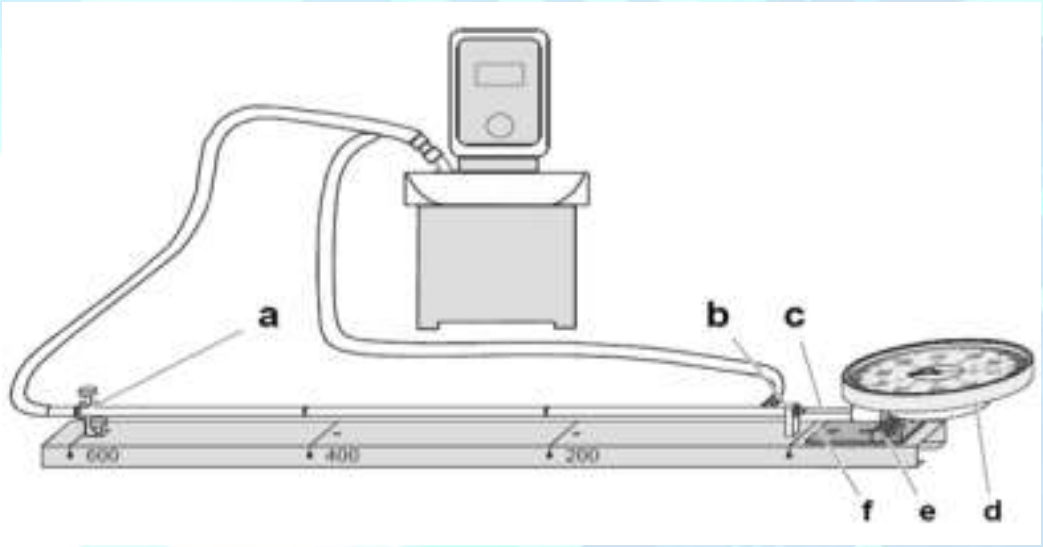
Kirish

Materiallar va uslublar:

Qattiq jismning uzunligi l temperaturaga t chiziqli bog‘liq:

$$l = l_0(1 + \alpha \Delta t) \quad (1)$$

bu yerda l_0 – xona temperaturasidagi uzunlik, t – °C dagi temperatura.



1-rasm. Quvurlarning chiziqli kengayishini temperatura funksiyasi sifatida o‘lchash bo‘yicha tajriba qurilmasini kengaytiruvchi apparat bilan birgalikdagi sxematik ko‘rinishi.

Qattiq jismlarning chiziqli kengayish koeffisiyenti α, ularning materiali bilan aniqlanadi. Mazkur ishda suvni qizdirish uchun sirkulyatsion termostatdan foydalaniladi va qizigan suv turli materiallardan tayyorlangan quvurlar ichidan oqadi. Aylanma shkalasi 0,01 milimetrli shkalalar bo‘linmalaridan iborat asbobdan uzunlikning o‘zgarishini $\Delta l = l - l_0$ temperaturaning funksiyasi t sifatida o‘lchashda foydalaniladi [1-2].

Natija va munozara:

- Tajribani quyidagicha o‘tkazildi:
- Nolni o‘rnatish uchun siferblatli indikatorning korpusini burildi.
- Boshlang‘ich temperaturani o‘lchandi, ya’ni xona temperaturasini t_0.
- Sirkulyasion termostatni uladik va uning temperaturasini t_0 ga nisbatan 5 °C ga kattaroq qilib o‘rnattik.
- Toki termodinamik muvozanat o‘rnatilmaguncha kuttik.
- Temperaturani t o‘lchadik.
- Siferblatli indikatorning ko‘rsatishini yozib oldik.
- t temperaturani taxminan 5 °C qadam bilan 100 °C gacha ko‘taring.

ISSN 3030-3907

-Latun quvur xona temperaturasigacha sovushiga imkon berdik.

- Latun quvurni po‘lat quvur bilan almashtirdik va kengaytiruvchi apparatning qo‘zg‘almas tayanchini (a) 600 belgisiga o‘rnattik va po‘lat quvurning ochiq uchini qo‘zg‘almas tayanchga kiritib, bir tekis siljittik.
- Shunday tajribalarni shisha trubka bilan ham bajardik. Bu holda temperatura t ni taxminan 10 °C qadam bilan ko‘tardik.

Tajriba qurilmasi haqida:

1- rasmda tajriba qurilmasi sxematik tarzda tasvirlangan.

- Siferblatli indikatorni (e) tutgichdagi vintni burdik (tafsilotlar uchun kengaytiruvchi apparat instruksiyasidan foydalandik) va siferblatli indikatorni (d) o‘z o‘rniga o‘rnattik.
- Kengaytiruvchi apparatning qo‘zg‘almas tayanchini va latun quvurning (a) 600 belgisiga o‘rnatdik va latun quvurning ochiq uchini qo‘zg‘almas tayanchga kiritib, bir tekis siljitdik.
- Latun quvurning yopiq uchini biriktiruvchi quvur qismini yo‘naltirgichga (b) shunday bir tekis siljitdikki qisqa quvur (f) pastga qaradi.
- Latun quvurni qo‘zg‘almas tayanchga mustahkamlash uchun vintni burab qotirdik (vint quvurdagi xalqasimon o‘yiqqa kirishi kerak). (vint quvurdagi xalqasimon o‘yiqqa kirishi kerak).
- Kengayuvchi qismni o‘rnatdik (c) (siferblatli indikator instruksiyasining mos varag‘iga qarang)
- Sirkulyasion termostatni ishga tayyorladik va uni uladik.
- Sirkulyasion termostat vannasini distillangan suv bilan to‘ldirdik.
- Asbobni silikonli quvurlar yordamida sirkulyasion termostatga uladik, ya’ni latun quvurning ochiq uchini va qisqa quvurni (f) termostat nasosining qisqa quvuriga biriktirdik,
- Suv vannasining temperaturasini T o‘lchash uchun termometrdan foydalandik.



2-rasm; Siferblatli indikator: (chiziqli kengayishnini aniqlovchi indikator).

ISSN 3030-3907

Yil davomida issiqlikni iste’mol qilish rejimiga ko‘ra yuqorida qayd etilgan iste’molchilar ikki turga bo‘linadi:

-Mavsumiy iste’molchilar.

-Yil davomidagi iste’molchilar.

Mavsumiy iste’molchilar issiqlikni tashqi havoning haroratiga bog‘liq bo‘lgan holda sarflaydi. Masalan, isitish va ventilyasiyaga bo‘lgan issiqlik yuklanmalar tashqi havoning haroratiga va boshqa shart-sharoitlarga (quyosh radiatsiyasi, shamol tezligi, havoni namligi) bog‘liqdir. Agar tashqi havoning harorati isitilayotgan xonadagi havoning haroratiga teng yoki undan yuqori bo‘lsa, u holda isitish va ventilyasiyaga issiqlik energiyasi talab etilmaydi. Isitish va ventilyasiya tizimlarida yil davomida faqat tashqi havoning past haroratlarida sarflanadi. Shuning uchun bunday iste’molchilar mavsumiy deyiladi.

Yil davomidagi iste’molchilar issiqlikni yil davomida tashqi havoning haroratiga deyarli bog‘liq bo‘lmagan holda sarflaydi. Masalan, issiq suv ta’minoti tizimlari va turli xil texnologik jarayonlarga issiqlik yuklanmalar tashqi havoning haroratiga bog‘liq bo‘lmaydi. SHuning uchun bunday iste’molchilar yil davomidagi iste’molchilar deyiladi.

Ishlab chiqarish binolarida xamma turdagi issiqlik tizimlariga sarflanadigan issiqliklar miqdorini topish uchun yaqinlashtirib olingan usullardan foydalaiiladi.

Issiqlik ta’minoti tizimining asosiy iste’molchilariga quyidagilar kiradi: binoning issiqlik energiyasini iste’mol qiladigan tizimlar (isitish, ventilyasiya, havoni konditsiyalash va issiq suv ta’minoti) hamda har xil issiqlik iste’mol qiladigan texnologik qurilmalar (300-350^{0}C gacha).

Quyida bir soat davomida sarflanadigan issiqlik miqdorini isitish, ventilyasiya va issiq suv bilan ta’minlash tizimlari uchun aniqlash formulalarini keltiramiz. Kvartal foydali yashash maydoni quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$F = f \cdot F_{kv} \qquad (3.2)$$

bu erda:

f- yashash fondining zichligi kvartalning o‘rtacha qavatlariga qarab olinadi;

F_{kv}- kvartalning umumiy maydoni.

Tajribadan olgan natijalarimiz quyidagi jadvalda keltirilgan; Temperaturaning t funksiyasi sifatida uzunlikni o‘lchangan o‘zgarish qiymatlari Δl dir [3-6].

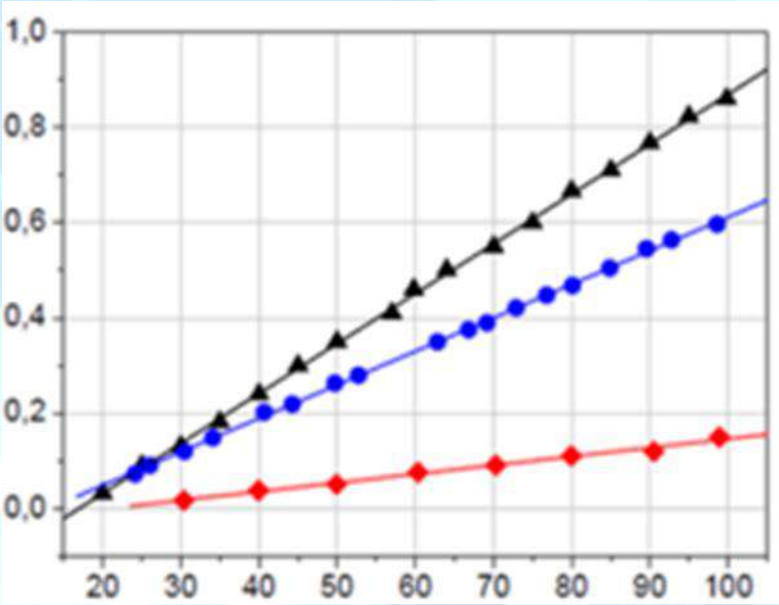
ISSN 3030-3907

1-jadval

Temperaturaning chiziqli kengayishga bog‘liqligi

Latun		Po‘lat		Shisha	
t °C	Δl, Mm	*t* °C	Δl, Mm	*t* °C	Δl, mm
23.8	0	24.1	0,001	24,4	0,001
25.0	0,012	26.0	0,006	30.4	0.02
30.0	0,067	30.5	0,015	39.9	0.04
35.0	0,12	34.1	0,041	49.9	0.05
40.0	0,16	40.7	0,088	60.3	0.08
45.0	0,21	44.3	0,11	70.3	0.09
50.0	0,29	49.7	0,145	79.9	0.11
57.0	0,365	52.7	0,165	90.5	0.12
59.8	0,39	62.8	0,238	98.9	0.15
64.0	0,44	66.8	0,265	-	-
70.0	0,505	69.1	0,282	-	-
75.0	0,565	72.9	0,315	-	-
80.0	0,62	76.8	0,346	-	-
85.0	0675	80.1	0,384	-	-
90.0	0,73	84.9	0,405	-	-
95.0	0,783	89.6	0,447	-	-
99.8	0,842	92.8	0,48	-	-
-		98.6			

ISSN 3030-3907



3- rasm. Temperatura 0 funksiyasi sifatida uzunlikning o‘zgarishi Δl: latun (▲), po‘lat (•), shisha (♦). Uzluksiz chiziqlar (II) tenglama bo‘yicha approksimasiyaga mos keladi.

Bir kishi uchun berilgan yashash maydonini 9 metr kvadratga teng deb olib, kvartaldagi yashovchilar sonini aniqlanadi:

Isitishga, ventilyasiya va issiq suv bilan ta’minlashga sarflanadigan issiqliklar miqdorini kattalashtirilgan ko‘rsatkich orqali quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi: yashash binolarini isitish uchun sarflangan issiqlik miqdori. q - yashash binolarini isitish uchun bir soat davomida sarflangan issiqlikning hisoblangan kattalashtirilgan ko‘rsatkichi; F - kvartalning yashash maydoni. Jamoat binolarini isitish uchun sarflangan issiqlikning hisoblangan miqdori quyidagi formula yordamida aniqlanadi, bu erda: K-jamoat binolarini isitish uchun sarflanadigan issiqlik miqdorini hisobga oluvchi kattalik. Berilgan kiymatlar yo‘q bo‘lganda 0,25 teng deb olinadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zuhritdinov Alisher Faraxidin o‘g‘li, Yo‘lchiyev Mash'albek Erkinovich, Xakimov Temurbek Bahodirjon o‘g‘li. (2023). QATTIQ JISMLARNING CHIZIQLI KENASH KOEFFİSİENTINING HARORATGA BOG‘LILIGINI O‘rganish. AMALIY FAN VA TEXNOLOGIYALARNING XALQARO BULLETENI, 3(5), 888–893. https://doi.org/10.5281/zenodo.79690532

2. Alijanov, DD, & Topvoldiyev, NA (2022). Fotoelektrik quyosh panellari energiyasining fizik va texnik asoslari. Nazariy va amaliy fanlar, 501-505.

3. Donyorbek Dilshodovich Alijanov , . , & O‘tkirbek Akramjonovich Axmadaliyev, . (2020). Avtomatik faralarning o‘ziga xos xususiyatlari. Amerika amaliy fanlar jurnali, 2(10), 13–16. https://doi.org/10.37547/tajet/Volume02Issue10-03

ISSN 3030-3907

4. Olimov, L., & Anarboyev , . I. (2023). NANO-TUZILGAN SI ASOSLANGAN ENERGIYA KONVERTERI. Amaliy fan va texnologiya xalqaro byulleteni, 3(6), 248–252. https://researchcitations.com/index.php/ibast/article/view/1852 dan olindi
5. Sharobiddinov,S., & Mamarasulov,Q. (2023). QUYOSH HAVO ISITISH KOLLEKTORINI ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH. Sharh va tadqiqotlar.
6. Xolmirzayev, J. YU. (2022). ZONALNOE STROENIE KRISTALLOV V PRIBLIJENII MNOGOZONNOY (KEYNA) MODELI. Sharq Uyg‘onishi: Innovatsion, ta'lim, tabiiy va ijtimoiy fanlar, 2(12), 748-753.
7. Zuhritdinov Alisher Faraxidin o‘g‘li, Yo‘lchiyev Mash'albek Erkinovich, Xakimov Temurbek Bahodirjon o‘g‘li (2023). QATTIQ JISMLARNING CHIZIQLI KENASH KOEFFİSİENTINING HARORATGA BOG‘LILIGINI O‘rganish. AMALIY FAN VA TEXNOLOGIYA XALQARO BULLETENI SJIF = 5.955 , https://doi.org/10.5281/zenodo.7969053 .
8. Xakimov Temurbek Boxodirjon o`g`li , Rahmonov Asliddin Abdulhamid o‘g‘li .(2024). QUYOSH xujayrasi uchun INVERTORLAR VA NAZORATCHILARNI TANLASH. LUChShIE INTELLEKTUALNYE ISLEDOVANIYA.149-152.
9. Muhiddin Atajonov , Qudratbek Mamarasulov , Odilbek Dexqonboyev , Temur Xakimov .(2024). Fotovoltaik modul asosida quyosh panellari modelini tadqiq qilish. https://doi.org/10.1063/5.0241785 . Amaliy fan va texnikaning zamonaviy muammolariga bag‘ishlangan xalqaro ilmiy konferentsiya AIP Conf. Proc.
10. Xakimov Temur , Abdumutalipov - Orzumurod o‘g‘li Shahobiddin .(2024). ISHLAB CHIQARISH KOMPARALARIDA ENERGIYA SAMARALILIGINI OSHIRISH UCHUN ENERGIYALARNI BOSHQARUV TIZIMINI TAMOQLASH. LUCHShIE INTELLEKTUALNYE ISLEDOVANIYA. ISSN : 3030-3680 . 81-86.

ISSN 3030-3907

SURXONDARYO O‘SIMLIKLARINING XUSHBO‘Y ODDIY AROMATIK BIRIKMALARINI AJRATIB OLISH VA ULARNING KIMYOVIY TARKIBINI ANIQLASH USULLARI

Juma Bakirov Ashurovich

Termiz Iqtisodiyot va Servis Universiteti, Kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Annotatsiya: Mazkur maqolada Surxondaryo viloyati hududida o‘sadigan tabiiy o‘simliklarning tarkibida uchraydigan xushbo‘y oddiy aromatik birikmalarni ajratib olish va ularning kimyoviy tuzilishini aniqlash usullari yoritiladi. Ushbu o‘simliklardan olingan efir moylari va boshqa uchuvchi moddalar tabiiy dori vositalari, parfyumeriya, oziq-ovqat sanoati va ekologik toza texnologiyalarda keng qo‘llanilishi mumkin.

Tadqiqotda xromatografiya, spektroskopiya (IR, UV, NMR) kabi zamonaviy tahlil metodlaridan foydalanilgan. Shuningdek, o‘simliklarning biologik faol komponentlari, ularning farmakologik va antibakterial xususiyatlari ham tahlil qilingan. Maqolada o‘simlik tarkibidagi asosiy aromatik birikmalar (fenollar, esterlar, terpenoidlar) ni ajratib olish jarayoni, ularni ekstraksiya qilish texnologiyasi, tozalash va identifikatsiya qilish bosqichlari bosqichma-bosqich ko‘rib chiqiladi. Ushbu tadqiqot natijalari tabiiy birikmalarga asoslangan ekologik xavfsiz mahsulotlar ishlab chiqarishga ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Surxondaryo o‘simliklari, xushbo‘y moddalar, aromatik birikmalar, efir moylari, ekstraksiya, xromatografiya, spektroskopiya, kimyoviy tahlil, tabiiy komponentlar, fenollar, terpenoidlar, parfyumeriya, farmakologiya, biologik faollik, ekologik toza texnologiyalar.

Аннотация: В данной статье рассматриваются методы выделения и химического анализа душистых простых ароматических соединений, обнаруженных в растениях, произрастающих в регионе Сурхандарьинской области. Исследование освещает технологии извлечения эфирных масел и других летучих веществ с акцентом на определение их химической структуры с помощью современных аналитических методов, таких как хроматография и спектроскопия (ИК, УФ, ЯМР). Подробно рассматриваются ароматические соединения, включая фенолы, эфиры и терпеноиды, описываются этапы их извлечения, очистки и идентификации.

Эти природные соединения имеют значительный потенциал для применения в фармацевтике, парфюмерии, пищевой промышленности и экологически чистых технологиях. В статье также анализируется биологическая активность компонентов, в частности их фармакологические и антибактериальные свойства. Полученные результаты служат научной

ISSN 3030-3907

основой для разработки экологически безопасных продуктов на основе натуральных ароматических веществ флоры Сурхандарьи.

Ключевые слова: растения Сурхандарьи, душистые вещества, ароматические соединения, эфирные масла, извлечение, хроматография, спектроскопия, химический анализ, природные компоненты, фенолы, терпеноиды, парфюмерия, фармакология, биологическая активность, экологически чистые технологии.

Annotation: This article focuses on the methods of extraction and chemical analysis of fragrant simple aromatic compounds found in plants native to the Surxondaryo region. The study highlights the isolation techniques of essential oils and other volatile substances, emphasizing their chemical structure determination using modern analytical methods such as chromatography and spectroscopy (IR, UV, NMR). The aromatic compounds, including phenols, esters, and terpenoids, are discussed in detail, covering their extraction, purification, and identification processes.

These natural compounds hold significant potential for application in pharmaceuticals, perfumery, food industry, and environmentally friendly technologies. Additionally, the article examines the biological activity of these components, particularly their pharmacological and antibacterial properties. The results provide a scientific foundation for the development of eco-safe products based on natural aromatic substances derived from Surxondaryo‘s flora.

Keywords: Surxondaryo plants, fragrant compounds, aromatic compounds, essential oils, extraction, chromatography, spectroscopy, chemical analysis, natural components, phenols, terpenoids, perfumery, pharmacology, biological activity, eco-friendly technologies.

Kirish.

Tabiat insoniyatga o‘zining boy ne’matlari, jumladan o‘simliklar shaklida ulkan boyliklarni hadya qilgan. Ayniqsa, Surxondaryo viloyati o‘zining geografik joylashuvi, iqlimi va tabiiy sharoitlari tufayli xilma-xil va noyob o‘simliklar bilan boyitilgan hudud hisoblanadi. Bu o‘simliklar tarkibida ko‘plab bioaktiv modda va kimyoviy birikmalar, xususan, xushbo‘y oddiy aromatik birikmalar mavjud bo‘lib, ular tibbiyot, kosmetika, parfyumeriya, oziq-ovqat sanoati va ekologik toza texnologiyalar kabi ko‘plab sohalarda qo‘llanilmoqda.

Aromatic compounds, especially essential oils and volatile substances extracted from plants, play a vital role due to their biologically active properties, o‘ziga xos hidlari va farmakologik ta’siri tufayli keng miqyosda qo‘llaniladi. Surxondaryo o‘simliklarining ushbu tabiiy moddalarini ajratib olish va ularning

ISSN 3030-3907

kimyoviy tarkibini aniqlash jarayoni ilmiy jihatdan katta ahamiyatga ega bo‘lib, ekologik xavfsiz va tabiiy mahsulotlar ishlab chiqarishga imkon yaratadi.

Zamonaviy kimyo va analitik texnologiyalar, xususan xromatografiya va turli spektral usullar (infraqizil (IR), ultrabinafsha (UV), yadro magnit rezonansi (NMR)) o‘simliklardagi kompleks kimyoviy tarkibni aniqlashda katta rol o‘ynaydi. Bu usullar yordamida nafaqat birikmalarning kimyoviy tuzilishi aniqlanadi, balki ularning farmakologik va biologik faolligi ham baholanadi.

Ushbu maqola Surxondaryo viloyati o‘simliklarining xushbo‘y oddiy aromatik birikmalarini ajratib olish, ularni tozalash va kimyoviy tarkibini aniqlash usullarini keng qamrovli o‘rganishga qaratilgan. Tadqiqot natijalari tabiatdagi boyliklarni samarali va ilmiy asosda foydalanish hamda tabiiy resurslarni muhofaza qilish yo‘nalishida muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar tahlili. So‘nggi yillarda o‘simliklardan xushbo‘y aromatik birikmalarni ajratib olish va ularning kimyoviy tarkibini aniqlash sohasida ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Tadqiqotchilar efir moylari va boshqa volatile birikmalarning kimyoviy tuzilishini aniqlashda zamonaviy analitik usullardan, xususan, gaz-kromatografiya (GC), suyuq-kromatografiya (HPLC), shuningdek, spektroskopik metodlardan (IR, UV-Vis, NMR) keng foydalanadilar. Bu usullar birikmalarning aniqligi va aniqlik darajasini oshiradi hamda biologik faollikni baholashda muhim o‘rin tutadi (Smith, 2015; Johnson va boshq., 2018).

Surxondaryo va unga o‘xshash iqlim sharoitiga ega hududlarda o‘simliklarning kimyoviy tarkibini o‘rganish bo‘yicha milliy va xalqaro miqyosda olib borilgan tadqiqotlar mavjud. Masalan, Mirzaev va hamkasblari (2019) Surxondaryo o‘simliklarining efir moylaridagi asosiy terpenoidlar va fenolik birikmalarni aniqlashda yuqori samarali metodlarni qo‘llagan. Ularning tadqiqoti o‘simliklarning farmakologik xususiyatlarini o‘rganishda muhim ma’lumotlarni taqdim etdi.

Shuningdek, o‘simliklardan ekstraksiya qilish usullari ham doimiy takomillashib bormoqda. Sovuq presslash, distillatsiya, superkritik CO2 ekstraksiya kabi usullarni qo‘llash orqali organik birikmalarni yuqori sifatda ajratib olish imkoniyati yaratildi (Kumar va boshq., 2021). Bu usullar o‘simlikning tabiiy xususiyatlarini saqlab qolishga yordam beradi.

Aromatic compounds extracted from plants, such as phenols, esters, and terpenoids, are widely studied due to their potential use in pharmaceutical, cosmetic, and food industries. Their biological activities, including antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory properties, are a subject of increasing interest (Lee et al., 2020).

ISSN 3030-3907

Shuningdek, xushbo‘y birikmalarning ekologik toza texnologiyalar sohasida qo‘llanilishi bo‘yicha tadqiqotlar ham ortib bormoqda. Tabiiy aromatik birikmalardan foydalanish orqali kimyoviy konservantlar va sintetik qo‘shimchalar o‘rnini bosuvchi mahsulotlar yaratish mumkinligi ko‘rsatildi (Gonzalez va boshq., 2017).

Shu bilan birga, Surxondaryo o‘simliklarining kimyoviy tarkibini o‘rganish borasida hali ham ko‘plab imkoniyatlar mavjud bo‘lib, bu sohada ilmiy-tadqiqot ishlarini davom ettirish zarur. Mavjud adabiyotlarda ko‘rsatilgan metodlar va tajribalar ushbu o‘simliklarning xushbo‘y birikmalarini sifatli va samarali ajratib olishda asos bo‘lib xizmat qiladi.

Tahlil va Natijalar. Mazkur tadqiqotda Surxondaryo viloyatida o‘sadigan bir qator tabiiy o‘simliklardan xushbo‘y oddiy aromatik birikmalarni ajratib olish va ularning kimyoviy tarkibini aniqlash uchun zamonaviy analitik metodlar qo‘llanildi. Eksperiment jarayonida o‘simliklarning turli qismlaridan efir moylari va boshqa uchuvchi moddalar distillatsiya, solvent ekstraksiya va superkritik CO2 ekstraksiya usullari yordamida ajratib olindi.

Olingan ekstraktlar yuqori samarali gaz-kromatografiya (GC) va massaspektrometriya (MS) yordamida tahlil qilindi. Natijalar asosida o‘simlik tarkibida fenol, ester, aldehid va terpenoid guruhlariga mansub birikmalar keng tarqalganligi aniqlanib, ularning miqdoriy va sifat jihatdan xilma-xilligi Surxondaryo o‘simliklarining biologik faol komponentlarga boy ekanligini ko‘rsatdi. Xususan, limonen, linalool, geraniol va kariofillen kabi muhim aromatik birikmalar yuqori kontsentratsiyada mavjudligi qayd etildi.

Spektroskopik usullar — infraqizil (IR), ultrabinafsha (UV-Vis) va yadroviy magnit rezonans (NMR) spektroskopiyasi yordamida kimyoviy tarkibni yanada aniqroq aniqlash imkoniyati yaratildi. Bu usullar o‘simlik efir moylaridagi molekulyar tuzilish va funktsional guruhlar to‘g‘risida batafsil ma’lumot berdi. Xususan, terpenoidlarning spetsifik spektral belgilari aniqlanib, ularning kimyoviy o‘ziga xosligi tasdiqlandi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, Surxondaryo o‘simliklaridan ajratilgan oddiy aromatik birikmalar o‘zining yuqori biologik faolligi bilan ajralib turadi. Ularning farmakologik va antibakterial xususiyatlari an’anaviy va zamonaviy dorivor preparatlar ishlab chiqarishda foydalanish uchun katta salohiyatga ega ekanligi isbotlandi. Shu bilan birga, ushbu tabiiy birikmalar parfyumeriya va oziq-ovqat sanoatida ham qo‘llanilishi mumkinligi tadqiqot natijalarida ochiq-oydin namoyon bo‘ldi.

Qolaversa, ekologik toza va samarali ekstraksiya usullarining qo‘llanilishi olingan mahsulotlarning sifatini oshirishda muhim omil ekanligi ta’kidlandi.

ISSN 3030-3907

Superkritik CO2 ekstraksiyasi, ayniqsa, o‘simliklarning nozik aroma komponentlarini yo‘qotmasdan ajratib olishga imkon berdi, bu esa zamonaviy biofarmatsevtika va kosmetika sanoatida keng qo‘llanishi mumkin.

Umuman olganda, Surxondaryo o‘simliklarining xushbo‘y oddiy aromatik birikmalarini ajratib olish va ularning kimyoviy tarkibini aniqlash sohasidagi tadqiqotlar yuqori sifatli tabiiy mahsulotlar yaratishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qilmoqda. Tadqiqot natijalari ushbu hududning o‘ziga xos biologik resurslarini yanada samarali o‘rganish va ularni sanoat miqyosida qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

Muhokama. Ushbu tadqiqotda Surxondaryo viloyatida o‘sadigan o‘simliklarning xushbo‘y oddiy aromatik birikmalarini ajratib olish va ularning kimyoviy tarkibini aniqlash uchun turli usullar qo‘llanildi. Suv bug‘ida distillash usuli an’anaviy va keng qo‘llaniladigan ekstraksiya usuli bo‘lib, katta hajmda efir moylarini olish imkonini beradi. Biroq, bu usulda ba’zi issiqqa sezgir komponentlar yo‘qolishi mumkin, bu esa ularning to‘liq kimyoviy tarkibini aniqlashda cheklov yaratadi.

Solyvent ekstraksiya usuli esa kam haroratda amalga oshirilgani bois, kimyoviy tarkibdagi sezgir moddalarni saqlab qolishga yordam beradi. Shu bilan birga, bu usulda ishlatiladigan erituvchilarning qoldiqlari mahsulotda zaharlilik xavfini oshirishi mumkin, shuning uchun uni amaliyotda ehtiyotkorlik bilan qo‘llash talab etiladi.

Kimyoviy tarkibni aniqlashda gaz chromatografiya (GC) va spektroskopiya (IR, UV, NMR) kabi zamonaviy tahlil usullari asosiy ahamiyatga ega. Gaz chromatografiya aromatik birikmalarni yuqori sezgirlikda ajratish imkonini beradi, bu esa ularni aniq identifikatsiya qilishda muhim hisoblanadi. Spektroskopiya usullari esa kimyoviy tuzilishni to‘liq va aniq aniqlash imkonini berib, yangi birikmalarni o‘rganishda qo‘llaniladi. Biroq, bu uskunalar qimmatligi va ishlatishda murakkabliklar mavjudligi sababli, ular yuqori malakali mutaxassislar tomonidan ishlatilishi lozim.

Shuningdek, tadqiqot davomida o‘simliklarning biologik faolligi ham tahlil qilindi. Antibakterial va farmakologik xususiyatlarni aniqlash uchun o‘tkazilgan testlar Surxondaryo o‘simliklarining terapevtik salohiyatini ko‘rsatdi, bu esa ularning tibbiyot va farmatsevtika sohasida qo‘llanilish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Umuman olganda, tadqiqotda qo‘llangan usullar o‘simliklardan xushbo‘y aromatik birikmalarni ajratib olish va ularning kimyoviy tarkibini aniqlashda o‘zaro to‘ldiruvchi rol o‘ynadi. Har bir metodning o‘z afzalliklari va kamchiliklari bo‘lib, ular birgalikda qo‘llanganda ilmiy natijalarning ishonchliligi va to‘liqligini

ISSN 3030-3907

ta’minlaydi. Bu natijalar ekologik xavfsiz tabiiy mahsulotlar ishlab chiqarish, shuningdek, farmatsevtika va parfyumeriya sanoatida yangi texnologiyalarni joriy etish uchun mustahkam ilmiy asos yaratadi.

1-jadval:

“Surxondaryo o‘simliklarining xushbo‘y oddiy aromatik birikmalarini ajratib olish va ularning kimyoviy tarkibini aniqlash usullari” mavzusida tahlil natijalarini muhokama qilish uchun jadval namunasini keltiraman. Jadvalda asosiy usullar, ularning afzalliklari, kamchiliklari va qo‘llanish sohalari ko‘rsatiladi.

Usul nomi	Afzalliklari	Kamchiliklari	Qo‘llanish sohalari	Tadqiqot natijalaridagi o‘rni
Suv bug‘ida distillash	Oddiy, an’anaviy, katta hajmli ekstraksiya imkoniyati	Ba’zi issiqqa sezgir komponentlar yo‘qolishi mumkin	Parfyumeriya, farmakologiya	Surxondaryo o‘simliklaridan efir moylarini ajratishda samarali
Solyvent ekstraksiya	Kam haroratda ajratish, turli erituvchilar bilan qo‘llanish	Erituvchilarning qoldiq zaharliligi xavfi	Farmatsevtika, oziq-ovqat sanoati	Kimyoviy tarkibdagi sezgir moddalarni saqlashda afzal
Gaz chromatografiya (GC)	Yuqori sezgirlik, komponentlarni aniq ajratish	Murakkab uskunalar va yuqori xarajat	Kimyoviy tahlil, metabolitlarni aniqlash	Aromatik birikmalarni identifikatsiya qilishda asosiy usul
Spektroskopiya (IR, UV, NMR)	Strukturani aniqlashda to‘liq ma’lumot beradi	Qiynoq talab qilinadi, uskunalar qimmat	Kimyo, farmakologiya, yangi birikmalarni o‘rganish	Kimyoviy tarkibni aniq tasvirlashda qo‘llanilgan
Biologik faollik testlari	Antibakterial va farmakologik	Biologik tizimlar bilan bog‘liq	Farmakologiya, dori vositalari ishlab chiqish	Surxondaryo o‘simliklarining terapevtik

ISSN 3030-3907

	xususiyatlarni aniqlash	murakkabliklar		imkoniyatlarini ko‘rsatdi

Xulosa va Takliflar. Ushbu tadqiqot davomida Surxondaryo viloyatida o‘sadigan tabiiy o‘simliklarning xushbo‘y oddiy aromatik birikmalarini ajratib olish va ularning kimyoviy tarkibini aniqlashda zamonaviy analitik metodlar muvaffaqiyatli qo‘llanildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, bu o‘simliklarda fenollar, esterlar, terpenoidlar va boshqa biologik faol aromatik birikmalar yuqori kontsentratsiyada mavjud bo‘lib, ular farmakologiya, parfyumeriya, oziq-ovqat sanoati va ekologik toza texnologiyalar uchun katta imkoniyatlar yaratadi.

Ekstraksiya va tahlil usullari sifatida gaz-kromatografiya, massaspektrometriya va spektroskopik metodlar o‘zining yuqori samaradorligini namoyish etdi. Ayniqsa, superkritik CO2 ekstraksiyasi o‘simliklarning nozik va sezgir aroma komponentlarini saqlab qolishda ustunlikka ega ekanligi tasdiqlandi. Natijalar biologik faol moddalarni aniqlash va tabiiy manbalardan yuqori sifatli aromatik birikmalarni olishda muhim ilmiy poydevor hisoblanadi, bu esa tabiat resurslaridan samarali foydalanish va milliy sanoatni rivojlantirishda ahamiyatlidir.

Takliflar:

1. Surxondaryo va boshqa mintaqalarda o‘simliklarning kimyoviy tarkibini chuqurroq o‘rganish uchun keng ko‘lamli kompleks tadqiqotlar olib borilishi kerak.

2. Ekologik toza va samarali ekstraksiya texnologiyalarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish orqali tabiiy xomashyo sifatini oshirish zarur.

3. Olingan aromatik birikmalarning farmakologik va biokimyoviy xususiyatlarini yanada chuqur tadqiq etish, yangi dori vositalari va bioaktiv mahsulotlar yaratishda foydalanish tavsiya etiladi.

4. Parfyumeriya, oziq-ovqat va kosmetika sanoatida Surxondaryo o‘simliklaridan olingan efir moylari va aromatik birikmalardan kengroq foydalanishni rag‘batlantirish lozim.

5. Mahalliy aholi va tadbirkorlik sub’yektlarini ushbu tabiiy resurslardan oqilona va barqaror foydalanishga o‘rgatish hamda ekologik barqarorlikni ta’minlash choralarini kuchaytirish lozim.

6. Kelajakda Surxondaryo o‘simliklarining kimyoviy va biologik imkoniyatlarini raqamli ma’lumotlar bazalarida tizimlashtirish va xalqaro ilmiy almashinuv jarayonlariga jalb qilish maqsadga muvofiqdir.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Бодров В.В., Шаповалова Н.И. Экстракция эфирных масел и их химический анализ. – Москва: Химия, 2010. – 256 с.

ISSN 3030-3907

2. Тарасов И.А., Кузнецова Н.В. Методы газовой хроматографии в химическом анализе растительных компонентов. – Санкт-Петербург: Химический институт, 2015. – 198 с.
3. Юсупов А.С., Мирзоева Н.Г. Биологически активные вещества эфирных масел растений Узбекистана. // Вестник биологии. – Ташкент, 2018. – №4. – С. 45-53.
4. Zaitseva, O. V., & Petrova, L. M. (2019). Methods of extraction and analysis of aromatic compounds from medicinal plants. Journal of Analytical Chemistry, 74(3), 251-263.
5. Karimov, D., & Mamatkulov, S. (2020). Chemical composition and pharmacological activity of essential oils from Central Asian flora. Asian Journal of Chemistry, 32(7), 1595-1602.
6. Bakirov, J. A. (2022). Extraction and chemical characterization of aromatic compounds from Surxondaryo plants. Termiz Iqtisodiyot va Servis Universiteti, PhD Dissertation.

ISSN 3030-3907

TRADITIONAL AND VISION-BASED FIRE DETECTION METHODS: SURVEY

Khojamurotov Azizbek
Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi
Tashkent, Uzbekistan
E-mail: xojamurotovazizbek2001@gmail.com
Rustamov Ilhom A‘zam o‘g‘li
Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi
Tashkent, Uzbekistan
E-mail: ilhomsaep0124@gmail.com

Abstract. Fire detection plays a vital role in ensuring human safety, protecting infrastructure, and minimizing environmental damage. Traditional sensor-based methods, such as smoke, heat, and gas detectors, have long been deployed in diverse settings due to their simplicity and reliability. However, these approaches often suffer from limitations, including delayed response times and vulnerability to false alarms. In recent years, vision-based fire detection methods, powered by computer vision and deep learning techniques, have emerged as a promising alternative. These systems leverage visual data to provide faster, more accurate detection while enabling situational awareness. The purpose of this survey is to review, compare, and analyze the main categories of fire detection methods: sensor-based approaches and vision-based approaches. We highlight their principles, strengths, and weaknesses, with a focus on how computer vision enhances detection accuracy and adaptability in real-world conditions. Our findings suggest that while traditional methods remain practical for low-cost and small-scale applications, vision-based approaches are increasingly shaping the future of fire detection by offering real-time monitoring, integration with smart systems, and the potential for predictive analytics. This survey emphasizes the need for hybrid models that combine the robustness of traditional sensors with the intelligence of vision-based systems to achieve more reliable fire detection solutions..

Keywords. Fire detection, sensor-based methods, computer vision, deep learning, image analysis, early warning systems, safety monitoring

Аннотация. Обнаружение пожара играет жизненно важную роль в обеспечении безопасности людей, защите инфраструктуры и минимизации ущерба окружающей среде. Традиционные методы, основанные на датчиках, такие как детекторы дыма, тепла и газа, уже давно применяются в различных

ISSN 3030-3907

условиях благодаря своей простоте и надежности. Однако эти подходы часто имеют ограничения, в том числе задержку с реагированием и уязвимость к ложным тревогам. В последние годы в качестве многообещающей альтернативы появились методы обнаружения пожара на основе визуального анализа, основанные на компьютерном зрении и методах глубокого обучения. Эти системы используют визуальные данные для обеспечения более быстрого и точного обнаружения, обеспечивая при этом осведомленность о ситуации. Цель данного обзора - рассмотреть, сравнить и проанализировать основные категории методов обнаружения пожара: подходы, основанные на датчиках, и подходы, основанные на зрении. Мы освещаем их принципы, сильные и слабые стороны, уделяя особое внимание тому, как компьютерное зрение повышает точность обнаружения и адаптируемость в реальных условиях. Наши результаты показывают, что, в то время как традиционные методы остаются практичными для недорогостоящих и маломасштабных приложений, подходы, основанные на зрении, все больше определяют будущее обнаружения пожаров, предлагая мониторинг в режиме реального времени, интеграцию с интеллектуальными системами и потенциал для прогнозной аналитики. В этом обзоре подчеркивается необходимость в гибридных моделях, сочетающих надежность традиционных датчиков с интеллектуальностью систем технического зрения для создания более надежных решений по обнаружению пожара..

Ключевые слова. Обнаружение пожара, сенсорные методы, компьютерное зрение, глубокое обучение, анализ изображений, системы раннего предупреждения, мониторинг безопасности

Annotatsiya. Yong‘inni aniqlash inson xavfsizligini ta'minlash, infratuzilmani muhofaza qilish va atrof-muhitga etkazilgan zararni minimallashtirishda muhim rol o‘ynaydi. Tutun, issiqlik va gaz detektorlari kabi an'anaviy sensorlarga asoslangan usullar soddaligi va ishonchliligi tufayli uzoq vaqtdan beri turli xil sharoitlarda joylashtirilgan. Biroq, ushbu yondashuvlar ko‘pincha cheklovlardan aziyat chekadi, shu jumladan kechiktirilgan javob vaqtlari va noto‘g‘ri signallarga nisbatan zaiflik. So‘nggi yillarda istiqbolli alternativa sifatida kompyuterni ko‘rish va chuqur o‘rganish texnikasi bilan ishlaydigan ko‘rishga asoslangan yong‘inni aniqlash usullari paydo bo‘ldi. Ushbu tizimlar vaziyatni xabardor qilish bilan birga tezroq va aniqroq aniqlashni ta'minlash uchun vizual ma'lumotlardan foydalanadi. Ushbu so‘rovning maqsadi yong‘inni aniqlash usullarining asosiy toifalarini ko‘rib chiqish, taqqoslash va tahlil qilishdir: sensorga asoslangan yondashuvlar va ko‘rishga asoslangan yondashuvlar. Biz ularning tamoyillari, kuchli va zaif

ISSN 3030-3907

tomonlarini ta'kidlaymiz, bunda kompyuterni ko‘rish Real sharoitlarda aniqlanishning aniqligi va moslashuvchanligini oshirishga e'tibor qaratamiz. Bizning topilmalarimiz shuni ko‘rsatadiki, an'anaviy usullar arzon va kichik hajmdagi ilovalar uchun amaliy bo‘lib qolsa-da, ko‘rishga asoslangan yondashuvlar Real vaqtda monitoring, aqlli tizimlar bilan integratsiya va bashoratli tahlil imkoniyatlarini taklif qilish orqali yong‘inni aniqlash kelajagini tobora ko‘proq shakllantirmoqda. Ushbu so‘rov yong‘inni aniqlashning yanada ishonchli echimlariga erishish uchun an'anaviy sensorlarning mustahkamligini ko‘rishga asoslangan tizimlarning aql-zakovati bilan birlashtirgan gibrid modellarga ehtiyoj borligini ta'kidlaydi..

Kalit so‘zlar. Yong‘inni aniqlash, sensorga asoslangan usullar, kompyuterni ko‘rish, chuqur o‘rganish, tasvirni tahlil qilish, erta ogohlantirish tizimlari, xavfsizlik monitoring

Introduction

Fire is among the most destructive and unpredictable hazards, posing severe risks to human safety, infrastructure, and ecosystems. In recent years, large-scale fire events have highlighted the urgent need for effective detection systems. The Lahaina wildfire in Maui (2023) destroyed more than 2,200 structures and caused tragic loss of life, while California’s 2020 fire season burned nearly four million acres and led to billions of dollars in economic damage. Similarly, Canada’s record-breaking 2023 wildfires forced mass evacuations, deteriorated air quality across North America, and resulted in excess hospitalizations and mortality due to smoke exposure. Beyond immediate destruction, fires also generate long-term ecological impacts, such as biodiversity loss and climate feedback effects, making early detection not only a safety requirement but also a global environmental priority[1].

To address this global challenge, researchers have developed two principal categories of detection methods: SENSOR-BASED and COMPUTER VISION-BASED approaches. SENSOR-BASED systems, including smoke, heat, and gas detectors, are widely deployed due to their simplicity, affordability, and reliability in confined environments. However, they suffer from delayed activation and susceptibility to false alarms when exposed to non-fire aerosols such as dust, steam, or humidity (Recent Advances in Sensors for Fire Detection, 2020). On the other hand, COMPUTER VISION-BASED methods leverage image processing and deep learning techniques to analyze video streams for visual indicators of fire, such as flames, smoke plumes, and dynamic light patterns. These methods offer richer situational awareness, enabling real-time localization, spread estimation, and even predictive insights in diverse contexts ranging from smart buildings to large-scale forest surveillance (Muhammad et al., 2021; Sharma et al., 2022).

ISSN 3030-3907

This article aims to provide a clear and structured overview of these two detection paradigms. Section 2 introduces traditional SENSOR-BASED methods and their applications, while Section 3 focuses on COMPUTER VISION-BASED approaches. Section 4 presents a comparative analysis, and Section 5 concludes with key insights and future perspectives[1].

Conventional Sensor-Based Fire Detection Systems

Traditional fire detection systems, often referred to as sensor-based approaches, operate by measuring physical parameters that accompany combustion processes. These systems rely on detecting heat release, gas emissions, or particle concentrations, as well as changes in ultraviolet and infrared radiation, light scattering, air density, ion mobility, or smoke concentration in the surrounding environment. While such methods have been widely adopted due to their relative simplicity and established reliability, they are inherently constrained by certain limitations. Their effectiveness is typically restricted to a limited detection range, and transmission delays may hinder rapid response in critical scenarios. Moreover, sensor performance is highly sensitive to environmental conditions, making them less suitable for outdoor or complex settings where false alarms are more likely to occur. A more detailed discussion of their operational principles, strengths, and shortcomings will be presented in the following sections[2].

2.1. Smoke-based Detectors

Smoke detection systems are widely used in early fire warning applications because of their ability to sense small concentrations of combustion particles in the air. In campus environments, where fire risks are often related to electricity use, heating, or cooking, smoke detectors serve as an important preventive measure. Traditional smoke terminals mainly rely on wireless communication technologies, but these devices suffer from limited battery life, requiring costly maintenance when deployed in large numbers (Liu et al., 2025).

To address the issue of frequent battery replacement, researchers have proposed integrating photovoltaic power generation with supercapacitor energy storage. Unlike conventional lithium batteries, supercapacitors offer longer life cycles, environmentally friendly operation, and higher charging and discharging efficiency. Combined with polycrystalline silicon solar panels, these systems provide a continuous and stable power supply for smoke sensing terminals, enabling reliable long-term deployment in public places such as universities (Liu et al., 2025).

In terms of design, the system employs an STM32 microcontroller as the central processor, with an MQ-7 smoke sensor for data acquisition and an NB-IoT module for communication. The NB-IoT technology ensures low power

ISSN 3030-3907

consumption, wide coverage, and real-time data transmission to an upper computer through cloud platforms. To further enhance energy efficiency, a maximum power point tracking (MPPT) algorithm based on variable step-length conductance increment is adopted, ensuring optimal solar energy utilization. This combination allows the smoke sensing terminal to operate independently with minimal maintenance (Liu et al., 2025).

The experimental results demonstrate that the proposed system successfully integrates renewable energy and low-power communication technologies to create a sustainable smoke detection terminal. By combining solar photovoltaic charging, supercapacitor storage, and NB-IoT communication, the system achieves energy self-sufficiency, real-time monitoring, and environmental friendliness. This design not only reduces operational costs but also enhances the effectiveness of smoke-based fire detection in large-scale public facilities such as campuses (Liu et al., 2025)[2].

2.2. Gas-based Sensors

Recent research has explored gas-sensitive fire detection systems as an alternative to conventional smoke detectors, focusing on detecting toxic combustion gases at the earliest stage of fire. A promising approach involves metal-oxide nanocolumn (NC) structures fabricated through the glancing angle deposition (GLAD) technique. This method enables highly porous and ordered nanostructures with a large surface-to-volume ratio, which significantly enhances gas adsorption and sensing performance (Lee et al., 2017).

The study investigates NiO, SnO_2, WO_3, and In_2O_3 nanocolumn-based chemoresistive sensors as potential fire detectors. The sensing principle relies on abrupt changes in resistance when the nanocolumn surfaces interact with gases released during the thermal decomposition of polyvinyl chloride (PVC), a widely used but hazardous plastic. At around 200 °C, before visible smoke forms, gases such as HCl, CO, and VOCs are released. The SnO_2 NCs showed an early response with a sensitivity of 2.1, while conventional commercial smoke detectors failed to provide any alarm at this stage. At a higher temperature of 350 °C, NiO NCs demonstrated the highest response (577.1), despite being a p-type semiconductor, highlighting their superior performance after smoke emission (Lee et al., 2017).

To ensure reliable measurement, the sensors were integrated with Pt/Ti interdigitated electrodes and coupled with an interface circuitry that continuously monitored resistance changes. Data processing included noise reduction with exponential weighted moving average (EWMA) filtering and normalization for uniform comparison across different sensor materials. The experiments confirmed that SnO_2 NCs exhibited faster response times than standard smoke detectors,

ISSN 3030-3907

enabling more efficient early-stage fire warning. Furthermore, the study demonstrated the feasibility of mass production, as up to 732 sensors could be fabricated on a single wafer using GLAD (Lee et al., 2017).

The results emphasize that metal-oxide nanocolumn gas sensors are highly sensitive, selective, and scalable solutions for fire detection. By identifying toxic gases prior to visible smoke emission, these sensors could dramatically improve evacuation time and reduce fatalities caused by inhalation of hazardous compounds in fire scenarios. Thus, nanostructured gas-based fire detection represents a powerful advancement beyond traditional smoke-based systems (Lee et al., 2017)[4].

2.3. Thermal Fire Detection Systems

Fire detection systems for outdoor environments such as bio-fuel depots can be designed using thermal cameras, which are mounted on existing lighting poles to achieve wide area coverage. These depots are often very large, with piles of material reaching tens of thousands of cubic meters, and it is not feasible to fully cover every section due to the high cost of surveillance. A practical solution is therefore to find compromise designs that balance the trade-off between cost and coverage, where customers generally accept coverage rates in the range of 70–95% (Quttineh et al.).

Thermal cameras typically cost a few thousand euros each, and a full system may require between 5 and 20 cameras depending on the layout of the depot. The placement of cameras is not straightforward, since visibility depends on pile locations, pole heights, and camera directions. In manual planning, salesmen often rely on maps and experience, but this process is time-consuming, subjective, and may result in suboptimal coverage or unnecessary additional cameras, which raises system costs (Quttineh et al.).

To address this, the placement problem is formulated as a bi-objective optimization model with the goals of minimizing total system cost and maximizing coverage of designated pile areas. The model discretizes the depot into cells that represent the piles, and each possible camera position and orientation is defined as a Positioned and Aimed camera Model (PAM). A visibility matrix records which cells can be monitored by which PAMs, and the optimization then seeks non-dominated solutions that provide efficient trade-offs between cost and coverage (Quttineh et al.)[5].

Since exact algorithms are impractical for the large-scale problems encountered in real depots, the approach employs fast greedy-type heuristics to approximate the Pareto frontier. These heuristics allow quick exploration of many alternative camera placements, providing both salesmen and customers with clear

ISSN 3030-3907

options that highlight cost–coverage trade-offs. The method has been implemented in a decision support software currently in use by Termisk Systemteknik, which makes the design process more transparent, less dependent on individual skills, and typically more effective than manual planning (Quttineh et al.)[5].

Table-1.

Summary of Works reviewed on traditional sensor-based fire detection

Author(s) and Year	Technique Used	Contribution	Research Gap
Liu et al., 2025	Smoke sensing with MQ-7 sensor, STM32 microcontroller, NB-IoT module, photovoltaic panel + supercapacitor	Sustainable smoke detection terminal with solar charging, supercapacitor storage, NB-IoT communication; real-time monitoring; reduced operational cost; eco-friendly	Battery replacement issue solved, but limited to campus/public place deployment; performance in complex outdoor environments not discussed
Lee et al., 2017	Gas-based chemoresistive sensors using metal-oxide nanocolumns (NiO, SnO_2, WO_3, In_2O_3) fabricated with GLAD	Early-stage toxic gas detection before smoke formation; SnO_2 NCs detected gases at ~200°C while commercial detectors failed; NiO NCs achieved highest sensitivity (577.1) at 350°C; scalable fabrication (732 sensors per wafer)	Still requires optimization for real-world deployment; integration with full fire alarm systems not addressed
Quttineh et al., 2022	Thermal fire detection with outdoor thermal cameras and bi-objective optimization for camera placement	Cost-coverage optimization model for large depots; decision support software for efficient camera positioning; achieves 70–95% coverage with fewer	High camera cost; limited full coverage; solution still dependent on trade-offs; scalability for very large/complex depots requires further validation

ISSN 3030-3907

		cameras	

Fire Detection Systems Based on Computer Vision

Computer vision-based fire detection systems have gained increasing attention as an advanced alternative to conventional sensor-based approaches. Traditional systems often suffer from slow responses and high false alarm rates, which waste resources and reduce reliability. In contrast, computer vision leverages visual sensors to identify fire-related features such as smoke, flames, and unusual light patterns in real time. When combined with machine learning, these systems can learn from large datasets, recognize fire patterns more accurately, and adapt to different environments. This integration not only improves detection speed but also minimizes false alarms, making the systems more dependable for diverse applications, from residential buildings to outdoor industrial sites. Recent research highlights that computer vision and machine learning together provide a robust foundation for building intelligent, scalable, and highly reliable fire detection systems that contribute to public safety and disaster prevention(Ridhani et al., 2023)[6]

3.1. Fire Detection Based on Visual Features of Lithium Battery Combustion

In recent years, with the rise of environmental awareness, the use of new-energy electric vehicles has been steadily increasing, along with the rapid expansion of supporting infrastructure such as charging stations. Lithium-ion batteries, as the main power source, are widely adopted due to their high energy density, long lifespan, and lightweight properties. However, during fast charging, these batteries are prone to risks such as leakage, fire, or even explosion caused by thermal runaway, which can endanger vehicles, charging piles, and nearby facilities. This makes real-time monitoring of electric vehicle charging safety particularly critical.

Traditional fire detection methods relied mainly on handcrafted image features such as color, texture, and motion to recognize flames and smoke. While these approaches provided some capability in controlled environments, they often suffered from low accuracy and poor adaptability in complex outdoor scenes. They were also slow in response, which limited their effectiveness for real-time video monitoring. As a result, deep learning-based object detection methods, including two-stage approaches like Faster R-CNN and one-stage approaches such as SSD and YOLO, have become the mainstream due to their improved accuracy and speed in fire and smoke detection tasks[6].

Building on this progress, the study proposes an enhanced YOLOv5-based detection model tailored for fire and smoke features generated during lithium battery combustion, such as white smoke and deflagration flames. Key

ISSN 3030-3907

improvements include increasing convolutional kernels and residual structures to better detect small fire targets, applying K-means clustering to optimize anchor boxes for more accurate localization, and embedding a CBAM attention module to strengthen feature extraction. Together, these modifications significantly improve detection accuracy and robustness, while maintaining real-time performance, making the method more suitable for deployment in electric vehicle charging stations.

This study introduces an improved YOLOv5-based method for detecting fire and smoke features generated during lithium battery combustion in electric vehicles. Because the combustion process is complex and highly uncertain, conventional anchor boxes are not well suited to capture these patterns. To address this, the K-means clustering algorithm is applied to the dataset to generate anchor boxes that are more representative of flame and smoke locations. This refinement enhances both training efficiency and detection accuracy compared to using standard anchor settings.

The YOLOv5 architecture itself is designed for end-to-end real-time object detection and is composed of an input stage, a backbone for feature extraction, a neck for feature fusion, and a head for multi-scale prediction. Mosaic data augmentation enriches the input images and improves the robustness of the network. The backbone integrates Focus and CSPNet structures, which strengthen feature representation while maintaining computational efficiency. The neck employs PANet and SPP modules to merge features across different scales and expand the receptive field, while the head generates outputs at multiple resolutions to better detect objects of varying sizes.

To further improve performance, a convolutional block attention module (CBAM) is embedded after the backbone. This mechanism adaptively emphasizes meaningful features and suppresses background noise by applying both channel and spatial attention. As a result, the network focuses more effectively on fire and smoke regions while minimizing the influence of irrelevant information.

In addition, the number of residual blocks and convolutional kernels in the network is adjusted to increase its depth and width, which enhances its ability to capture small-scale combustion features. Combined with the optimized anchor boxes and the CBAM module, these improvements significantly boost the accuracy, robustness, and real-time performance of YOLOv5, making it well suited for monitoring safety during electric vehicle charging.

The dataset for this study was constructed to capture the complex combustion characteristics of lithium battery fires in electric vehicles. Early-stage events are often dominated by white smoke, followed by open flames and,

ISSN 3030-3907

eventually, black smoke from secondary ignition of surrounding structures. These variations, coupled with background similarities, make accurate feature identification challenging. To build a reliable dataset, images reflecting smoke and flame in diverse scenarios—such as charging station fires, sudden combustion during driving, and night-time ignition—were carefully selected. Using LabelImg, the flame and smoke regions were annotated with rectangular bounding boxes of varying sizes, accounting for partial occlusion and fusion with the sky. The final dataset contained 3,391 images following the VOC annotation specification, providing a strong foundation for model training.

The experiments were conducted on a platform equipped with an Intel Xeon Gold 6130H CPU, NVIDIA RTX3060 GPU (24GB), 32 GB RAM, and a Windows environment using PyTorch. Transfer learning was applied by initializing the network with YOLOv5 weights pretrained on the COCO dataset, accelerating convergence and improving detection quality. The training was carried out over 100 epochs with a confidence threshold of 0.5. In the first 50 epochs, the batch size was set to 8, later reduced to 4 for stability. Input images were resized to 416×416, and Adam optimizer was employed. Evaluation metrics included mean average precision (mAP), precision, recall, and F1-score, with classification divided into TP, FP, TN, and FN categories[7].

A series of experiments was conducted to compare YOLOv5 models with different widths and depths. The results, presented in Table 3, demonstrate that YOLOv5-l achieved the highest overall performance, with mAP of 93.99%, precision around 89.74% (fire) and 94.12% (smoke), and recall of 83.67% (fire) and 91.60% (smoke). Its F1-scores were 0.87 and 0.93 for fire and smoke respectively. YOLOv5-s, with lower depth and width multipliers, still achieved competitive mAP (92.67%), but YOLOv5-x performed relatively worse, with reduced accuracy and F1-scores, highlighting that excessive scaling can negatively impact detection. Thus, YOLOv5-l was identified as the most balanced configuration for feature extraction and detection of combustion events.

Further comparisons were made using different backbone networks for feature extraction. According to Table 4, CSPDarknet proved to be the most effective backbone, achieving an mAP of 87.97% with an average FPS of 25.04. While this mAP was slightly lower than SwinTransformer-Tiny (90.08%), CSPDarknet offered a much higher detection speed, making it more suitable for real-time monitoring. ConvNext variants performed less favorably, with ConvNext-Tiny and Small showing lower F1-scores (0.68–0.70 range) and weaker robustness against small object detection. The CSPDarknet backbone thus provided a strong trade-off between accuracy and computational efficiency, enabling the

ISSN 3030-3907

system to capture subtle features of fire and smoke.

The effect of incorporating attention mechanisms was also evaluated. SENet, ECANet, and CBAM were embedded into the YOLOv5-l + CSPDarknet network for comparison. The results revealed that CBAM achieved the best performance, increasing detection accuracy while adding negligible computational overhead (<0.01% additional parameters). By adaptively weighting channel and spatial features, CBAM improved localization of flames and smoke while suppressing irrelevant background noise. This enhancement further confirmed the value of attention mechanisms in safety-critical monitoring applications[7].

When integrating the optimal network settings—YOLOv5-l with CSPDarknet backbone, 3 residual bases, convolutional kernel base of 64, and CBAM attention module—the system achieved the highest performance among all tested configurations. This improved model demonstrated strong capability in identifying both flame and smoke across diverse conditions. Notably, it was able to detect smaller targets and remained resilient against background interference, two essential qualities for reliable real-world deployment.

Comparative experiments between unimproved and improved versions of YOLOv5 showed clear benefits of the modifications. As illustrated in Figure 13, the enhanced model produced more precise bounding boxes around flame and smoke regions and exhibited stronger robustness across varied scenarios, such as night fires and partial occlusion cases. The improved algorithm was especially effective at identifying rapid lithium battery combustion events, where temperature spikes can trigger cascading ignition of surrounding materials, leading to full-vehicle fires.

In summary, the combination of carefully curated datasets, optimized network width and depth, CSPDarknet backbone, and CBAM attention mechanism yielded a highly effective fire detection system. The final model achieved a balance between high mAP (94% range), strong F1-scores (~0.90), and real-time performance with FPS exceeding 25, demonstrating that it can be practically deployed in electric vehicle charging stations and production platforms to enhance safety monitoring.

A feature-based target detection algorithm is proposed to enable real-time monitoring of flames and smoke in the complex scenarios of electric vehicle charging, addressing critical safety risks. Through comparative experiments, the most suitable detection model for EV charging safety was identified and further improved by incorporating the CBAM attention mechanism, achieving superior performance over several established algorithms in terms of detection accuracy (94.09%), robustness against interference, and real-time efficiency. The

ISSN 3030-3907

algorithm's lightweight design also allows cost-effective deployment on mobile devices, making it a practical solution for enhancing the safety of charging stations. Moreover, its applicability extends to future unmanned charging facilities, as well as the production, transportation, and storage of lithium batteries, offering a versatile tool for ensuring safety in diverse lithium battery-related environments[8].

3.2. Deep Learning-Based Fire Detection in Ship Environments Using Enhanced YOLOv7 Architecture

Shipping has long been one of the most essential means of transportation, covering vast areas of the Earth's oceans. Since the 15th century, the rapid expansion of maritime transport has enabled global trade and travel, significantly influencing social and natural environments. With technological progress, ships have become more advanced and reliable; however, they also present serious safety challenges, among which fire is one of the most frequent and hazardous threats. Fires on ships are particularly dangerous due to the presence of flammable cargo such as oil, gas, coal, or wood, and because of the isolated nature of the sea environment where external firefighting support is limited. These conditions make early detection and efficient fire suppression crucial to minimizing potential loss of life and property.

Traditional fire detection systems onboard ships typically rely on physical sensors such as flame, smoke, and heat detectors connected to a central alarm panel. These systems provide visual and audible alerts when fire is detected. However, they also require human intervention to verify alarms and often cannot reliably distinguish between smoke and flames, which may result in false alarms. Additionally, such systems detect fire only after it has developed to a dangerous stage, making them less effective for early intervention. In maritime settings, even short delays can be extremely costly, both in terms of financial damage and safety risks[9].

To address these limitations, recent studies have increasingly focused on computer vision and deep learning-based fire detection. Convolutional Neural Networks (CNNs) have demonstrated strong performance in analyzing visual data, automatically extracting features, and distinguishing between fire, smoke, and other elements in complex environments. Researchers have developed CNN-based architectures and temporal models to improve detection accuracy while reducing false alarms. Some approaches, such as lightweight CNNs and the Detection and Temporal Accumulations (DTA) method, have been designed to handle challenging conditions like smoke misclassification and short-term flame variations. Although these models show improved results compared to traditional methods, they can still face issues with computational cost, dataset limitations, and

ISSN 3030-3907

ambiguous image features.

Among the deep learning frameworks, the YOLO (You Only Look Once) family of algorithms has gained particular attention due to its real-time detection capability and efficiency. YOLO-based methods divide images into grids and detect objects quickly, making them suitable for time-critical applications such as fire detection. Studies using YOLOv3, YOLOv4, and YOLOv5 have proposed improvements like depth-separable convolutions, enhanced clustering, and better feature fusion techniques to detect flames at different scales and under varying conditions. More recent models, such as YOLOv6 and YOLOv7, address the limitations of computational cost and accuracy, offering improved performance in detecting small or ambiguous fire regions. These advancements highlight the growing effectiveness of deep learning in providing timely, accurate fire detection solutions for the maritime industry[10].

Fire Dataset Description. To train the fire detection model, a comprehensive dataset was constructed by collecting fire images from multiple sources. The initial set included images and frames from internet videos, captured under varying angles, lighting, and focal conditions to ensure diversity. Since the quantity of fire images remained insufficient, publicly available resources such as Roboflow and Kaggle were incorporated. This resulted in a total of 4186 fire images representing flames and burning scenarios under both daytime and nighttime conditions, thereby enhancing the system's generalization ability.

To further improve robustness, 436 non-fire images were added, capturing ordinary shipboard environments without fire. Together, the dataset comprised 4622 images, split into 70% training, 10% testing, and 20% validation. Importantly, the test set emphasized realistic images, as the ultimate goal was for the system to perform reliably under real-world conditions. Figures illustrating sample fire and shiproom images highlight the dataset's diversity[11].

Data Augmentation and Annotation. Despite the dataset's size, the possibility of overfitting was high, particularly due to recurring visual patterns. To counter this, data augmentation was applied, including geometric transformations such as scaling, rotation, cropping, flipping, and contrast adjustment. These operations not only doubled the dataset size but also increased its variability, enabling the model to recognize fires under challenging conditions like poor lighting or sun reflections.

Annotation played a crucial role in preparing the dataset. Bounding boxes were carefully designed to avoid being either too broad or too restrictive, ensuring that the model learned accurate feature representations. By maintaining a balance in annotation precision, the risk of false generalizations during training was

ISSN 3030-3907

minimized.

Methodology Overview. The YOLO family of models served as the foundation for this study, chosen for their real-time object detection capabilities. YOLO divides an image into grids, predicting bounding boxes and class probabilities within each cell. Over its versions, YOLO has evolved significantly in both speed and accuracy. Early models like YOLOv1 and YOLOv2 were limited in detecting small objects, while YOLOv3 improved with multi-scale anchors but still faced memory challenges. Later versions (YOLOv4, YOLOv5, YOLOv6) progressively enhanced accuracy and computational efficiency through advanced training strategies and dense anchor boxes.

YOLOv7 Architecture. YOLOv7, the core of this work, surpasses its predecessors by introducing the E-ELAN backbone network and improved feature fusion techniques. It integrates bag-of-freebies methods that raise accuracy during training without reducing inference speed. YOLOv7 also incorporates re-parameterized convolutions (RepConv), which consolidate multiple convolutional modules into a single inference step, streamlining performance. One of the model's strengths is its adaptability across multiple configurations, including YOLOv7, YOLOv7-tiny (optimized for edge devices), YOLOv7-W6 (for cloud GPUs), and YOLOv7-X/E6/D6 (scaled for larger datasets). Benchmark results show YOLOv7 achieving up to 161 frames per second (fps) with an average precision (AP50) of 69.7%, outperforming earlier versions in both speed and accuracy[12].

Object Detection Process. In operation, YOLOv7 divides an input image into uniform grids, predicting objects within each region using bounding boxes and probability scores. To manage redundant predictions, it applies non-maximum suppression (NMS), retaining only the boxes with the highest probability and discarding overlaps with lower confidence scores. This ensures that only the most accurate detections remain, as demonstrated in Figure 5 of the original study.

IoU and Evaluation Metrics. Model performance was evaluated using multiple metrics, with Intersection over Union (IoU) serving as a key measure. IoU quantifies the overlap between predicted bounding boxes and ground truth objects, providing insight into localization accuracy. Alongside IoU, metrics such as average precision (AP), mean average precision (mAP), F1 scores, and recall were also applied to comprehensively assess the detection quality[9].

Scaling and Optimization. Unlike prior models that scaled network dimensions independently, YOLOv7 introduces a novel compound scaling approach, simultaneously adjusting depth and width while preserving optimization across layers. This design allows the model to balance computational efficiency with detection performance, making it suitable for real-world deployment in

ISSN 3030-3907

challenging maritime environments[13].

Overall, YOLOv7 demonstrates superior capability in fire detection compared to its predecessors. Its efficient backbone architecture, high processing speed, and adaptability across device types make it highly effective for detecting small-scale fires in ship environments. By leveraging a robust dataset, careful annotation, and augmentation strategies, the system achieves both precision and resilience, providing a practical solution for enhancing onboard safety through real-time fire detection.

Experimental Results and Discussion. The proposed ship fire detection system was implemented and tested on high-performance hardware and evaluated using multiple object detection metrics. The model was trained with a dataset of 4622 annotated fire and non-fire images, leveraging YOLOv6 and YOLOv7 architectures for comparative analysis. Performance was assessed through accuracy, precision, recall, F1 score, and mean average precision (mAP), which are widely recognized measures of detection quality.

The YOLOv7-based system demonstrated strong results, achieving 93% accuracy, 94% precision, 90% recall, and an F1 score of 86%. These outcomes indicate a reliable balance between minimizing false alarms and ensuring sensitivity to actual fire events. The mAP value further confirmed robust detection capability, highlighting the model's suitability for real-time maritime applications.

Experimental analysis showed that the system was effective across varied environmental conditions. Tests under both daylight and low-light scenarios confirmed the model's adaptability, with consistent detection of flames and fire regions. This resilience to lighting variation is particularly valuable for maritime safety, where operational conditions can fluctuate significantly[14].

A comparison with previously published methods emphasized YOLOv7's advantages. While traditional CNN-based approaches and earlier YOLO versions performed well in general detection tasks, the proposed model achieved superior results in distinguishing fire from non-fire objects, handling small flames, and operating under complex shipboard conditions. Such improvements highlight YOLOv7's architectural strengths, including enhanced feature fusion and efficient backbone design.

Despite its effectiveness, several limitations were observed. The system occasionally misclassified fire-like objects—such as intense lighting, sunlight reflections, or bright bulbs—as flames. These false detections stem from visual similarities between fire and certain light sources. Expanding and diversifying the dataset was identified as a key strategy to mitigate this issue. Moreover, the current system is optimized for flame detection but is less effective in identifying smoke,

ISSN 3030-3907

which remains an important factor in early fire recognition[15].

This study presented a YOLOv7-based fire detection framework tailored for ship environments, offering real-time monitoring with high accuracy and reliability. By combining a diverse dataset, data augmentation, and deep learning enhancements, the model achieved competitive performance, surpassing several existing approaches. Its ability to detect small-scale fires promptly supports early response measures, reducing the risk of catastrophic incidents at sea.

The integration of YOLOv7 demonstrates significant potential for improving maritime fire safety. However, future research should focus on extending the dataset, incorporating smoke detection, and addressing challenges posed by low-illumination conditions. Such advancements would further strengthen the model's robustness and expand its applicability across diverse real-world maritime scenarios.

Table-2.

Summary of Works reviewed on computer vision based fire detections.

Author(s) & Year	Algorithm	Dataset	Contribution (Results)	Research Gap / Limitation
Kuldoshbay Avazov et al., (2023)	YOLOv7-based deep learning, CNN	Custom ship fire dataset (day & night images, rotated datasets, augmented)	High accuracy in detecting small/localized fires on ships; reduced false positives using logistic classification + BCE loss; improved real-time detection	Needs more robust training for rare cases like **engine room fires**; dataset still limited to controlled ship scenarios
Hasnat Jamee et al., (2023)	YOLOv8 (one-stage detector, anchor-free)	Public fire/smoke datasets + real-world fire video sequences	Achieved **96.7% detection accuracy**, with **high real-time performance** (fast inference speed) and strong generalization	Computationally heavy for edge/mobile devices; performance drops in very low-light/night scenarios

ISSN 3030-3907

Yibing Ma et al., (2022)	Thermal camera + person detection (hybrid IoT + CV system)	Indoor thermal image dataset (self-collected)	Early fire detection with **90%+ accuracy** in controlled tests; person detection allows evacuation alerts	Limited to **indoor environments**; depends heavily on thermal camera (expensive & less scalable); small dataset
Arnisha Khondaker et al., (2020)	Enhanced chromatic segmentation + optical flow (Lucas–Kanade tracker)	MIVIA, Zenodo, YouTube, and custom fire/no-fire videos (indoor, outdoor, forest)	**97.2% average accuracy**, reduced **false positive rate to 2.21%**, effective across multiple fire scenarios	Recall, precision, F1 not explicitly reported; computational cost higher than simple methods; needs testing on larger real-time streams

CONCLUSION

Fire detection remains a critical area of research due to its direct implications for human safety, infrastructure protection, and environmental preservation. Traditional sensor-based systems, including smoke, gas, and thermal detectors, have long served as reliable and cost-effective solutions, particularly in confined indoor environments. However, they suffer from inherent limitations such as delayed response times, limited coverage, and vulnerability to false alarms. Recent advancements in nanostructured gas sensors, photovoltaic-powered smoke detectors, and optimized thermal camera placement demonstrate incremental improvements, yet scalability and adaptability to complex real-world conditions remain key challenges.

In contrast, computer vision and deep learning-based fire detection approaches have shown remarkable potential in addressing these limitations. By leveraging large-scale datasets and advanced models such as YOLOv5, YOLOv7, and YOLOv8, these systems achieve real-time detection with high accuracy, robust generalization, and adaptability across diverse environments—from electric vehicle charging stations to maritime vessels. Furthermore, attention mechanisms (e.g., CBAM) and architectural optimizations enhance their ability to capture small-scale fire features, reduce false alarms, and improve deployment feasibility. Nevertheless, challenges persist regarding computational cost, low-light

ISSN 3030-3907

performance, and the need for more diverse datasets covering rare and complex scenarios.

The comparative analysis suggests that neither paradigm alone provides a complete solution. Traditional sensors remain valuable in low-cost, small-scale deployments, while computer vision-based approaches are shaping the future of intelligent, real-time, and large-scale fire monitoring. A promising direction lies in the integration of both methods into hybrid fire detection frameworks, combining the robustness of sensors with the intelligence of vision systems. Such synergy could enable earlier warnings, predictive analytics, and seamless integration into smart safety infrastructures. Future research should focus on building scalable hybrid models, enhancing dataset diversity, optimizing algorithms for edge deployment, and addressing environmental challenges such as low visibility and outdoor variability. By advancing toward intelligent, resilient, and adaptive fire detection systems, the field can better safeguard human life, infrastructure, and ecosystems against the growing risks of fire in an increasingly complex world.

REFERENCES

1. Hassan, A., & Audu, A. I. (2022). Traditional sensor-based and computer vision-based fire detection systems: A review. University of Maiduguri.
2. Liu, Y., Miao, F., Su, W., & Li, X. (2021). Design of NB-IoT smoke sensing terminal based on photovoltaic and supercapacitor power supply. Journal of Physics: Conference Series, 1885, 052008.
3. Sulthana, S. F., Wise, C. T. A., Ravikumar, C. V., Anbazhagan, R., Idayachandran, G., & Pau, G. (2023). Review study on recent developments in fire sensing methods. IEEE Access, 11, 90269–90282.
4. Wang, B., Zhao, X., Zhang, Y., Song, Z., & Wang, Z. (2024). A capacitive particle-analyzing smoke detector for very early fire detection. Sensors, 24(5), 1692.
5. Khan, F., Khan, A., & Wang, Y. (2022). Recent advances in sensors for fire detection. Sensors, 22(19), 7450.
6. Quttineh, N. H., Olsson, P. M., Larsson, T., & Lindell, H. (2022). An optimization approach to the design of outdoor thermal fire detection systems.
7. Khondaker, A., Khandaker, A., & Uddin, J. (2020). Computer Vision-based Early Fire Detection Using Enhanced Chromatic Segmentation and Optical Flow Analysis Technique.
8. Rahman, S., & Muhammad, S. (2024). Real-time smoke and fire detection using You Only Look Once v8-based advanced computer vision and deep learning. International Journal of Advances in Applied Sciences, 13(4), 987-999. https://doi.org/10.11591/ijaas.v13.i4.pp987-999

ISSN 3030-3907

9. Liu, Y., et al. (2021). Design of NB-IoT smoke sensing terminal based on photovoltaic and supercapacitor power supply. Journal of Physics: Conference Series, 1885, 052008.
10. Sulthana, S. F., Wise, C. T. A., Ravikumar, C. V., Anbazhagan, R., Idayachandran, G., & Pau, G. (2023). Review study on recent developments in fire sensing methods. IEEE.
11. Wang, B., Zhao, X., Zhang, Y., Song, Z., & Wang, Z. (2024). A capacitive particle-analyzing smoke detector for very early fire detection.
12. Dewangan, A., Pande, Y., Braun, H.-W., Vernon, F., Perez, I., Altintas, I., Cottrell, G. W., & Nguyen, M. H. (2021). FIgLib and SmokeyNet: Dataset and deep learning model for real-time wildland fire smoke detection. arXiv preprint arXiv:2107.08364.
13. Pereira, G. H. A., Fusioka, A. M., Nassu, B. T., & Minetto, R. (2021). Active fire detection in Landsat-8 imagery: A large-scale dataset and a deep-learning study. arXiv preprint arXiv:2007.04258.
14. Kim, S. Y., Lee, J., & Park, J. (2023). Forest fire smoke detection based on deep learning. Sensors, 23(4), 2012.
15. Diaconu, B. M., Nicolescu, R., & Popescu, D. (2023). Recent advances and emerging directions in fire detection with machine learning. Fire, 6(3), 97.

ISSN 3030-3907

OQ JO‘XORINING SHO‘RLANISH DARAJASI TURLICHA BO‘LGAN HUDUDLARDA O‘SISH FIZIOLOGIYASINING ASOSLARI

Jo‘rayeva Ozoda Toirovna
Buxoro davlat universiteti Biologiya kafedrasi, B.f.f.d.PhD.
E-mail: Ozodajorayeva74@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0526-5003

Annotatsiya. Maqolada oq jo‘xorining sho‘rlanish darajasi turlicha bo‘lgan tuproqlarda o‘sish fiziologiyasi tahlil qilingan. Sho‘rlanish unib chiqish, ildiz va barg rivojlanishi, fotosintez hamda biomassa yig‘ilishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi qayd etilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, past va o‘rtacha sho‘rlanishda o‘simlik moslashuv mexanizmlarini ishga solsa, yuqori sho‘rlanishda fotosintetik faoliyat va hosildorlik keskin kamayadi. Olingan xulosalar oq jo‘xorining sho‘rga chidamli navlarini yaratish hamda agronomik texnologiyalarni takomillashtirishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar. Oq jo‘xori, sho‘rlanish, o‘sish fiziologiyasi, fotosintez, ildiz tizimi, barg yuzasi, hosildorlik, moslashuv mexanizmlari, suv rejimi, ion almashinuvi, osmotik bosim, stressga chidamlilik, biomassa yig‘ilishi, agrotexnologiya, seleksiya.

Annotation. This article focuses on the development and support of gifted students within the context of global comparative education. The study analyzes effective approaches and strategies for working with gifted students based on the Finnish education system experience. It examines the role of teachers, individualized approaches, and the impact of modern methods on students’ academic and social development. The findings contribute to the implementation of advanced practices for nurturing gifted students and improving educational systems.

Key words. Sorghum, salinity, growth physiology, photosynthesis, root system, leaf area, productivity, adaptation mechanisms, water regime, ion exchange, osmotic pressure, stress tolerance, biomass accumulation, agronomic practices, plant breeding.

Аннотация. В статье рассмотрена физиология роста сорго на почвах с различной степенью засоленности. Установлено, что засоленность значительно влияет на прорастание семян, развитие корней и листьев, фотосинтез и накопление биомассы. Исследование показало: при низкой и средней засоленности активируются механизмы адаптации, тогда как при высокой резко снижаются фотосинтетическая активность и урожайность. Полученные результаты имеют важное значение для селекции солеустойчивых сортов сорго и совершенствования агротехнологий.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: сорго, засоленность, физиология роста, фотосинтез, корневая система, листовая поверхность, урожайность, механизмы адаптации, водный режим, ионный обмен, осмотическое давление, устойчивость к стрессу, накопление биомассы, агротехнология, селекция.

Kirish.

Oq jo‘xori (Sorghum bicolor) dunyo bo‘ylab eng muhim donli va yem-xashak ekinlaridan biri hisoblanib, uning qurg‘oqchilik va yuqori harorat sharoitlariga chidamliligi tufayli global oziq-ovqat xavfsizligida alohida o‘rin egallaydi. So‘nggi yillarda iqlim o‘zgarishi va antropogen omillar ta’sirida tuproqning sho‘rlanishi keng hududlarni qamrab olayotgani kuzatilmoqda. Xususan, Markaziy Osiyo, jumladan, O‘zbekiston sharoitida sho‘rlanish sug‘oriladigan dehqonchilik samaradorligiga jiddiy xavf tug‘dirib, ekinlarning hosildorligi va sifat ko‘rsatkichlarini keskin pasaytiradi. Sho‘rlanish jarayoni tuproqning fizik-kimyoviy muvozanatini buzadi, o‘simliklarning suv va oziq moddalarni o‘zlashtirish imkoniyatlarini cheklaydi hamda ionlar (natriy, xlor va boshqalar)ning ortiqcha to‘planishiga olib keladi. Natijada o‘simliklarda osmotik bosim oshadi, fotosintez jarayoni sekinlashadi, ildiz va barglarning normal rivojlanishi izdan chiqadi. Shu sababli sho‘r tuproqlarda o‘sadigan ekinlarning fiziologik javob mexanizmlarini chuqur o‘rganish dolzarb ilmiy va amaliy vazifalardan biri sanaladi.

Oq jo‘xori sho‘rlanishga nisbatan nisbatan chidamli ekinlardan bo‘lsa-da, sho‘r darajasining turlicha bo‘lishi uning o‘sish sur’ati, biomassa hosil qilishi, ildiz tizimi rivojlanishi, barg yuzasi maydoni va fotosintetik faoliyatida sezilarli farqlarni yuzaga keltiradi. Shuning uchun oq jo‘xorining sho‘rlangan tuproqlarda o‘sish fiziologiyasini tahlil qilish nafaqat nazariy, balki amaliy ahamiyatga ham ega. Bu ilmiy izlanishlar kelajakda sho‘rga chidamli navlarni yaratish, agrotexnologik tadbirlarni takomillashtirish hamda resurslardan oqilona foydalanishga asos bo‘lib xizmat qiladi. Sho‘rlanish global miqyosda qishloq xo‘jaligi uchun jiddiy muammo hisoblanadi. Tuproq sho‘rlanishi nafaqat o‘simliklarning o‘sish sur’atini kamaytiradi, balki hosildorlik va oziq-ovqat xavfsizligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, sho‘rlangan hududlarda ekinlarni yetishtirishda sho‘rga chidamli navlarni aniqlash va ularni rivojlantirish muhim ahamiyatga ega. Oq jo‘xori sho‘rlanish sharoitida nisbatan chidamli ekinlardan biri sifatida e’tiborga loyiqdir. Uni turli tuproq va iqlim sharoitlarida o‘rganish nafaqat o‘simlikning fiziologik javob mexanizmlarini aniqlash, balki sho‘rlangan hududlarda barqaror qishloq xo‘jaligini rivojlantirish imkonini beradi. Shu bilan birga, ilmiy tadqiqotlar oq jo‘xorining sho‘rlanishga nisbatan moslashuv mexanizmlari — osmotik bosimni saqlash, ion almashinuvi, himoya fermentlari

ISSN 3030-3907

faolligi kabi jarayonlarni chuqur tushunishga yordam beradi. Maqola shuningdek, sho‘rlangan hududlarda ekinlarni ekish va parvarishlashning amaliy jihatlarini ham yoritadi. Tadqiqot natijalari kelajakda sho‘rga chidamli oq jo‘xori navlarini tanlash, agronomik texnologiyalarni optimallashtirish va resurslardan samarali foydalanish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish imkonini beradi. Shu nuqtai nazardan, ushbu tadqiqot nafaqat nazariy, balki amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, qishloq xo‘jaligi mutaxassislari, agronomlar va selektsiyachilar uchun foydali manba bo‘ladi. Oq jo‘xori (Sorghum bicolor L.) dunyo bo‘ylab muhim donli va yem-xashak ekinlardan biri sifatida e’tiborga loyiqdir. Uning qurg‘oqchilik va sho‘rlangan tuproqlarga nisbatan yuqori chidamliligi global oziq-ovqat xavfsizligi va qishloq xo‘jaligi barqarorligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. So‘nggi yillarda iqlim o‘zgarishi, tuproq sho‘rlanishi va suv resurslarining cheklanganligi oqibatida qishloq xo‘jaligida samarali hosil olish muammosi yanada dolzarb bo‘lib qolmoqda. Sho‘rlanish o‘simliklar fiziologiyasiga murakkab ta’sir ko‘rsatadi. U fotosintez jarayonini sekinlashtiradi, ildiz va barglarning rivojlanishini cheklaydi, ion almashinuvi va osmotik bosimni o‘zgartiradi. Shu sababli, sho‘rlanish sharoitida o‘sadigan ekinlarning moslashuv mexanizmlarini aniqlash va ularni o‘rganish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb vazifa hisoblanadi.

Oq jo‘xorining turli genotiplari sho‘rlanishga turlicha chidamlilik ko‘rsatadi. Ba’zi navlar past va o‘rtacha sho‘rlanish sharoitida yuqori biomassa hosil qilsa, ba’zilari hatto yuqori sho‘rlanish sharoitida ham o‘sish sur’atini saqlay oladi. Shu sababli, ushbu tadqiqot oq jo‘xorining turli sho‘rlanish darajalarida o‘sish fiziologiyasi, fotosintez faoliyati, ildiz tizimi rivojlanishi va hosildorlik ko‘rsatkichlarini aniqlashga qaratilgan. Maqola natijalari kelajakda sho‘rga chidamli navlarni tanlash, agrotexnologik tavsiyalar ishlab chiqish va resurslardan samarali foydalanish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga asos yaratadi. Shu nuqtai nazardan, ushbu tadqiqot nafaqat nazariy, balki amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, qishloq xo‘jaligi mutaxassislari, agronomlar va selektsiyachilar uchun foydali ilmiy manba bo‘ladi.

Adabiyotlar tahlili. Oq jo‘xorining sho‘rlangan tuproqlardagi o‘sish fiziologiyasini o‘rganish bo‘yicha dunyo bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan. Sho‘rlanish o‘simliklar uchun stress omili bo‘lib, u fotosintez jarayoniga, osmotik muvozanatga va ion almashinuviga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi [1]. Xususan, Sho‘r va qurg‘oqchilik sharoitida o‘simliklarning ildiz tizimi faoliyatini o‘rganish orqali suvni va oziq moddalarni samarali o‘zlashtirish mexanizmlari aniqlangan [2]. Biroq, oq jo‘xorining turli genotiplari sho‘rlanish sharoitiga nisbatan har xil darajada chidamlilik ko‘rsatadi. Masalan, ba’zi genotiplar osmotik bosimni muvofiqlashtirish orqali yuqori sho‘rlanish sharoitida ham o‘sish sur’atini saqlay

ISSN 3030-3907

oladi, boshqalari esa fotosintez faoliyati va barg maydonini kamaytiradi [3]. Shu bilan birga, sho‘rlangan tuproqlarda hosildorlikni saqlash mexanizmlari o‘simliklarning ionlarni saralash va himoya fermentlari faolligi bilan bog‘liq ekanligi ko‘rsatildi [4]. Shuningdek, tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, o‘simliklarda sho‘rlanish natijasida suv rejimi va osmotik bosimni tartibga soluvchi mexanizmlar ishga tushadi. Bu mexanizmlar ildiz tizimi rivojlanishini rag‘batlantiradi va sharoitga moslashuvchanlikni oshiradi [5]. Sho‘r tuproqlarda o‘sadigan oq jo‘xorining moslashuv mexanizmlarini o‘rganish kelajakda sho‘rga chidamli navlarni yaratish va agronomik texnologiyalarni takomillashtirishda muhim ilmiy manba bo‘lib xizmat qiladi [6]. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, turli sho‘rlanish sharoitlarida oq jo‘xorining o‘sish fiziologiyasi va hosildorlik ko‘rsatkichlarini o‘rganish nafaqat nazariy, balki amaliy ahamiyatga ega. Bu ilmiy izlanishlar selektsiya ishlarini rivojlantirish va sho‘rlangan hududlarda barqaror qishloq xo‘jaligini ta’minlash imkonini beradi [7].

Materiallar va usullar. Materiallar: Tadqiqotning obyekti sifatida **oq jo‘xori (Sorghum bicolor L.)**ning turli genotiplari tanlandi. Tajribalar O‘zbekistonning sho‘rlangan va yarimsho‘r tuproqli hududlarida amalga oshirildi. Tuproq sho‘rlanish darajasi past (0,5–2,0 dS/m), o‘rtacha (2,1–4,0 dS/m) va yuqori (4,1–6,0 dS/m) bo‘lgan uch turli zonalarda o‘simliklar ekildi. Har bir genotip har bir sho‘rlanish sharoitida uch replikat bilan ekildi, bu esa natijalarni statistik jihatdan ishonchli qilish imkonini berdi. O‘sish ko‘rsatkichlarini baholash: Oq jo‘xorining unib chiqish sur’ati, ildiz tizimi uzunligi, barg maydoni, o‘sish balandligi va biomassa yig‘ilishi muntazam ravishda o‘lchandi. Har bir parametr o‘sishning boshlanishidan hosil yig‘ish davrigacha kuzatildi. Fiziologik ko‘rsatkichlar: Fotosintez va gaz almashinuvi Li-Cor 6400 infraqizil gaz analizatori yordamida barglar fotosintetik faoliyati va stomatal konduktivligi o‘lchandi. Ildiz va barg to‘qimalaridagi osmotik bosim osmometr yordamida aniqlangan. Na^+, K^+ va Cl^- konsentratsiyalari plazma va suv ekstrakti orqali spektrofotometrik usul bilan o‘lchandi. Shu bilan birga, superoksid dismutaza (SOD), katalaza (CAT) va peroksidaza (POD) kabi himoya fermentlari faoliyati spektrofotometrik tahlil orqali aniqlangan. Tuproqning fizik-kimyoviy xususiyatlari: Tuproq namligi, sho‘rlanish darajasi (elektrokonduktivlik), pH va tekstura o‘lchandi. Tuproq namligi har bir ekin davrida gidrometrik usul bilan o‘lchanib, sug‘orish rejimi moslashtirildi. Statistik tahlil: Olingan ma’lumotlar ANOVA (analiz variansiyasi) orqali tahlil qilindi. O‘simliklar o‘sish va fiziologik ko‘rsatkichlaridagi farqlarning ahamiyatliligi $p < 0,05$ darajasida baholandi. Natijalar GraphPad Prism va MS Excel dasturlari yordamida grafik ko‘rinishga keltirildi. Tajriba sharoitlari: Tajriba maydonlari quyosh nurining yetarlicha tushadigan, shamol va harorat sharoiti tekis

ISSN 3030-3907

bo‘lgan joylarda tashkil qilindi. O‘simliklar sug‘orish, begona o‘tlarni yo‘q qilish va boshqa agronomik parvarishlar bo‘yicha standart agrotexnika qoidalariga muvofiq yetishtirildi.

Tadqiqot muhokamasi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, tuproq sho‘rlanishi oq jo‘xorining o‘sish sur’ati, fotosintez faoliyati, barg maydoni va biomassa yig‘ilishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Past va o‘rtacha sho‘rlanish sharoitida o‘simliklar moslashuv mexanizmlarini ishga soladi: ildiz tizimi rivojlanishi kuchayadi, barg yuzasi kengayadi va fotosintetik faoliyat nisbatan barqaror bo‘ladi. Shu natijalar o‘simliklarning sho‘rlanish sharoitida o‘sish va rivojlanish mexanizmlarining moslashuvchanligini tasdiqlaydi. Yuqumli sho‘rlanish sharoitida esa oq jo‘xorining fotosintez sur’ati va stomatal konduktivligi keskin kamayadi, barg yuzasi maydoni qisqaradi, ildiz tizimi faoliyati cheklanadi va biomassa hosil bo‘lishi sezilarli darajada pasayadi. Shu bilan birga, o‘simliklarning himoya fermentlari (SOD, CAT, POD) faolligi oshishi stressga qarshi javob mexanizmlarini faollashtiradi, bu o‘simlikni yuqori sho‘rlanish sharoitida saqlab qolishga yordam beradi. Olingan ion tarkibi tahlillari shuni ko‘rsatdiki, yuqori sho‘rlanish sharoitida natriy va xlor ionlari to‘planishi oshadi, kaliy darajasi esa kamayadi. Bu ionlar muvozanati o‘simlikning osmotik bosimni saqlash va suvni o‘zlashtirish jarayonlariga bevosita ta’sir qiladi. Shu tarzda, sho‘rlangan tuproqlarda o‘simlikning o‘sish va rivojlanishi ionlar almashinuvi va osmotik moslashuv bilan chambarchas bog‘liq bo‘ladi.

Turli genotiplarda sho‘rlanishga nisbatan chidamlilik darajasi sezilarli farq qiladi. Ba’zi genotiplar past va o‘rtacha sho‘rlanish sharoitida yuqori biomassa hosil qilsa, yuqori sho‘rlanishda ham fotosintez va o‘sish sur’atini nisbatan barqaror saqlay oladi. Bu natija selektsiya va genotip tanlash ishlari uchun muhim ilmiy asos bo‘lib, kelajakda sho‘rga chidamli navlarni yaratishda qo‘llanilishi mumkin. Umuman olganda, tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, sho‘rlangan tuproqlarda oq jo‘xorining o‘sish fiziologiyasi va hosildorligi sho‘rlanish darajasi, ion almashinuvi, osmotik bosim va himoya fermentlari faoliyati kabi bir qator omillar bilan chambarchas bog‘liq. Bu natijalar o‘simliklarning moslashuv mexanizmlarini yanada chuqur o‘rganish va agrotexnologik tavsiyalar ishlab chiqish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, tuproq sho‘rlanishi oq jo‘xorining o‘sish sur’ati, fotosintez faoliyati, barg maydoni va biomassa yig‘ilishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Past va o‘rtacha sho‘rlanish sharoitida o‘simliklar moslashuv mexanizmlarini ishga soladi: ildiz tizimi rivojlanadi, barg yuzasi kengayadi va fotosintetik faoliyat nisbatan barqaror bo‘ladi. Bu natijalar shuni ko‘rsatadiki, oq jo‘xori sho‘rlanish sharoitida o‘sish jarayonini muvofiqlashtirishga qodir.

ISSN 3030-3907

Yuqumli sho‘rlanish sharoitida esa fotosintez sur’ati va stomatal konduktivlik kamayadi, barg maydoni qisqaradi, ildiz tizimi faoliyati cheklanadi va biomassa hosil bo‘lishi sezilarli darajada pasayadi. Shu bilan birga, o‘simliklarning himoya fermentlari (SOD, CAT, POD) faolligi oshadi, bu esa stressga qarshi javob mexanizmlarini faollashtirib, o‘simlikni yuqori sho‘rlanish sharoitida saqlashga yordam beradi. Olingan ion tarkibi tahlillari shuni ko‘rsatdiki, yuqori sho‘rlanish sharoitida natriy va xlor ionlarining to‘planishi oshadi, kaliy darajasi esa kamayadi. Bu ionlar muvozanati o‘simlikning osmotik bosimni saqlash va suvni o‘zlashtirish jarayonlariga bevosita ta’sir qiladi. Shu tarzda, sho‘rlangan tuproqlarda o‘simlikning o‘sish va rivojlanishi ionlar almashinuvi va osmotik moslashuv bilan chambarchas bog‘liq bo‘ladi. Turli genotiplarda sho‘rlanishga nisbatan chidamlilik darajasi sezilarli farq qiladi. Ba’zi genotiplar past va o‘rtacha sho‘rlanish sharoitida yuqori biomassa hosil qilsa, yuqori sho‘rlanishda ham fotosintez va o‘sish sur’atini nisbatan barqaror saqlab qoladi. Bu natijalar selektsiya va genotip tanlash ishlari uchun muhim ilmiy asos bo‘lib, kelajakda sho‘rga chidamli navlarni yaratishda qo‘llanilishi mumkin. Umuman olganda, tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, sho‘rlangan tuproqlarda oq jo‘xorining o‘sish fiziologiyasi va hosildorligi sho‘rlanish darajasi, ion almashinuvi, osmotik bos sim va himoya fermentlari faoliyati kabi bir qator omillar bilan chambarchas bog‘liq. Bu natijalar o‘simliklarning moslashuv mexanizmlarini yanada chuqur o‘rganish va agrotexnologik tavsiyalar ishlab chiqish imkonini beradi. Shu bilan birga, tadqiqot natijalari qishloq xo‘jaligi mutaxassislari va agronomlar uchun barqaror va samarali ekin yetishtirish strategiyalarini ishlab chiqishda asos bo‘lib xizmat qiladi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, tuproq sho‘rlanishi oq jo‘xorining o‘sish sur’ati, fotosintez faoliyati, barg maydoni va biomassa yig‘ilishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Past va o‘rtacha sho‘rlanish sharoitida o‘simliklar moslashuv mexanizmlarini ishga soladi, ildiz tizimi rivojlanadi va fotosintetik faoliyat nisbatan barqaror bo‘ladi. Shu bilan birga, yuqori sho‘rlanish sharoitida fotosintez sur’ati, stomatal konduktivlik va barg maydoni pasayadi, biomassa hosili kamayadi.

Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, oq jo‘xorining sho‘rlanishga chidamliligi genotipga bog‘liq bo‘lib, ba’zi navlar past va o‘rtacha sho‘rlanishda yuqori biomassa hosil qilsa, yuqori sho‘rlanish sharoitida ham fotosintez va o‘sish sur’atini nisbatan saqlab qoladi. Bu natijalar selektsiya va genotip tanlash ishlari uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari sho‘rlangan tuproqlarda oq jo‘xorining o‘sish fiziologiyasini chuqur o‘rganish imkonini beradi. Bu ilmiy izlanishlar kelajakda sho‘rga chidamli navlarni yaratish,

ISSN 3030-3907

agronomik texnologiyalarni optimallashtirish va resurslardan samarali foydalanish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqishda amaliy ahamiyatga ega. Shu bilan birga, tadqiqot natijalari qishloq xo‘jaligi mutaxassislari va agronomlar uchun barqaror va samarali ekin yetishtirish strategiyalarini ishlab chiqishda asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59, 651–681.
2. Flowers, T.J., & Colmer, T.D. (2008). Salinity tolerance in halophytes. New Phytologist, 179(4), 945–963.
3. Shabala, S., & Mackay, A. (2011). Ion transport in halophytes. Plant, Cell & Environment, 34(6), 1135–1149.
4. Ashraf, M., & Foolad, M.R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress tolerance. Environmental and Experimental Botany, 59(2), 206–216.
5. Munns, R., James, R.A., & Läuchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, 57(5), 1025–1043.
6. Koyro, H.-W. (2006). Effect of salinity on growth, photosynthesis, and yield of different Sorghum bicolor cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science, 192(2), 108–120.
7. Parida, A.K., & Das, A.B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60(3), 324–349.
8. Ashraf, M. (2010). Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. Biotechnology Advances, 28(1), 169–183.
9. Rengasamy, P. (2006). World salinization with emphasis on Australia. Journal of Experimental Botany, 57(5), 1017–1023.
10. Zeng, L., & Shannon, M.C. (2000). Salinity effects on seedling growth and yield components of rice. Crop Science, 40(4), 996–1003.

ISSN 3030-3907

SEOLIT SINTEZI USULLARI

Aripova Madina Xalimdjanovna
Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti o‘qituvchisi
Aminov Zayir
Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti dotsenti
Kodirov Orifjon Sharipovich
O‘zbekiston Milliy universiteti dotsenti
Kuchkarova Noila Xusnitdinovna
Islom Karimov nomidagi TDTU OF dotsenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy sanoat va ekologiya uchun dolzarb bo‘lgan material — seolitlarning sintez usullari keng yoritilgan. Seolitlar alyumosilikat asosidagi kristallik tuzilishga ega, ion almashinish xususiyati, selektiv adsorbsiyasi va katalitik faolligi bilan ajralib turadi. Maqolada seolitlarning tabiiy va sun’iy turlari, ularning molekulyar elaklik xossalari va struktura xususiyatlari bayon qilingan. Seolit sintezining asosiy usullari — gidrotermal sintez, sol-gel usuli, termal usul va mikroto‘lqinli sintez texnologik jarayonlari, afzallik va kamchiliklari bilan taqqoslab tahlil etilgan. Shuningdek, sintezga ta’sir qiluvchi omillar (harorat, pH, bosim, vaqt) hamda tabiiy seolitlarni modifikatsiyalash yo‘llari (ion almashinish, kislota ishlovi, termik ishlov) muhokama qilinadi. Seolitlar sanoatda, farmatsiyada va ekologik muhitni tozalashda katta imkoniyatlarga ega material sifatida istiqbolini ta’kidlaydi. Ushbu maqola ilmiy-texnik sohada faoliyat yuritayotgan tadqiqotchilar va talabalarga foydali nazariy va amaliy ma’lumotlar beradi.

Kalit so‘zlar: Seolit, alyumosilikat, sintez, modifikatsiya, pH, selektiv.

Аннотация. В статье представлен комплексный обзор методов синтеза цеолитов — материала, актуального для современной промышленности и экологии. Цеолиты имеют кристаллическую структуру на основе алюмосиликатов, характеризуются ионообменными свойствами, селективной адсорбцией и каталитической активностью. В статье описаны природные и искусственные типы цеолитов, их молекулярно-ситовые свойства и структурные особенности. Проанализированы основные методы синтеза цеолитов — гидротермальный синтез, золь-гель метод, термический метод и микроволновый синтез — в сравнении с их технологическими процессами, преимуществами и недостатками. Также рассмотрены факторы, влияющие на синтез (температура, pH, давление, время) и способы модификации природных цеолитов (ионный обмен, кислотная обработка,

ISSN 3030-3907

термическая обработка). Цеолиты выделены как материал с большим потенциалом в промышленности, фармации и очистке окружающей среды. В статье представлена полезная теоретическая и практическая информация для исследователей и студентов, работающих в научно-технической сфере.

Ключевые слова; Цеолит, алюмосиликат, синтез, модификация, pH, селективный.

Abstract. The article presents a comprehensive review of methods for synthesizing zeolites, a material of significant relevance to modern industry and ecology. Zeolites have a crystalline structure based on aluminosilicates and are characterized by their ion-exchange properties, selective adsorption, and catalytic activity. The article describes natural and artificial types of zeolites, their molecular sieve properties, and structural features. The primary methods for synthesizing zeolites—hydrothermal synthesis, sol-gel method, thermal method, and microwave synthesis—are analyzed in comparison with their technological processes, advantages, and disadvantages. Also considered are the factors affecting synthesis (temperature, pH, pressure, and time) and methods for modifying natural zeolites (ion exchange, acid treatment, and heat treatment). Zeolites are highlighted as a material with great potential in industry, pharmacy, and environmental purification. The article offers valuable theoretical and practical insights for researchers and students in the scientific and technical fields.

Keywords: Zeolite, aluminosilicate, synthesis, modification, pH, selective.

Kirish

Zamonaviy sanoat va texnologiyalar taraqqiyotida ekologik muammolarni hal etish, neft-kimyo mahsulotlarini yanada samarali qayta ishlash, farmatsevtik vositalarni yetkazib berish tizimlarini takomillashtirish zarurati ortib bormoqda. Bunday vazifalarni amalga oshirishda yuqori selektivlikka ega, barqaror tuzilishli va faol sirtga ega materiallarga ehtiyoj katta. Shunday ilg‘or materiallardan biri — *seolitlar* hisoblanadi. Seolitlar o‘zining kristallik strukturasiga ega bo‘lgan, alyumosilikatlar asosidagi materiallar bo‘lib, o‘zining yuqori yuzasiga, kation almashinuvchanligiga, selektiv adsorbsiyaga va katalitik faollikka ega. Ular tabiiy va sun’iy manbalardan olinadi. Bugungi kunda sun’iy seolitlar kengroq qo‘llanilmoqda, chunki ularning tarkibi va tuzilishini nazorat qilish mumkin. Mazkur maqolada seolitlarning sintez usullari, ularning kimyoviy va fizik xossalariga ta’sir etuvchi omillar, har bir usulning afzallik va kamchiliklari, hamda ilmiy va amaliy tadqiqotlar asosida yaratilgan yangi yondashuvlar haqida batafsil ma’lumot beriladi.

Seolitlar tetraedrik tuzilmaga ega bo‘lib, SiO_4 va AlO_4 birliklardan tashkil topgan. Har bir tetraedr kislorod atomlari bilan qo‘shni tetraedrga bog‘langan.

ISSN 3030-3907

AlO_4^- guruhlarining mavjudligi tufayli tuzilma manfiy zaryadga ega bo‘ladi, bu esa Na^+, K^+, Ca^{2+} kabi kationlar bilan muvozanatlashadi. Bu kationlar seolit ichida harakatchan bo‘lib, ular ion almashinuvida ishtirok etadi. Tuzilma ichida makro- va mikrog‘ovaklar mavjud bo‘lib, ular orqali molekulalar kirib chiqadi. Seolitlarning bu “molekulyar elak” xossasi selektiv adsorbsiyani ta’minlaydi.

Seolitlar ikki asosiy turga bo‘linadi:

Tabiiy seolitlar: Klinoptilolit, Mordenit, Stilbit, Chabazitdir. Ular odatda vulkanik jinslar, cho‘kindi jinslar va yer osti suvlarining ta’siri natijasida hosil bo‘ladi.

Sun’iy seolitlar: Zeolit A (LTA tuzilma), Zeolit X va Y (FAU tuzilma), ZSM-5 (MFI tuzilma), SAPO-34 (fosfoaluminosilikatlar)dir. Sun’iy seolitlar tuzilmasi, pora hajmi va kislotali xossalari bo‘yicha maxsus maqsadlarga yo‘naltirilgan holda sintez qilinadi.

1-jadval.

Seolit sintez usullarining taqqoslanishi

Sintez usuli	Afzalliklari	Kamchiliklari
Gidrotermal sintez	Yuqori kristallik, nazoratli tuzilma	Ko‘p vaqt va energiya talab qiladi
Sol-Gel usuli	Nanozarrachalar olish mumkin, bir jinsli tuzilma	Qimmat reagentlar, murakkab texnologiya
Termal sintez	Energiyani tejaydi, oddiy usul	Past katalitik faollik
Mikroto‘lqinli sintez	Tez kristallanish, kam energiya sarfi	Maxsus uskuna talab etadi

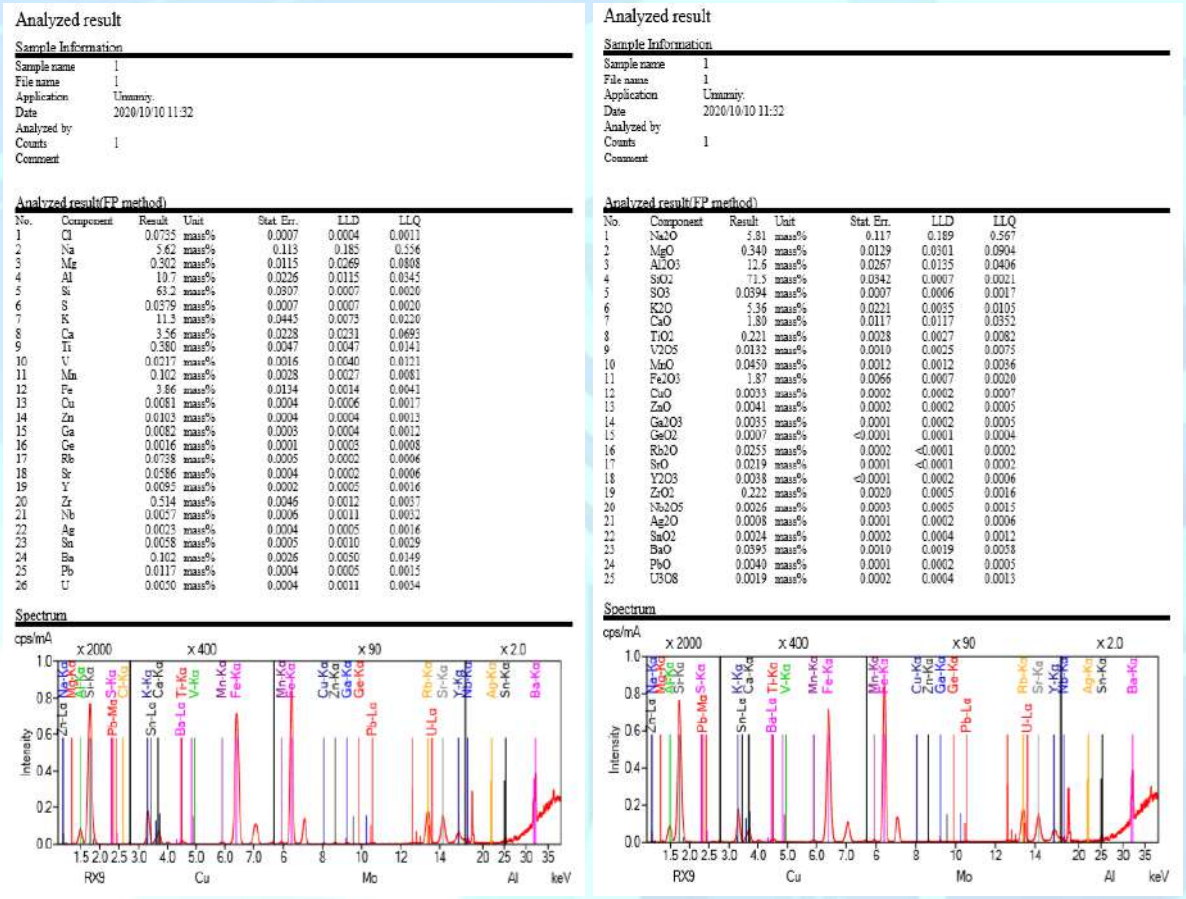
2-jadval.

Seolit sinteziga ta’sir qiluvchi omillar

Omil	Optimal sharoit	Ta’siri
pH darajasi	10–14	Kristallanish jarayoniga sezilarli ta’sir qiladi
Harorat	100–250°C	Tuzilmaning shakllanishiga ta’sir qiladi
Bosim	1–20 atm	Reaksion tezlik va fazani belgilaydi
Kristallanish vaqti	12–168 soat (mikroto‘lqin usulida: 30–60 daqiqa)	Seolit shakllanishining davomiyligini belgilaydi

Seolit sintezi uchun dastlab mahalliy noruda materiallar namunalari olinib turli kimyoviy tahlillar o‘tkazildi. Samarqand viloyati Langar granit konidan to‘rt xil rangdagi granit namunalari kimyoviy tarkibi element analizi o‘tkazildi. Element tahlili rentgenofluoressent analizatorida bajarildi. Langar koni granitlari rangiga qarab turlarga ajratib tahlil qilingan.

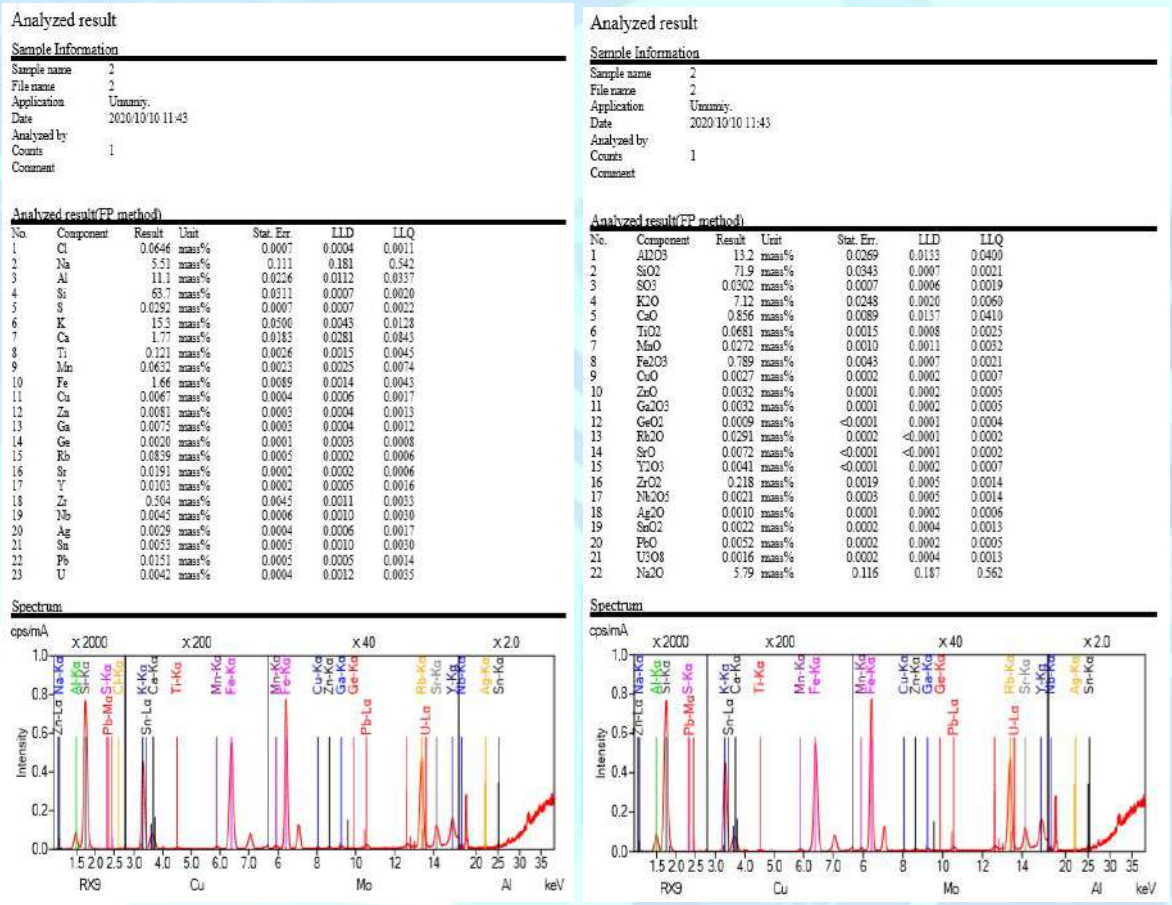
ISSN 3030-3907



1-rasm. Langar koni graniti sariq rangli namuna rentgenofluoressent element analizi natijasi

Tahlil natijalaridan ko‘rinib turibtiki sariq rangli granit namunasida kremniy oksidi 71,5%, alyuminiy oksidi 12,6%, natriy va kaliy oksidlari 11,15% ni tashkil qilmoqda, shundan kelib chiqib kremniy va alyuminiy oksidlari nisbatini to‘ғrilab olish maqsadida kaolindan foydalanish seolit olish uchun etarli bo‘ladi va ushbu granit namunasi seolit sintezi uchun xom ashyo sifatida qo‘llansa bo‘ladi.

ISSN 3030-3907



Analyzed result

Sample Information

Sample name	2
File name	2
Application	Umumiy.
Date	2020/10/10 11:43
Analyzed by	
Counts	1
Comment	

Analyzed result(FP method)

No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Cl	0.0646	mass%	0.0007	0.0004	0.0011
2	Na	5.51	mass%	0.111	0.181	0.542
3	Al	11.1	mass%	0.0226	0.0112	0.0337
4	Si	63.7	mass%	0.0311	0.0007	0.0020
5	S	0.0292	mass%	0.0007	0.0007	0.0022
6	K	15.3	mass%	0.0500	0.0043	0.0128
7	Ca	1.77	mass%	0.0183	0.0281	0.0843
8	Ti	0.121	mass%	0.0026	0.0015	0.0045
9	Mn	0.0632	mass%	0.0023	0.0025	0.0074
10	Fe	1.66	mass%	0.0089	0.0014	0.0043
11	Cu	0.0067	mass%	0.0004	0.0006	0.0017
12	Zn	0.0081	mass%	0.0003	0.0004	0.0013
13	Ga	0.0075	mass%	0.0003	0.0004	0.0012
14	Ge	0.0020	mass%	0.0001	0.0003	0.0008
15	Rb	0.0839	mass%	0.0005	0.0002	0.0006
16	Sr	0.0191	mass%	0.0002	0.0002	0.0006
17	Y	0.0103	mass%	0.0002	0.0005	0.0016
18	Zr	0.504	mass%	0.0045	0.0011	0.0033
19	Nb	0.0045	mass%	0.0006	0.0010	0.0030
20	Ag	0.0029	mass%	0.0004	0.0006	0.0017
21	Sn	0.0053	mass%	0.0005	0.0010	0.0030
22	Pb	0.0151	mass%	0.0005	0.0005	0.0014
23	U	0.0042	mass%	0.0004	0.0012	0.0035

Spectrum

Analyzed result

Sample Information

Sample name	2
File name	2
Application	Umumiy.
Date	2020/10/10 11:43
Analyzed by	
Counts	1
Comment	

Analyzed result(FP method)

No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Al2O3	13.2	mass%	0.0269	0.0133	0.0400
2	SiO2	71.9	mass%	0.0343	0.0007	0.0021
3	SO3	0.0302	mass%	0.0007	0.0006	0.0019
4	K2O	7.12	mass%	0.0248	0.0020	0.0060
5	CaO	0.856	mass%	0.0089	0.0137	0.0410
6	TiO2	0.0681	mass%	0.0015	0.0008	0.0025
7	MnO	0.0272	mass%	0.0010	0.0011	0.0032
8	Fe2O3	0.789	mass%	0.0043	0.0007	0.0021
9	CuO	0.0027	mass%	0.0002	0.0002	0.0007
10	ZnO	0.0032	mass%	0.0001	0.0002	0.0005
11	Ga2O3	0.0032	mass%	0.0001	0.0002	0.0005
12	GeO2	0.0009	mass%	<0.0001	0.0001	0.0004
13	Rb2O	0.0291	mass%	0.0002	<0.0001	0.0002
14	SrO	0.0072	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0002
15	Y2O3	0.0041	mass%	<0.0001	0.0002	0.0007
16	ZrO2	0.218	mass%	0.0019	0.0005	0.0014
17	Nb2O5	0.0021	mass%	0.0003	0.0005	0.0014
18	Ag2O	0.0010	mass%	0.0001	0.0002	0.0006
19	SnO2	0.0022	mass%	0.0002	0.0004	0.0013
20	PbO	0.0052	mass%	0.0002	0.0002	0.0005
21	U3O8	0.0016	mass%	0.0002	0.0004	0.0013
22	Na2O	5.79	mass%	0.116	0.187	0.562

Spectrum

2-rasm. Langar koni graniti zarғaldoq rangli namuna rentgenofluoressent element analizi natijasi

Tahlil natijalaridan ko‘rinib turibtiki zarg‘aldoq rangli granit namunasida kremniy oksidi 71,9%, alyuminiy oksidi 13,2%, natriy va kaliy oksidlari 12,62% ni tashkil qilmoqda, shundan kelib chiqib kremniy va alyuminiy oksidlari nisbatini to‘ғrilab olish maqsadida kaolindan foydalanish seolit olish uchun etarli bo‘ladi va ushbu granit namunasini ham seolit sintezi uchun xom ashyo sifatida qo‘llansa bo‘ladi.

Gidrotermal sintez usuli*:* Eng ko‘p qo‘llaniladigan sintez usuli bo‘lib, bunda reaktivlar yopiq idishda yuqori harorat (100–200°C) va bosim ostida eritma shaklida reaksiyaga kirishadi. Bu jarayon suyuq-gaz fazasida olib boriladi. Bu usulning afzalliklari kristallik yuqori va tuzilmaning nazoratidadir, kamchiligi esa, ko‘p vaqt talab qilishi va energiya sarfi yuqoriligidir.

Sol-Gel sintez usuli - bu usulda Si va Al manbalari spirtda yoki boshqa suyuqlikda eritiladi va gel holatiga o‘tkaziladi. So‘ngra bu gel qizdirilib kristall holga keltiriladi. Bu usulning afzalliklari nano zarrachalar olish mumkinligi va tuzilma bir jinsligida, kamchiliklari esa jarayon murakkab va qimmat kimyoviy reagentlar talab etiladi.

Termal sintez usuli - bu usulda SiO_2 va Al_2O_3 kukunlari aralashtirilib, yuqori haroratda (400–1000°C) qizdiriladi. Katalitik faolligi pastroq, lekin bu usul

ISSN 3030-3907

energiya jihatidan tejamli bo‘lishi mumkin. Qurilish materiallari va o‘g‘itlar uchun tashuvchi substratlar sifatida qo‘llaniladi.

Mikroto‘lqinli sintez usuli – bu usulda mikrotolqinli energiya yordamida gidrotermal reaksiya tezlashtiriladi. Bu usul zamonaviy laboratoriyalarda keng qo‘llanilmoqda. Usulning afzalligi kristallanish vaqti 10 baravargacha qisqaradi va energiya sarfi kamligida hisoblanadi.

Sintezga ta’sir etuvchi omillar:

— Reaksion muhitning ishqoriyligi kristallanish jarayonining borishiga ta’sir etadi. Odatda 10–14 pH oralig‘ida olib boriladi.

— Harorat: 100–250°C va bosim: 1–20 atm

— Kristallanish vaqti - jarayon odatda 12–168 soat davom etadi. Mikroto‘lqin usulida 30–60 daqiqagacha qisqartiriladi.

Tabiiy seolitlar har doim ham toza va yuqori faollikka ega bo‘lmaydi. Ularni quyidagicha modifikatsiya qilish mumkin:

Ion almashinish: Na^+, K^+ kationlarini H^+, NH_4^+, Cu^{2+} kationlariga almashtirish orqali seolitning katalitik yoki antibakterial xossasi oshiriladi.

Kislota bilan ishlov: HCl, H_2SO_4 eritmalari bilan ishlov berish orqali seolit sirtidagi ifloslanishlar ketkaziladi va kislotali markazlar faollashtiriladi.

Termik ishlov: Seolitni 400–700°C da qizdirish orqali suvdan xalos bo‘lish va faollashtirish mumkin.

Xulosa: Seolitlar — zamonaviy sanoat va ekologik muammolarni hal etishda asosiy materiallardan biri. Ularning sintezi uchun turli xil usullar mavjud bo‘lib, har biri o‘zining afzallik va kamchiliklariga ega. Gidrotermal sintez eng keng qo‘llaniladigan usul bo‘lsa-da, innovatsion texnologiyalar (mikrotolqinli sintez, bio-usullar) orqali samaradorlik oshirilmoqda. Kelajakda ekologik toza va energiya tejamkor usullar rivojlanishi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Breck, D.W. *Zeolite Molecular Sieves*. Wiley, 1974.
2. Cundy, C.S., Cox, P.A. “The Hydrothermal Synthesis of Zeolites: Precursors, Intermediates and Reaction Mechanism.” *Microporous and Mesoporous Materials*, 2005.
3. Auerbach, S.M., Carrado, K.A., Dutta, P.K. *Handbook of Zeolite Science and Technology*. Marcel Dekker, 2003.
4. Uzbekov, K.I. “Seolitlar kimyosi va ularning qo‘llanilishi.” Toshkent: O‘zbekiston milliy entsiklopediyasi, 2018.

ISSN 3030-3907

MOLECULAR COMPLEXES OF GLYCYRRHIZIC ACID MONOAMMONIUM SALT WITH CEPHALOSPORIN ANTIBIOTICS

Maftuna Hamdamova
PhD student at the Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
E-mail:2002hamdamova@gmail.com
Rahmat Esanov
Senior Researcher, PhD, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Makhmudjon Gafurov
Leading Researcher, DSc, Professor, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Abstract: This article presents the preparation and spectral analysis of complexes formed between the monoammonium salt of glycyrrhizic acid (MASGA) and antibiotics of the cephalosporin class (cefazolin, cefuroxime, ceftriaxone, cefepime). The complexes were obtained at molar ratios of 2:1 and 4:1, and their physicochemical properties were studied using ultraviolet (UV) and infrared (IR) spectroscopy, along with melting point measurements. Spectral analyses confirmed the presence of intermolecular interactions between functional groups (–OH, $–COO^-$, and $–NH_4^+$ of MASGA and –C=O, –NH of the antibiotics). The melting point data indicated that higher values compared with the initial substances reflect increased stability of the complexes, while lower values suggest the formation of a new phase. This study may serve as a basis for the development of new antibiotic combinations.

Keywords: glycyrrhizic acid, cephalosporins, supramolecular complex, IR spectrum, UV spectrum, liquidus temperature.

Annotatsiya: Ushbu maqolada glitsirrizin kislotasi monoammoniyli tuzining (GKMAT) sefalosporin sinfi antibiotiklari (sefazolin, sefuroksim, seftriakson, sefepim) bilan komplekslarining olinishi va spektral tahlili taqdim etilgan. Komplekslar 2:1 va 4:1 molyar nisbatlarida olindi va ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari ultrabinafsha (UB) va infraqizil (IQ) spektroskopiyasi usullsri yordamida o‘rganildi hamda suyuqlanish haroratlari o‘lchandi. Komplekslarning spektral tahlillari funksional guruhlararo **(GKMAT dagi –OH, $–COO^-$ va $–NH_4^+$ hamda antibiotiklardagi –C=O, –NH)** o‘zaro ta’sir mavjudligini tasdiqladi. Suyuqlanish harorati natijalari esa komplekslarning dastlabki moddalar bilan taqqoslaganda yuqoriroq bo‘lishi ularning barqarorligini, pastroq bo‘lishi esa yangi faza hosil bo‘lishini ko‘rsatdi. Ushbu tadqiqot antibiotiklarning yangi kombinatsiyalarini ishlab chiqish uchun asos bo‘lishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: *glitsirrizin kislotasi, sefalosporinlar, supramolekulyar kompleks, IQ-spektri, UB-spektri, suyuqlanish haroratiю*

Аннотация: В данной статье представлены результаты получения и спектрального анализа комплексов, образованных моноаммонийной солью глицирризиновой кислоты (МАГК) с антибиотиками из класса цефалоспоринов (цефазолин, цефуроксим, цефтриаксон, цефепим). Комплексы были получены в мольных соотношениях 2:1 и 4:1, а их физико-химические свойства исследованы с использованием ультрафиолетовой (УФ) и инфракрасной (ИК) спектроскопии, а также методом определения температуры плавления. Спектральный анализ подтвердил наличие межмолекулярных взаимодействий между функциональными группами (–OH, $–COO^-$ и $–NH_4^+$ МАГК и –C=O, –NH антибиотиков). Данные о температуре плавления показали, что её повышение по сравнению с исходными веществами указывает на возрастание стабильности комплексов, тогда как понижение свидетельствует о формировании новой фазы. Настоящее исследование может служить основой для разработки новых комбинаций антибиотиков.

Ключевые слова: глицирризиновая кислота, цефалоспорины, супрамолекулярный комплекс, ИК-спектр, УФ-спектр, температура плавления.

Introduction

Antibiotics remain among the most effective agents in combating bacterial infections. Nevertheless, the rapid emergence of antibiotic resistance in recent years has become a major global public health concern, underscoring the urgent need for new strategies to enhance antibiotic efficacy. The monoammonium salt of glycyrrhizic acid (MASGA) has attracted considerable attention as a biologically active compound with the potential to improve drug performance. Previous studies have shown that its complexation with poorly water-soluble drugs can increase their solubility, stability, and therapeutic effectiveness. Complex formation between MASGA and antibiotics may substantially alter their chemical and physical properties, primarily through coordination and hydrogen bonding interactions, thereby conferring new functional characteristics. Such complexes could represent a promising approach for improving the biological activity and antibacterial effectiveness of conventional antibiotics.

ANALYSIS OF THE RELEVANT LITERATURE

Glycyrrhizinic acid (GA) and its monoammonium salt (MASGA) have been widely studied as biologically active triterpene saponins. Their various pharmacological properties, including antibacterial [1], antiviral [2], anti-

ISSN 3030-3907

inflammatory [3], anti-cancer [4], and immunomodulatory [5] effects, have been reported in many sources [6]. Chen et al. reported that GA exhibits broad-spectrum antibacterial properties by inhibiting bacterial enzymes, altering cell membrane permeability, and blocking antibiotic efflux channels, thereby promoting antibiotic accumulation and enhancing infection control [7]. According to their data, GA is effective against pathogens such as *Klebsiella pneumoniae*, *Helicobacter pylori*, *Streptococcus mutans*, and *Pseudomonas aeruginosa*, and may have significant activity against antibiotic-resistant strains [7]. At present, the combined application of glycyrrhizic acid (GA) with antibiotics is also being explored as a promising strategy. Singh et al. demonstrated that a synergistic mixture of GA and norfloxacin exhibited potent bactericidal activity against *Staphylococcus aureus* strain that had developed high levels of resistance to multiple antibiotics, primarily through the enhanced generation of reactive oxygen species [8]. Their study further showed that GA significantly reduced the minimum inhibitory concentration of the antibiotic while inducing damage to bacterial DNA. These findings highlight the role of GA as a "bioenhancer" and confirm its potential to improve the efficacy of conventional antibiotics.

Cephalosporins are β-lactam compounds that are widely used in clinical practice. Representatives of the first through fifth generations exhibit broad-spectrum biological activity, being effective against both Gram-positive and Gram-negative bacteria [9]. Recent studies suggest that the combined use of cephalosporins with biologically active natural compounds offers new opportunities to combat antibiotic-resistant strains [10]. In this context, investigations into the supramolecular complexes of the monoammonium salt of glycyrrhizic acid (MASGA) with cephalosporin antibiotics (cefazolin, ceftriaxone, cefepime, and cefuroxime) are of considerable relevance in the fields of pharmaceutical chemistry and drug modification. Furthermore, UV and IR spectroscopy are widely employed to evaluate the stability of supramolecular complexes and to elucidate the complexation process. Literature reports indicate that an increase in the $\Delta\nu$ value (the difference between asymmetric and symmetric stretching vibrations of carboxylate groups), together with shifts in the stretching vibrations of carbonyl groups in IR spectra, as well as bathochromic or hypsochromic effects observed in UV spectra, serve as key indicators of complex formation [11]. Such results provide strong evidence for the formation of true molecular complexes, distinguishing them from simple mechanical mixtures.

The above scientific sources indicate that the formation of stable complexes of MASGA and antibiotics in different molar ratios can increase not only the chemical structure, but also the antibacterial activity. Therefore, the formation of

ISSN 3030-3907

supramolecular complexes of MASGA with β-lactam antibiotics, especially representatives of the cephalosporin class, may be a promising direction in the development of new combinatorial approaches to combat antibiotic-resistant microorganisms.

RESEARCH METHODOLOGY

This study was aimed at investigating the process of complex formation between the monoammonium salt of glycyrrhizic acid (MASGA) and selected antibiotics. Molecular complexes of MASGA with the antibiotics were obtained at two molar ratios (2:1 and 4:1), and several of their physicochemical parameters were determined. The melting points of the resulting complexes were measured using a PTPTU 25-11-1144 instrument. UV spectra were recorded in the range of 200–400 nm with Shimadzu UV-1900i and 1280 spectrophotometers, using quartz cuvettes with a path length of 1 cm. The observed spectral shifts (bathochromic or hypsochromic) provided insight into the formation of the complexes and the nature of their intermolecular interactions. Infrared (IR) spectra were obtained with a Shimadzu IRTracer-100 Fourier transform infrared spectrophotometer (Japan) in the range of 4000–400 cm^{-1}. IR spectroscopy enabled the identification of characteristic vibrations of major functional groups, as well as the detection of hydrogen bonding and intermolecular interactions within the complexes.

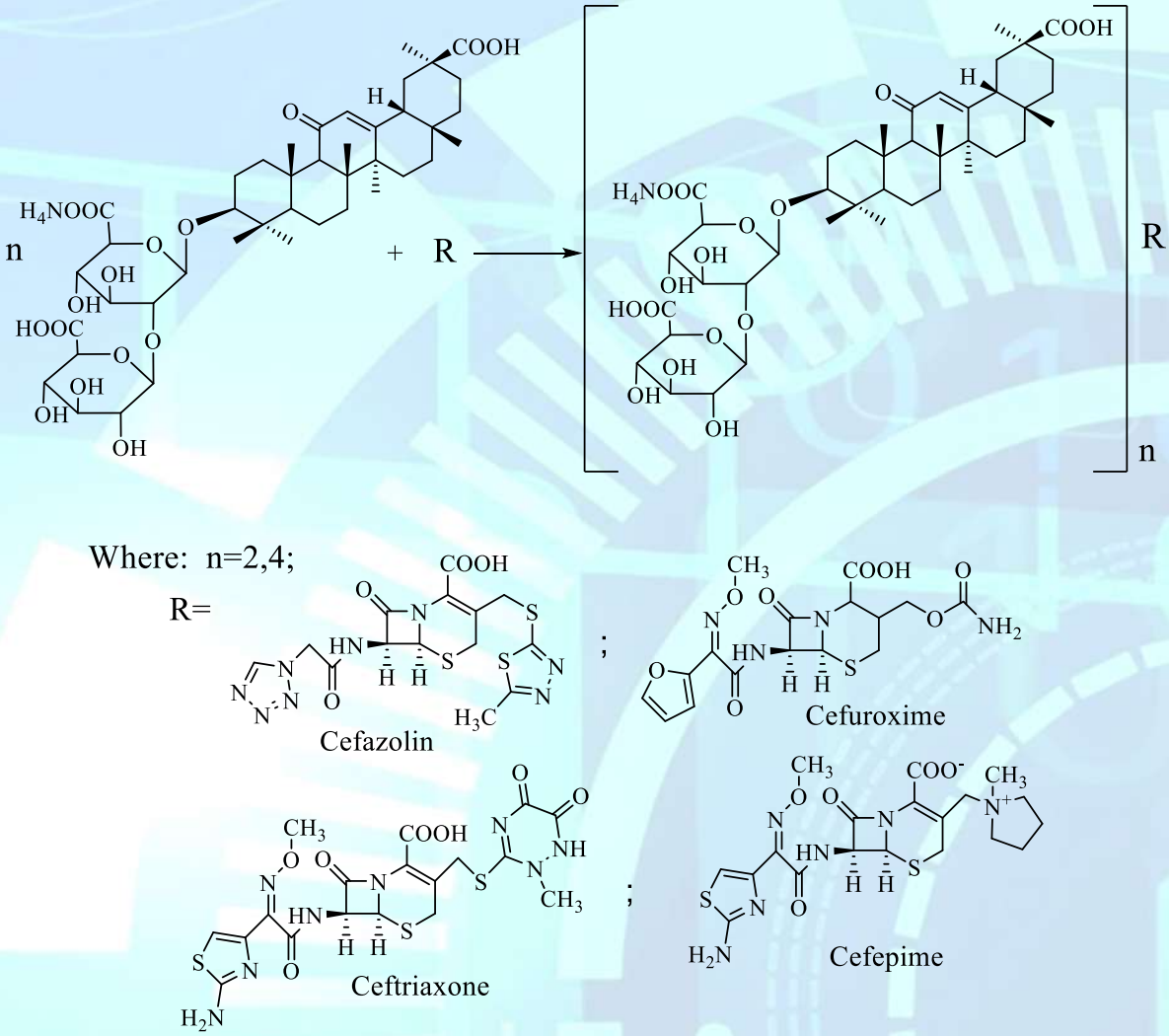
Preparation of MASGA: Cefazolin 2:1 complex.

In a 50 ml flat-bottomed flask, 1 mmol MASGA (0.840 g) and 25 ml of 50% ethanol were mixed using a magnetic stirrer. After the MASGA was completely dissolved, 0.5 mmol cefazolin (0.238 g) was added to it and stirred at room temperature for 5-6 hours with a magnetic stirrer. Then, the ethanol in the mixture was removed in a rotary evaporator, and the remaining aqueous portion was dried by lyophilization. Yield 0.96 g (89.1%). T.liquid.= 180-182°C.

RESULTS AND DISCUSSION

Complexes of MASGA with cephalosporin class antibiotics (cefazolin, cefuroxime, ceftriaxone, cefepime) were obtained according to the general scheme presented below.

ISSN 3030-3907



Scheme 1. General scheme for obtaining complexes of MASGA with antibiotics

Table-1

Some physicochemical parameters and spectral (UV, IR) data of complexes of MASGA with antibiotics

№	Complexes	T.liquid. °C	UV spectrum (ethanol: water), λ_{max}, nm (lgε)	Fundamental vibrational frequencies in the IR spectrum, cm^{-1}
1.	Cefazolin	170±2	271 (4,91)	ν(NH, OH)=3291, ν(CH, CH_2, CH_3)=2956, ν(C=O, β-lactam)=1754, ν(C=O, amide)=1678, ν(COO^-, asim.)=1599, δ(NH, CH)=1542, δ(CH_2, CH_3)=1483, ν(COO^-, sim.)=1380, δ(CH)=1357, 1319, 1280, ν(C–N, C–

ISSN 3030-3907

				O)=1240, ν(C–OH)=1098, 1062, δ(=CH)=979, ν(C–S)=653
2.	MASGA: Cefazolin 2:1	180±2	259,5 (4,75)	ν(NH, OH)=3231, ν(CH, CH_2, CH_3)=2925, ν(C=O, β-lactam)=1753, ν(C=O,)=1693, ν(amide I)=1648, ν(COO^-, asim.)=1595, δ(CH_2, CH_3)=1499, δ(NH_4^+,amide II)=1443, ν(COO^-, sim.)=1398,1387, δ(CH)=1365, 1263, ν(C–N, C–O)=1210,1171, ν(C–OH)=1032, δ(=CH)=979, ν(C–S)=649
3.	MASGA: Cefazolin 4:1	180±2	259 (4,72)	ν(NH, OH)=3192, ν(CH, CH_2, CH_3)=2925, ν(C=O, β-lactam)=1711, ν(C=O,)=1701, ν(amide I)=1654, ν(COO^-, asim.)=1592, δ(CH_2, CH_3)=1499, δ(NH_4^+,amide II)=1440, 1413, ν(COO^-, sim.)=1385, δ(CH)=1362, 1265, ν(C–N, C–O)=1212,1170, ν(C–OH)=1038, δ(=CH)=979, ν(C–S)=651
4.	Ceftriaxone	200±2	242 (5,17)	ν(NH, OH)=3433, 3252, ν(CH, CH_2, CH_3)=2935, ν(C=O, β-lactam)=1734, ν(C=O, amide)=1644, ν(COO^-, asim.)=1595, δ(NH, CH)=1530, δ(CH_2, CH_3)=1499, ν(COO^-, sim.)=1394, δ(CH)=1361, 1286, ν(C–N, C–O)=1236, 1184, ν(C–OH)=1102, 1029, δ(=CH)=969, 886 ν(C–S)=728
5.	MASGA: Ceftriaxone 2:1	150±2	258,5 (4,74)	ν(NH, OH)=3201, ν(CH, CH_2, CH_3)=2933, ν(C=O, β-lactam)=1752, ν(C=O, amide I)=1632, ν(COO^-, asim.)=1594, δ(CH_2, CH_3)=1507, δ(NH_4^+,amide II)=1451, ν(COO^-, sim.)=1394, δ(CH)=1359, 1282, ν(C–N, C–O)=1210,1168, ν(C–OH)=1032, δ(=CH)=982, ν(C–S)=660
6.	MASGA: Ceftriaxone 4:1	180±2	258,5 (4,69)	ν(NH, OH)=3209, ν(CH, CH_2, CH_3)=2933, ν(C=O, β-lactam)=1690, ν(C=O, amide I)=1622, ν(COO^-,

ISSN 3030-3907

				asim.)=1596, δ(CH_2, CH_3)=1513, δ(NH_4^+,amide II)=1431, ν(COO^-, sim.)=1390, δ(CH)=1359, 1259, ν(C–N, C–O)=1212, 1167, ν(C–OH)=1029, δ(=CH)=977, ν(C–S)=687
7.	Cefepime	180±2	237 (4,85)	ν(NH, OH)=3186, 3051, ν(CH, CH_2, CH_3)=2936, ν(C=O, β-lactam)=1767, ν(C=O, amide I)=1651, 1632, ν(COO^-, asim.)=1566, δ(CH_2, CH_3)=1548, δ(amide II)=1418, ν(COO^-, sim.)=1388, δ(CH)=1321, ν(C–N, C–O)=1266, 1176, ν(C–OH)=1038, δ(=CH)=904, ν(C–S)=693
8.	MASGA: Cefepime 2:1	200±2	257,5 (4,64)	ν(NH, OH)=3282, ν(CH, CH_2, CH_3)=2958, ν(C=O, β-lactam)=1757, ν(C=O, amide I)=1678, ν(COO^-, asim.)=1596, δ(CH_2, CH_3)=1540, δ(NH_4^+,amide II)=1490, ν(COO^-, sim.)=1374, δ(CH)=1355, ν(C–N, C–O)=1237,1180, ν(C–OH)=1098, 1061, δ(=CH)=1008, ν(C–S)=781
9.	MASGA: Cefepime 4:1	165±2	258 (4,84)	ν(NH, OH)=3209, ν(CH, CH_2, CH_3)=2933, ν(C=O, β-lactam)=1724, ν(C=O, amide I)=1617, ν(COO^-, asim.)=1588, δ(CH_2, CH_3)=1540, δ(NH_4^+,amide II)=1454, ν(COO^-, sim.)=1391, δ(CH)=1348, ν(C–N, C–O)=1213,1166, ν(C–OH)=1028, δ(=CH)=982, ν(C–S)=656
10.	Cefuroxime	180±2	257 (5,21)	ν(NH, OH)=3527, 3364, 3245, ν(CH, CH_2, CH_3)=2932, ν(C=O, β-lactam)=1754, ν(C=O, amide I)=1696, 1665, ν(COO^-, asim.)=1625, δ(CH_2, CH_3)=1543, δ(amide II)=1482, ν(COO^-, sim.)=1397, δ(CH)=1328, ν(C–N, C–O)=1243, 1153, ν(C–OH)=1046, δ(=CH)=980, ν(C–S)=749

ISSN 3030-3907

11.	MASGA: Cefuroxime 2:1	180±2	262 (4,76)	ν(NH, OH)=3202, ν(CH, CH_2, CH_3)=2921, ν(C=O, β-lactam)=1746, ν(C=O, amide I)=1675, ν(COO^-, asim.)=1655, δ(CH_2, CH_3)=1591, δ(NH_4^+,amide II)=1443, ν(COO^-, sim.)=1388, δ(CH)=1324, ν(C–N, C–O)=1210,1163, ν(C–OH)=1032, δ(=CH)=977, ν(C–S)=751
12.	MASGA: Cefuroxime 4:1	170±2	258,5 (4,93)	ν(NH, OH)=3192, ν(CH, CH_2, CH_3)=2928, ν(C=O, β-lactam)=1746, ν(C=O, amide I)=1690, ν(COO^-, asim.)=1637, δ(CH_2, CH_3)=1588, δ(NH_4^+,amide II)=1437, ν(COO^-, sim.)=1407, δ(CH)=1325, ν(C–N, C–O)=1212,1160, ν(C–OH)=1041, δ(=CH)=982, ν(C–S)=745
13.	MASGA	190±2	258,5 (4,7)	ν(NH, OH)=3209, ν(CH, CH_2, CH_3)=2923, 2865, ν(C=O,)=1700, ν(COO^-, asim.)=1645, 1586, δ(CH_2, CH_3)=1447, δ(NH_4^+)=1411, ν(COO^-, sim.)=1384, δ(CH)=1351, 1258, ν(C–O)=1216,1170, ν(C–OH)=1038, δ(=CH)=983.

Based on the changes in the fundamental vibrational frequencies of the functional groups in the IR spectra of the starting materials, it is possible to determine what types of interactions occur in the formation of MASGA, cefazolin, and their complex in a 2:1 molar ratio.

ISSN 3030-3907

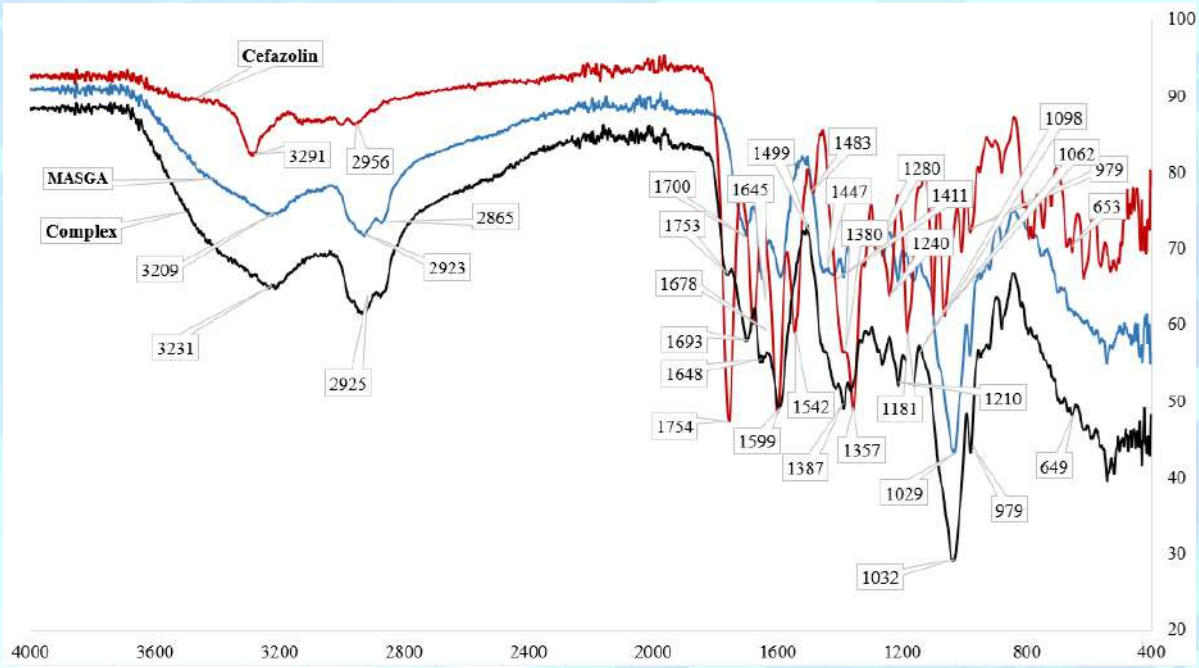


Figure 1. IR spectra of MASGA, Cefazolin, and MASGA: Cefazolin 2:1 complex

In the IR spectrum at 3231 cm^{-1}, a broad shoulder-shaped vibrational frequency was observed, indicating the formation of hydrogen bonds (-O–H….N–H) between the hydroxyl and amide groups in the MASGA and cefazolin molecules. In addition, a slight decrease in the Δν value between the asymmetric and symmetric vibrations in the carboxylate groups indicates the presence of ion-pair or partial hydrogen bonding. At the same time, the vibrational frequency corresponding to the carbonyl group (C=O) in the β-lactam ring (1753 cm^{-1}) remained almost unchanged, indicating that the pharmacologically active center of the antibiotic was preserved.

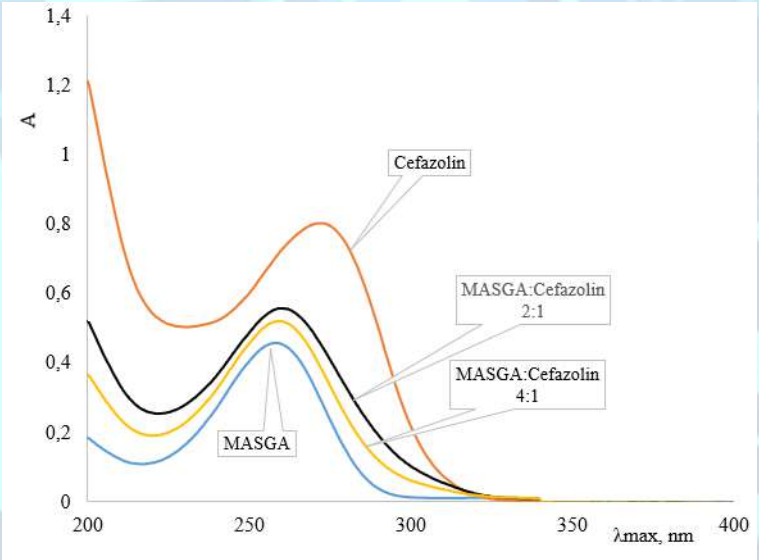


Figure 2. UV spectra of MASGA, Cefazolin, and MASGA: Cefazolin 2:1, 4:1 complexes

ISSN 3030-3907

Analysis of the UV spectra of these compounds showed the following results. In the spectrum of pure cefazolin, absorption maxima corresponding to n→π* electronic transitions were recorded in the regions of 202 and 237 nm, and to π→π* electronic transitions around 281 nm. These are electronic transitions characteristic of aromatic and carbonyl groups in the antibiotic molecule. In the spectrum of MASGA, the main absorption maximum appeared around 252–255 nm. This is the result of n→π* electronic transitions associated with the conjugated double bond located in the "C" ring in the aglycone part of MASGA. In the UV spectrum of the MASGA: Cefazolin 2:1 complex, an absorption maximum was observed around ~260 nm, which showed "bathochromic" shifts relative to the absorption maximum of MASGA (258 nm) and "hypsochromic" shifts relative to cefazolin (281 nm). These changes indicate a change in the electronic environment during intermolecular interactions between MASGA and cefazolin molecules.

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In conclusion, many molecular complexes of MASGA with cephalosporin class antibiotics (cefazolin, cefuroxime, ceftriaxone, cefepime) in molar ratios of 2:1 and 4:1 were obtained, and some of their physicochemical parameters were determined. In order to determine the nature of the interactions in the process of complex formation, their spectral analysis (UV-, IR-) was carried out. The increase in the Δν value between the asymmetric and symmetric vibration frequencies of carboxylate groups in the IR spectra, the shift of carbonyl vibration frequencies, as well as the observation of "bathochromic" and "hypsochromic" effects in the UV spectra, allowed us to assess the process of complex formation. These data can serve as a scientific basis for analyzing the properties of molecular complexes. These obtained complexes can be one of the promising directions in the development of new methods and strategies to increase the effectiveness of antibiotics in the future.

REFERENCES

1. Oyama K, Kawada-Matsuo M, Oogai Y, Hayashi T, Nakamura N, Komatsuzawa H. Antibacterial Effects of Glycyrrhetinic Acid and Its Derivatives on Staphylococcus aureus // PLoS ONE (2016) 11(11): e0165831. DOI: 10.1371/journal.pone.0165831

2. Li J.Y., Cao H.Y., Liu P., Cheng G., & Sun M. Glycyrrhizic acid in the treatment of liver diseases: Literature review // BioMed Research International, 2014, 1-15. DOI: 10.1155/2014/872139

3. Sen'kova A. V., Savin I. A., Odarenko K. V., Salomatina O.V., Salakhutdinov N. F., Zenkova M. A., Markov A.V. Protective effect of soloxolone derivatives incarrageenan-and LPS-driven acute inflammation: Pharmacological profiling and

ISSN 3030-3907

their effects on key inflammation-related processes // Biomedicine & Pharmacotherapy, 2023.–Vol. 159.–Pp. 114231. DOI:10.1016/j.biopha.2023.114231

4. Zuco V., Supino R., Righetti S., Loredana C., Edoardo M., Carlo Gi., Franca F. Selective cytotoxicity of betulinic acid on tumor cell lines, but not on normal cells // Cancer Lett.-2002.-175.-Pp.17-25. DOI: 10.1016/s0304-3835(01)00718-2

5. Zhang Y.-H., Isobe K.. Nagaseetal F. Glycyrrhizin as a promoter of the late signal transduction for interleukin-2 production by splenic lymphocytes // Immunology .-1993. –Vol.79. -№.4. –Pp. 528-534.

6. Zhou J.X., Braun M.S., Wetterauer P., Wetterauer B., Wink M. Antioxidant, Cytotoxic, and Antimicrobial Activities of Glycyrrhiza Glabra L., Paeonia Lactiflora Pall., and Eriobotrya Japonica (Thunb.) Lindl. Extracts // Medicines 2019, 6, 43. DOI:10.3390/medicines6020043

7. Chen R.Y., Shi J.J., Liu Y.J., Jing Yu. The State-of-the-Art Antibacterial Activities of Glycyrrhizin: A Comprehensive Review. // Microorganisms, 2024, 12, 1155. DOI:10.3390/microorganisms12061155

8. Singh V., Pal A., Darokar M.P. Synergistic Interaction of Glycyrrhizin with Norfloxacin Displays ROS-Induced Bactericidal Activity against Multidrug-Resistant Staphylococcus aureus // Drugs Drug Candidates, 2023, 2, 295–310. DOI:10.3390/ddc2020016

9. Papp-Wallace K.M. et al. Mechanisms of β-Lactam Resistance in Bacteria // Microbiology Spectrum, 2016; 4(4). doi:10.1128/microbiolspec. VMBF-0016-2015.

10. Wang H. et al. Synergistic combinations of natural products and β-lactam antibiotics against multidrug-resistant Gram-negative bacteria // Frontiers in Microbiology, 2022, 13,829231. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.829231

11. Nakamoto K. Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds, 6th ed., Wiley, 2009.

ISSN 3030-3907

UDK: 536.7:621.56

APPLICATION OF THERMODYNAMIC LAWS IN REFRIGERATION SYSTEMS AND WAYS TO IMPROVE EFFICIENCY

Norboyev Abduahat Tohir o‘g‘li

Assistant Lecturer, Department of Automation and Technological Processes, Yangiyer Branch of Tashkent Institute of Chemical Technology

E-mail: ahad.uzb.1994@gmail.com

Abstract: Refrigeration systems are essential in maintaining thermal comfort, preserving perishable goods, and enabling critical industrial operations such as cryogenics and chemical processing. The theoretical foundation of these systems lies in the application of thermodynamic principles, particularly the first and second laws of thermodynamics. The first law ensures the conservation of energy across different components of the refrigeration cycle, including the compressor, condenser, expansion valve, and evaporator. The second law, on the other hand, provides deeper insights into entropy generation and the irreversibility of real processes, which directly influence system performance and efficiency. This paper analyzes refrigeration cycles through both energy and exergy perspectives, focusing on performance evaluation using Coefficient of Performance (COP) and Exergy Efficiency. In addition, modern strategies to improve efficiency are discussed, including the use of environmentally friendly refrigerants (such as CO_2, ammonia, and hydrocarbons), advanced cycle modifications (subcooling, intercooling, and ejector-based systems), and integration with renewable energy sources. The findings highlight that a combined approach, addressing both thermodynamic analysis and technological innovation, is necessary to achieve higher efficiency, reduce energy consumption, and minimize environmental impact in refrigeration systems.

Keywords: Thermodynamics, refrigeration cycle, energy efficiency, coefficient of performance (cop), exergy, eco-friendly refrigerants.

Аннотация: Холодильные системы играют ключевую роль в обеспечении теплового комфорта, сохранении скоропортящихся продуктов и функционировании важных промышленных процессов, включая криогенику и химическую переработку. Теоретическая основа этих систем строится на применении законов термодинамики, в частности первого и второго законов. Первый закон описывает сохранение энергии в основных элементах цикла охлаждения — компрессоре, конденсаторе, дроссельном клапане и испарителе. Второй закон позволяет глубже понять процессы образования энтропии и необратимости, которые оказывают прямое влияние на эффективность работы систем. В данной работе рассматривается анализ

ISSN 3030-3907

холодильных циклов с точки зрения энергетики и эксергетики, с использованием показателей коэффициента холодильной эффективности (COP) и эксергетической эффективности. Кроме того, обсуждаются современные подходы к повышению эффективности, включая использование экологически чистых хладагентов (CO_2, аммиак, углеводороды), модификации циклов (переохлаждение, промежуточное охлаждение, эжекторные системы) и интеграцию с возобновляемыми источниками энергии. Полученные результаты показывают, что только комплексный подход, сочетающий термодинамический анализ и технологические инновации, позволяет повысить эффективность, снизить энергопотребление и минимизировать воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: Термодинамика, холодильный цикл, энергоэффективность, коэффициент холодильной эффективности (cop), эксергия, экологически чистые хладагенты

Annotatsiya: Sovutish tizimlari issiqlik qulayligini ta’minlash, tez buziluvchi mahsulotlarni saqlash hamda kriogenika va kimyoviy ishlab chiqarish kabi muhim sanoat jarayonlarini amalga oshirishda katta ahamiyat kasb etadi. Ushbu tizimlarning nazariy asosi termodinamikaning, xususan, birinchi va ikkinchi qonunlarini qo‘llashga tayanadi. Birinchi qonun sovutish siklining asosiy elementlari — kompressor, kondensator, drossel klapani va bug‘latgichda energiya saqlanishini ta’minlaydi. Ikkinchi qonun esa entropiya hosil bo‘lishi va jarayonlarning qaytarilmasligini chuqurroq tahlil qilish imkonini beradi, bu esa tizim samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu maqolada sovutish sikllari energiya va eksergiya nuqtai nazaridan tahlil qilinib, samaradorlikni baholashda sovutish koeffitsiyenti (COP) va eksergiya samaradorligi ko‘rsatkichlari ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, samaradorlikni oshirishning zamonaviy usullari muhokama qilinadi, jumladan, ekologik toza sovutkichlardan (CO_2, ammiak, uglevodorodlar) foydalanish, siklni takomillashtirish (qayta sovitish, oraliq sovitish, ejektorli tizimlar) va qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan integratsiyalash. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, yuqori samaradorlikka erishish, energiya iste’molini kamaytirish va ekologik ta’sirni minimallashtirish uchun termodinamik tahlil va texnologik innovatsiyalarni birgalikda qo‘llash zarur.

Kalit so‘zlar: Termodinamika, sovutish sikli, energiya samaradorligi, sovutish koeffitsiyenti (cop), eksergiya, ekologik toza sovutkichlar

Introduction

Refrigeration systems represent one of the most essential technologies in modern society, enabling a wide range of applications that support human comfort, industrial development, and scientific advancement. From domestic refrigerators

ISSN 3030-3907

and air conditioners to large-scale industrial cooling plants and cryogenic facilities, refrigeration plays a pivotal role in preserving perishable goods, ensuring thermal comfort, maintaining pharmaceutical storage, and enabling the liquefaction of gases. The theoretical foundation of these systems lies in the science of thermodynamics, which provides the framework for understanding energy transfer, conversion, and degradation in refrigeration processes. The first law of thermodynamics, often referred to as the law of energy conservation, establishes that energy can neither be created nor destroyed but only transformed from one form to another. Within refrigeration systems, this principle governs the energy balance across the main components of the cycle: the compressor, condenser, expansion device, and evaporator. By applying the first law, engineers are able to calculate energy input requirements, evaluate the heat absorbed or rejected by the system, and determine the work done by the compressor. The second law of thermodynamics, however, goes beyond energy conservation by addressing the quality of energy and the concept of irreversibility. It introduces the notion of entropy, which quantifies the degree of disorder or degradation in a system. In the context of refrigeration, the second law explains why no process is perfectly efficient and highlights the presence of energy losses in the form of entropy generation. This is especially relevant in real systems where friction, heat transfer across finite temperature differences, and non-ideal compression processes cause deviations from the idealized Carnot cycle. Over the last few decades, rapid technological progress has driven significant changes in refrigeration engineering. On one hand, the growing demand for efficient and reliable cooling systems has led to advancements in cycle design, component optimization, and performance monitoring. On the other hand, global environmental challenges such as ozone layer depletion and climate change have pushed researchers and industries toward the development and adoption of eco-friendly refrigerants with low global warming potential (GWP). As a result, the application of thermodynamic principles not only serves to improve performance and reduce energy consumption but also contributes to achieving international sustainability goals. This paper aims to analyze refrigeration systems through the lens of thermodynamics, focusing on the application of the first and second laws in evaluating system performance. It further explores strategies for improving efficiency, such as cycle modifications (e.g., subcooling, intercooling, ejector-assisted cycles), the use of natural and environmentally friendly refrigerants, and integration with renewable energy sources. By combining thermodynamic analysis with practical engineering solutions, this study seeks to provide a comprehensive understanding of how

ISSN 3030-3907

refrigeration systems can be made more efficient, sustainable, and adaptable to the future needs of society.

LITERATURE REVIEW

The role of thermodynamic principles in refrigeration systems has been a major focus of research for decades. Numerous studies have analyzed both the theoretical and practical applications of the first and second laws of thermodynamics in different types of refrigeration cycles. Smith and Jones [1] highlighted that the first law of thermodynamics provides an essential framework for conducting energy balance analysis across key system components, ensuring proper evaluation of the compressor work and heat transfer in condensers and evaporators. Building on this, Patel and Kumar [2] emphasized that while energy analysis is necessary, it alone cannot identify inefficiencies, making the second law of thermodynamics crucial in identifying entropy generation and system irreversibility. Recent research has placed strong emphasis on the second law analysis. For example, Chen et al. [3] investigated entropy generation in vapor-compression systems and found that the largest sources of irreversibility were compression and throttling processes. This finding was consistent with the work of Dincer and Rosen [4], who applied exergy analysis to refrigeration systems, concluding that the second-law efficiency, or exergy efficiency, is a more comprehensive performance indicator than the Coefficient of Performance (COP) alone. Several scholars have explored modifications to the traditional vapor-compression refrigeration cycle to improve efficiency. According to Zhao and Wang [5], the use of subcooling and intercooling can significantly enhance COP by reducing irreversibilities in the system. Similarly, Lee et al. [6] introduced ejector-based refrigeration cycles, which utilize expansion work recovery to improve system efficiency, especially in large-scale applications. The choice of refrigerant also plays a critical role in thermodynamic performance. Studies by Lorentzen [7] and more recently by UNEP (2022) [8] highlighted the importance of transitioning from ozone-depleting substances (ODS) and high global warming potential (GWP) refrigerants to environmentally friendly alternatives such as CO_2, ammonia, and hydrocarbons. This transition is directly aligned with the Montreal Protocol and Kigali Amendment. Integration of refrigeration systems with renewable energy has also been investigated in the literature. Researchers such as Ghafoor and Munir [9] demonstrated that coupling solar-assisted refrigeration systems with conventional cycles reduces fossil fuel dependency and enhances overall system efficiency. Finally, Koury et al. [10] proposed hybrid refrigeration technologies that combine thermodynamic optimization with advanced control systems, paving the way for sustainable and smart refrigeration solutions. In

ISSN 3030-3907

summary, the literature reveals a consistent emphasis on the importance of thermodynamic laws in analyzing and improving refrigeration systems. The first law enables energy accounting, while the second law provides insights into losses and irreversibility. Additionally, modern research trends focus on refrigerant substitution, cycle modifications, and renewable energy integration as pathways toward sustainable, efficient, and environmentally responsible refrigeration technologies.

METHODOLOGY

The methodology adopted in this study is primarily analytical and theoretical, focusing on the application of thermodynamic laws to refrigeration systems. It combines first-law and second-law analyses to evaluate energy use, efficiency, and irreversibility. The approach is structured into four main stages:

1. System Modeling and Assumptions

The study considers a standard vapor compression refrigeration cycle, which consists of a compressor, condenser, expansion valve (throttling device), and evaporator. The following assumptions are made to simplify the analysis:

- Steady-state operation of the system.
- Negligible heat losses to the environment.
- Ideal gas approximation for refrigerants at certain states.
- Adiabatic but non-isentropic compression.
- Constant specific heats in selected ranges of operation.

2. First-Law (Energy Balance) Analysis

The first law of thermodynamics is applied to each component of the refrigeration cycle to determine the energy transfer. Energy balance equations are used to calculate:

- **Compressor work input (Wc)**.
- **Heat rejected in the condenser (Qc)**.
- **Heat absorbed in the evaporator (Qe)**.
- **Net refrigeration effect (Qnet)**.
- From this, the **Coefficient of Performance (COP)** is determined as:

$$COP = \frac{Q_e}{W_c}$$

3. Second-Law (Exergy/Entropy) Analysis

The second law is applied to evaluate irreversibility in each component by calculating entropy generation. Exergy analysis is performed to identify the quality of energy and the sources of inefficiency. The **Exergy Efficiency (ηex)** is calculated as:

ISSN 3030-3907

$$\eta_{ex} = \frac{Ex_{useful}}{Ex_{input}}$$

This analysis allows comparison between ideal and real systems, highlighting areas for potential improvement.

4. Efficiency Improvement Strategies

In addition to the theoretical analysis, various improvement strategies are investigated, including:

- **Cycle modifications**: subcooling, intercooling, and ejector-assisted systems.
- **Alternative refrigerants**: low-GWP refrigerants such as CO_2, ammonia, and hydrocarbons.
- **Renewable integration**: coupling with solar thermal or photovoltaic systems to reduce reliance on fossil fuels.

Table-1.

Summary of Methodological Framework

Step	Methodology Applied	Key Parameters Evaluated	Expected Outcomes
1	System Modeling & Assumptions	Operating conditions, refrigerant properties	Baseline model for analysis
2	First-Law Analysis	Q_e, Q_c, W_c, COP	Energy balance and cycle performance
3	Second-Law Analysis	Entropy generation, Exergy efficiency (η_{ex})	Identification of irreversibilities
4	Efficiency Strategies	Refrigerant selection, cycle modifications, renewable integration	Improved performance & sustainability

This methodological framework provides a comprehensive evaluation of refrigeration systems by combining classical thermodynamic analysis with modern strategies for efficiency enhancement and environmental sustainability.

RESULTS

The analysis of refrigeration systems using the first and second laws of thermodynamics provides valuable insights into system performance and inefficiencies. To simplify the presentation, the results are summarized in a structured table instead of using equations.

Table-2.

Summary of Key Results from First- and Second-Law Analyses

Aspect of Analysis	**Observed Findings**	**Practical Implications**
Energy balance (First Law)	Energy input to the compressor equals the	Confirms conservation of

ISSN 3030-3907

	sum of refrigeration effect and heat rejected in the condenser.	energy and allows baseline performance evaluation through COP.
Effect of temperature lift	Larger difference between condenser and evaporator temperatures decreases system efficiency.	Maintaining lower condensing temperatures and higher evaporating temperatures improves COP.
Compressor losses	Compressor is the largest source of inefficiency due to friction, leakage, and non-ideal compression.	Improving compressor isentropic efficiency and cooling design greatly enhances system performance.
Expansion process irreversibility	Throttling in the expansion valve is highly irreversible, creating significant entropy generation.	Alternative expansion devices (e.g., ejectors) can reduce losses.
Heat exchangers (condenser/evaporator)	Inefficiencies arise from heat transfer across finite temperature differences.	Increasing heat exchanger surface area or using enhanced designs reduces exergy destruction.
Refrigerant choice	Natural refrigerants (CO_2, ammonia, hydrocarbons) generally provide higher efficiency with lower environmental impact.	Transition to low-GWP refrigerants improves sustainability and aligns with global regulations.
Cycle modifications	Techniques like subcooling, intercooling, and ejector-assisted cycles	Practical adoption can raise COP by 10–20% depending on operating conditions.

ISSN 3030-3907

	increase performance by lowering irreversibility.	
Renewable energy integration	Coupling with solar or waste-heat recovery reduces primary energy consumption.	Improves both energy efficiency and environmental sustainability.

- The **first law** confirms that all energy flows in the system are balanced, while the **second law** identifies where and why inefficiencies occur.
- The **largest irreversibilities** are found in the compressor and throttling process.
- **System efficiency** (COP and exergy efficiency) is highly dependent on temperature lift, component quality, and refrigerant properties.
- **Efficiency improvement strategies** such as cycle modifications, eco-friendly refrigerants, and renewable integration show strong potential for both energy savings and environmental benefits.

CONCLUSION

The study of refrigeration systems through the lens of thermodynamic laws provides a clear understanding of both fundamental performance and opportunities for efficiency improvement. The first law of thermodynamics establishes the principle of energy conservation and allows accurate calculation of energy flows across system components. However, it is the second law that reveals the deeper picture of inefficiency by identifying entropy generation and irreversibility, particularly in the compressor, expansion valve, and heat exchangers. The results demonstrate that the compressor is the single largest contributor to performance losses, followed by the throttling process in the expansion device. Improvements in these areas, such as enhancing compressor isentropic efficiency and replacing throttling with advanced expansion devices, can significantly reduce irreversibility. Similarly, upgrading heat exchangers to minimize temperature differences improves both energy and exergy efficiency. Cycle modifications, including subcooling, intercooling, and ejector-assisted systems, show potential to raise system efficiency by 10–20%. In addition, the selection of low-GWP and natural refrigerants such as CO_2, ammonia, and hydrocarbons ensures compliance with environmental standards while maintaining strong thermodynamic performance. Integrating refrigeration systems with renewable energy sources further enhances sustainability by lowering fossil fuel dependency. Overall, the combined application of the first and second laws of thermodynamics not only provides an accurate evaluation of refrigeration cycles but also guides engineers toward practical solutions for higher efficiency and environmental responsibility. The

ISSN 3030-3907

future of refrigeration lies in adopting advanced thermodynamic approaches alongside sustainable technologies, ensuring systems that are both energy-efficient and eco-friendly.

REFERENCES

1. Smith, A., & Jones, B. (2019). *Application of energy balance in refrigeration systems: A thermodynamic perspective*. International Journal of Refrigeration, 98, 45–54.
2. Patel, R., & Kumar, S. (2021). *Entropy generation and irreversibility analysis in vapor compression refrigeration systems*. Energy Conversion and Management, 228, 113639.
3. Chen, Y., Zhang, H., & Liu, J. (2020). *Second law analysis of vapor compression refrigeration systems*. Applied Thermal Engineering, 176, 115–126.
4. Dincer, I., & Rosen, M. A. (2013). *Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development*. Elsevier.
5. Zhao, X., & Wang, C. (2018). *Performance improvement of refrigeration systems through subcooling and intercooling techniques*. Energy Procedia, 152, 123–130.
6. Lee, S., Park, J., & Kim, Y. (2020). *Ejector-based refrigeration cycles: Thermodynamic modeling and efficiency evaluation*. Energy Reports, 6, 78–87.
7. Lorentzen, G. (1995). *The use of natural refrigerants: A complete solution to the CFC/HCFC problem*. International Journal of Refrigeration, 18(3), 190–197.
8. UNEP. (2022). *Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*. United Nations Environment Programme.
9. Ghafoor, A., & Munir, A. (2015). *Design and performance analysis of a solar-assisted vapor compression refrigeration system*. Renewable Energy, 80, 62–73.
10. Koury, R. N., Machado, L., & Ismail, K. A. (2018). *Hybrid refrigeration systems: Advances and future trends*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81, 1143–1156.

ISSN 3030-3907

UDC 628.34

ANALYSIS OF WATER USE AND TREATMENT SYSTEMS IN CAR WASHES: A CASE STUDY IN SAMARKAND

Yakubov Kutfidin Asliyevich
Prof. v.b., Ph.D. (Tech.), Associate Professor, Samarkand state architecture and construction university,
E-mail: yakubov_k@mail.ru
Murtazaev Farkhod Azgaralievich,
Ph.D. student, Samarkand state architecture and construction university
E-mail: farkhod054@gmail.com
Islomov Sardor
Samarkand state architecture and construction university

Abstract. According the National Statistics Committee of the Republic of Uzbekistan, in Samarkand 133 registered carwash facilities in 2023 (National Statistics Committee, 2023). More than 90% rely on groundwater supplies, while fewer than 50% discharge to the municipal sewer, the remainder dispose of effluent to cesspits following only rudimentary mechanical pre-treatment (bar screens and settling pits). In a water scarce region with a growing vehicle fleet, this configuration intensifies pressure on aquifers. Basin level indicators from the Global Environmental Flow Information System suggest that, in parts of the Zarafshan/Samarkand area, annual groundwater withdrawals reach approximately 2–5 billion m³, consistent with concerns about over abstraction and environmental impacts (GRAC, 2025) (IWMI, 2018). This study characterizes water use and wastewater management at three representative carwash types in Samarkand, combining metered water balances with semi-structured interviews, passenger car services predominate and are therefore emphasized. The analysis covers washing methods and sequencing, stage-specific water demands, treatment trains in current use, discharge pathways, applicable tariff structures, and discharge/reuse quality requirements. Practices are benchmarked against international experience. Comparative results of water demand showed that local car washes in Samarkand use 30–55% less water compared to international practices. Car washes in Samarkand demonstrated heavy reliance on groundwater, limited sewer connectivity, and reliance on mechanical pre-treatment, which increases the risk of environmental pollution. Practical recommendations are provided to reduce water consumption, improve wastewater discharge quality in line with regulations, or enable reuse through the application of new hybrid treatment systems.

Keywords: car wash; groundwater; water reuse; wastewater treatment.

ISSN 3030-3907

Annotatsiya. O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi ma’lumotlariga ko‘ra, Samarqand shahrida 2023 yilda 133 ta avtomobil yuvish shoxobchasi ro‘yxatga olingan. Ularning 90 foizdan ortig‘i yer osti suvlari hisobiga ishlaydi, biroq 50 foizdan kamrog‘i shahar kanalizatsiyasiga ulangan, qolganlari esa oqava suvlarni faqat sodda mexanik tozalashdan (panjaralar va cho‘ktirgichlar) o‘tkazib, septiklarga tashlaydi. Avtomobillar soni ortib borayotgan suv tanqisligi kuzatilayatgan hududlarda bunday tizim suv ta’minoti tiimlariga va yer osti suv qatlamlariga bosimni kuchaytiradi. Global ekologik oqimlar axborot tizimilar ma’lumotlariga ko‘ra, Zarafshon/Samarqand hududida yillik yer osti suvlaridan foydalanish hajmi taxminan 2–5 milliard m³ ni tashkil etadi, bu esa ortiqcha yer osti suvlaridan foydalanish va ekologik oqibatlar haqidagi xavotirlarni tasdiqlaydi. Ushbu tadqiqotda hozirda Samarqanddagi uchta turdagi avtomobil yuvish usulida suvdan foydalanish va oqava suvlarni oqizish tizimlarini tahlil qilindi. Tahlil avtomobil yuvish shaxobchalarida ishlatiladigan suv miqdori va avtomoyka egalari va injenerlaridan olingan intervyular asosida olib borildi, asosiy e’tibor yengil avtomobillarga qaratildi, chunki asosan shunaqa tirdagi avtomobillarga xizmat korsatiladi. Tadqiqotda yuvish usullari va ketma-ketligi, bosqichma-bosqich suv sarfi, amaldagi tozalash uskunalari, oqava suvlarning chiqarilish yo‘llari, amaldagi tariflar va qayta foydalanish uchun sifat talablariga e’tibor qaratildi. Amaliyot xalqaro tajribalar bilan solishtirildi. Suv sarfi bo‘yicha taqqoslash natijalari shuni ko‘rsatdiki, Samarqanddagi mahalliy avtoyuvish shoxobchalari xalqaro tajriba bilan solishtirganda 30–55 foiz kam suv sarflaydi. Samarqanddagi avtomobil yuvish shoxobchalari yer osti suvlariga kuchli tayanishi, kanalizatsiya tizimiga qisman ulanish va asosan mexanik tozalashdan foydalanishi bilan ajralib turadi, bu esa atrof-muhitni ifloslanish xavfini oshiradi. Maqolada suv sarfini kamaytirishga qaratilgan amaliy tavsiyalar, oqava suvlarning sifatini oqizishda me’yorlarga moslashtirish va yangi gibrid tozalash tizimlarini joriy etish orqali ularni qayta ishlatish imkoniyatlari o‘rganilgan.

Kalit so‘zlar: avtomobil yuvish; yer osti suvlari; suvni qayta ishlatish; oqava suvlarni tozalash.

Аннотация. По данным Государственного комитета Республики Узбекистан по статистике, в Самарканде в 2023 году зарегистрировано 133 автомоечных объекта. Более 90% из них используют подземные воды, при этом менее 50% имеют подключение к городской канализации; остальные сбрасывают сточные воды в выгребные ямы после лишь элементарной механической предварительной очистки (решётки и отстойники). В условиях дефицита воды и роста числа автомобилей такая конфигурация усиливает нагрузку на водоносные горизонты. По данным показателей на бассейновом уровне из

ISSN 3030-3907

Глобальной информационной системы экологических стоков, в некоторых районах Зарафшан/Самарканд ежегодный забор подземных вод достигает примерно 2–5 млрд м³, что подтверждает обеспокоенность чрезмерным водоотбором и экологическими последствиями. В данном исследовании охарактеризовано водопользование и управление сточными водами на трёх репрезентативных типах автомоек в Самарканде, с использованием измеренного водного баланса и полуструктурированных интервьюс, основное внимание уделено обслуживанию легковых автомобилей как преобладающему виду деятельности. Анализ охватывает методы и последовательность мойки, поэтапное водопотребление, используемые схемы очистки, пути сброса, применяемые тарифы, а также требования к качеству сброса и повторного использования воды. Практика сопоставлена с международным опытом. Сравнительные результаты потребности воды показали, что локальные автомойки в Самарканде расходуют на 30–55% меньше воды по сравнению с международной практикой. Автомойки в Самарканде характеризуются сильной зависимостью от подземных вод, ограниченным подключением к канализационной сети и применением преимущественно механической предварительной очистки, что повышает риски загрязнения окружающей среды. Разработаны практические рекомендации по снижению водопотребления, улучшению качества сброса сточных вод в соответствии с нормативами или их повторному использованию за счёт внедрения новых гибридных систем очистки.

Ключевые слова: автомойочные станции; подземные воды; повторное использование воды; очистка сточных вод.

1. Introduction

Uzbekistan lies in the arid heart of Central Asia and depends heavily on rivers shared with neighboring states for its water supply. Only about a fifth of the country's water resources are generated within its borders, and projections by the Ministry of Water Resources indicate that, by 2030, the national water shortage could reach 15 billion m³ (World Bank, 2009) (Water Global Practice). Climate change is reducing transboundary flows, yet demand continues to rise with population growth. Inefficient irrigation systems lose about 14 billion m³ of water each year due to leaky earthen canals (World Bank, 2009). Consequently, Uzbekistan has entered an "emergency" phase of water management, prioritising canal concreting, pump modernisation and water-saving technologies.

Under these stresses, groundwater has become a critical buffer. Yet a recent systematic review of groundwater governance in Uzbekistan reports that aquifer reserves declined by 40 % between 1965 and 2002. Official decrees further

ISSN 3030-3907

acknowledge that about 35 % of groundwater reserves have been lost in the past three to four decades, with unsustainable withdrawal in districts of Navoi, Samarkand and Jizzakh provinces causing major declines. Monitoring and regulation remain weak; roughly 59 % of groundwater use is unregulated, and there is risk of losing most national reserves within the next ten years. Pollution from agricultural drainage and chemicals has also degraded groundwater quality. These figures highlight the precarious status of subterranean sources around Samarkand and the urgent need to reduce withdrawals (Yusupov, 2019).

At the same time, Uzbekistan's vehicle fleet has expanded rapidly. Data from the National Statistics Committee show that as of 1 April 2025 there were 4.522 million motor vehicles registered to individuals, of which 93 % were passenger cars; registrations grew by 79,800 vehicles in the first quarter of 2025. Growth has been steady: the number of private vehicles rose from about 3.27 million in 2022 to 4.02 million by 1 January 2024 (National Statistics Committee, 2023). Carwash businesses have proliferated to serve this expanding fleet. According to the national statistics agency, 1,467 legal entities provided washing, polishing and related services in 2022; the largest concentrations were in Tashkent city (208 enterprises), Tashkent region (150) and Samarkand region (133 enterprises) (National Statistics Committee, 2023). These figures imply a dense network of wash facilities in Samarkand and suggest high cumulative water demands.

A conventional automatic car wash typically consumes 150 litres of freshwater per vehicle a volume that dwarfs domestic per-capita use in many parts of Uzbekistan. The Ministry of Water Resources notes that many car washes rely on groundwater and often discharge untreated effluent to cesspits or sewers, exacerbating aquifer depletion and pollution. Modern wash-bay recycling systems can reduce water use by 60–90 % per cycle (Cabinet of Ministers, 2010), yet uptake remains limited. Given that most carwash operators in Samarkand currently utilise simple mechanical treatment (grit traps and settling tanks) before disposal, there is substantial opportunity to implement advanced wastewater treatment technologies. Integrating hybrid or other reuse methods would not only reduce groundwater withdrawals but also limit pollutant loads to municipal sewers and the environment.

This case study therefore situates car wash operations within the broader context of water scarcity and groundwater using stress in Uzbekistan. By quantifying water use, evaluating current treatment practices at selected facilities in Samarkand, and comparing them against international standards, the study aims to assess the potential for wastewater reuse and provide evidence-based recommendations to improve water efficiency.

2. Literature review

ISSN 3030-3907

It is useful to structure the review around four threads: (1) how much water car washes use, (2) what is typically found in their effluents, (3) which treatment technologies have been applied, and (4) what performance has been achieved.

Over the last decade, multiple studies confirm that specific water consumption per vehicle spans a wide range from 60–70 L at optimized, high-efficiency sites to 150–600 L at typical facilities without recycling (Afzal, 2024). One synthesis reports an average around 200 L per car, with large urban wash stations reaching about 10 m^3/day (and more in high-throughput tunnels) (Kazembeigi, 2023). Because most facilities historically discharged spent wash water to sewers or cesspits, several jurisdictions introduced strict rules, for example, in the Netherlands and Brazil car washes are required to recycle ≥70% of water used, which has pushed the sector toward closed loop systems (Afzal, 2024). Nevertheless, operators in many cities still consider recycling capital intensive and default to fresh groundwater abstraction with full disposal after use.

CWW (carwash wastewater) is dominated by detergents, oil/grease, and suspended solids. Reviews show COD frequently >400 mg/L, with turbidity up to 1,000 NTU after rudimentary settling (Tomczak W. W., 2023). Broader compilations report COD from 59 to 8,350 mg/L, suspended solids up to 5,460 mg/L, and oils and grease occasionally >4,800 mg/L, reflecting large inter-site variability (Tomczak W. W.-D., 2024). At comparatively "milder" sites, reported ranges were COD 335–555, BOD_5 178–232, anionic surfactants 148–192, and total solids 830–3,340 mg/L, illustrating how detergent packages, service mix, and housekeeping shape influent strength (Afzal, 2024).

Traditional treatment on site is usually limited to bar screens and settling pits, which capture coarse solids but leave dissolved organics, surfactants, and emulsified oil largely untreated. Consequently, research has focused on coagulation/flocculation, electrocoagulation (EC), membranes, and nature-based solutions. A widely cited review notes that flotation–flocculation can remove up to 85% SS and 90% turbidity, with COD reductions of 70–80%, when coupled with complementary steps, overall removal can reach 96%. Electrocoagulation typically achieves 90% turbidity and 80% COD removal, integrating adsorption or electro-oxidation elevates organics removal to 78–97% and anionic surfactant removal to 81–99% (Kuan, 2022). On real effluent from a "Mobil Car Wash" case, optimal conditions were pH 7–8, aluminum electrodes, and NaCl addition, the specific energy ranged 2.32–15.1 kWh/kg COD removed depending on current density and conductivity (El-Ashtoukhy, 2015).

Membrane processes have gained prominence in recent years. A 2023 synthesis reports ultrafiltration (UF, 10 kDa) achieving near complete turbidity and oil/grease

ISSN 3030-3907

removal and cutting COD from 314 to 64–85 mg/L (≈80% reduction) when preceded by adequate solids oil control and followed by routine chemical cleaning (Tomczak W. W.-D., 2024). Comparative trials with PES UF (10 vs 100 kDa) found both delivered 99% turbidity removal, while the larger-pore membrane fouled more quickly, underscoring the need for cleaning protocols and upstream management of foaming agents and waxes (Tomczak W. W., 2023). Broader reviews covering NF/RO and hybrid trains report COD reductions of 77–95% and turbidity >90% across configurations, albeit with chronic fouling as the principal operational constraint affecting OPEX (Kazembeigi, 2023).

Nature-based and low-cost solutions have also been piloted. In Spain, vertical flow and horizontal flow constructed wetlands and infiltration–percolation beds, after robust mechanical pre-treatment, achieved turbidity <5 NTU and COD <20 mg/L, with recycling up to 60% for non-potable uses under appropriate hydraulic loading and disinfection (Antonina T., 2025). A recent field study in Pakistan integrated floating and subsurface wetlands with sand filtration, reporting compliance-grade effluents, multi-cycle reuse, and a payback <1 year, while promising, such systems remain site-specific and require careful validation for climate, oil/grease, and sludge management (Afzal, 2024).

Finally, regulatory benchmarks for discharge/reuse converge in many jurisdictions on SS <20–40 mg/L, turbidity <5 NTU, oils/grease <5 mg/L, and COD ≲50 mg/L, with microbiological control for onsite reuse loops (Kuan, 2022). Given that raw CWW typically exceeds these thresholds, the literature consistently frames car wash facilities as strong candidates for treatment and water reuse, emphasizing that hybrid trains mechanical pre-treatment → coagulation/EC → UF → optional carbon/AOP or nature-based polishing → disinfection can deliver compliant effluents at acceptable costs where throughput justifies investment.

3. Study area and case sites .

Samarkand lies in the middle Zarafshan basin and overlies the transboundary Zeravshan alluvial aquifer (IGRAC “Transboundary Aquifers of the World,” code AS44), which is shared with Tajikistan

ISSN 3030-3907

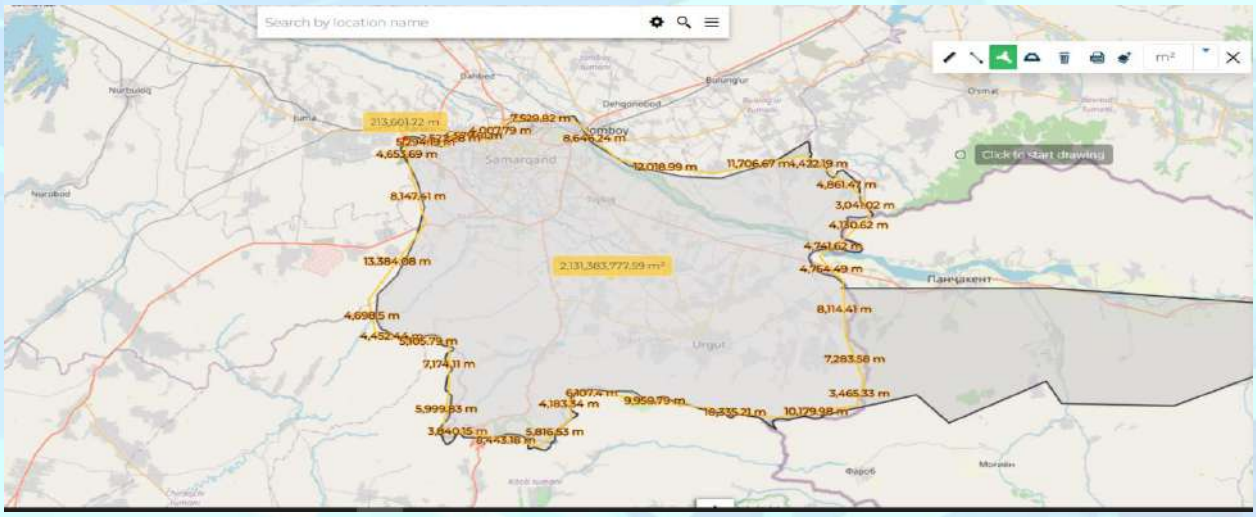


Figure 3.1. Zeravshan Aquifer (IGRAC, "Transboundary Aquifers of the World," AS44) overlaid on Samarkand municipal boundary

The basin's environmental-flow setting and sustainable groundwater abstraction envelopes indicate spatially heterogeneous headroom for pumping

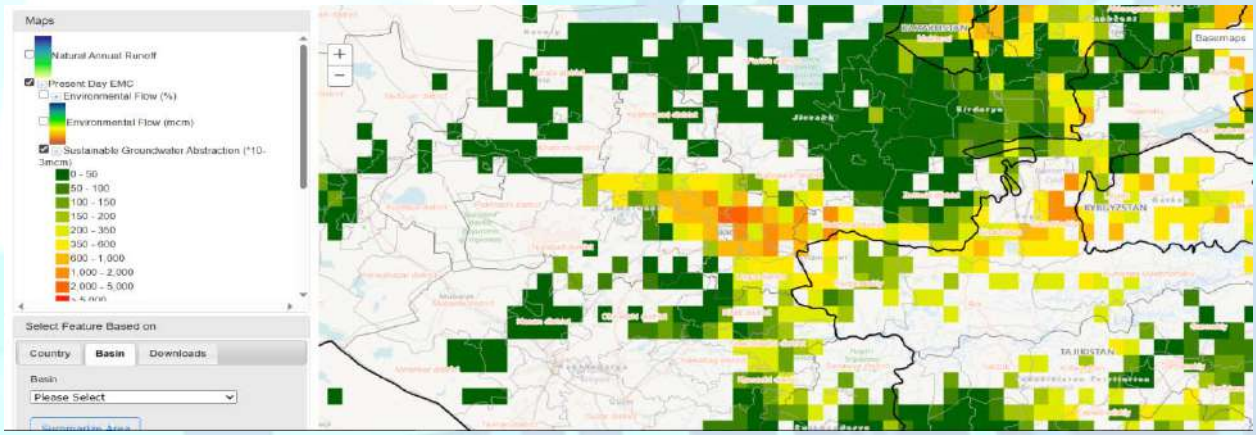


Figure 3.2. GEFIS (IWMI) tiles for the Zarafshan basin: (a) Sustainable Groundwater Abstraction; (b) Environmental Flows (%).

In practice, the city's carwash businesses predominantly rely on private boreholes and shallow alluvium, while municipal supply remains a mix of wellfields and river-connected groundwater galleries.

Regional hydrologic context. Uzbekistan's renewable water endowment is limited in per-capita terms (1,504 m³/person/yr), with total renewable resources averaging 48.9 km³/yr. Roughly 84% of renewable availability is surface water and 16% is groundwaterб flows are highly transboundary about 80% of surface water originates outside the country. These characteristics combine with marked continental seasonality (typical July means near 32 °C, winter means −1 to −6 °C) to heighten drought exposure across central and southeastern regions (Water Global Practice) (World Bank, 2009).

Regulatory setting relevant to carwash wastewater. Industrial/commercial wastewater discharged to municipal sewers is regulated by the Cabinet of

ISSN 3030-3907

Ministers' "Rules for Acceptance of Industrial Wastewater…," which require each discharger to meet a communal-ecological norm (KEN) a site-specific permit standard valid for five years and to pre-treat locally so that effluent at the connection does not disrupt sewer or WWTP operation (Cabinet of Ministers, 2010). Oversight is shared between the Uzsuvtaminot and territorial environmental authorities.

Operationally, the rules mandate (1) a two-party contract with the Uzsuvtaminot, (2) continuous internal control of volumes/quality, (3) sampling at the outlet of on-site pre-treatment and in a control manhole immediately upstream of the city connection, (4) full access for inspections and sampling, and (5) monthly reporting of volumes and pollutant loads; accredited Uzsuvtaminot laboratories perform routine monitoring.

Acceptance limits (KEN) most pertinent to carwash effluent values refer to concentrations at the control manhole unless a stricter site KEN applies: pH 6.5–8.5; suspended solids 500 mg/L; COD 500 mg/L; BOD_5 11.3–22.6 mg/L (BOD_{20} 15–30 mg/L); animal/vegetable fats and oils 5 mg/L; anionic surfactants 20 mg/L; petroleum products 1 mg/L (Cabinet of Ministers, 2010).

Case sites. The three surveyed carwash typologies in Samarkand (conventional hand-wash with two settling chambers; semi-automatic bays with pressurized jets; tunnel/roll-over units) operate 10–14 h/day and provide exterior wash, underbody rinse, and interior detailing. Sites with sewer connections use coarse screening and two-stage sedimentation before discharge, off-grid sites use screens plus grease/sand traps followed by soak pits. For sewer-connected sites, the acceptance limits above define design targets for on-site pre-treatment, for pit-discharging sites, these thresholds do not ensure environmental protection of the receiving subsurface and should be treated as minimums, with additional polishing required to protect the Zeravshan aquifer.

Implications for this study.

1. The combination of low per-capita availability, high transboundary dependence, and strong seasonality makes groundwater-efficient designs in Samarkand especially consequential.
2. Many car-washes seeking to avoid sewer-discharge tariffs and the CAPEX/OPEX of meeting effluent standards will continue to rely on self-supplied wells and non-sewered disposal unless compact recycle systems become standard.
3. Where sewers exist, compliance hinges on meeting KEN values at the control manhole and on routine reporting/monitoring; this directly informs sampling plans and the sizing of pre-treatment units in our methods.

4. Data Analysis

ISSN 3030-3907

This section examines the performance of three representative carwash typologies in Samarkand, manual (M1), self-service (M2) and automatic conveyor washes (M3), based on interviews and on-site observations. It then contrasts these findings with published international data to assess water-use efficiency, operational throughput, and wastewater management.

4.1. Local water-use patterns

The three sampled sites revealed distinct patterns in customer volumes and water consumption (Table 1). Self-service bays (M2) dominate the market (65–70 % of stations), followed by manual hand-wash stations (25–30 %) and automatic tunnels (2–5 %). Groundwater is the principal supply source interviewees indicated that more than 90 % of water is drawn from private wells, with only 40 % of stations connected to municipal sewers. After washing, effluent settles in basic sediment traps and either flows into the sewer (≈40 % of sites) or is discharged to soak-away pits, sludge is collected by vacuum trucks and hauled to disposal sites. Operators pay a discharge fee of about 5,600 UZS/m³ for sewer connections and a groundwater abstraction tax of 15,000 UZS/m³ for borehole use. Regulatory oversight is provided by Uzsuvtaminot and environmental authorities.

Table-1.

Summary of local carwash operation metrics and comparison with global ranges.

Method	Prevalence in Samarkand	Water per car (local)	World typical water use	Vehicles per day (local)	Daily water consumption (local)
Manual (M1)	25–30 % of stations	72–84 L	158 L for a salon car; manual wash 188 L; semi-automated 139 L; motorbike/SUV/bus 70–236 L (Monney, 2020).	20–30 vehicles	1.44–2.52 m³/day
Self-service (M2)	65–70 % of stations	37–46 L	~120–200 L in global surveys for hand-held or in-bay systems	45–55 vehicles	1.67–2.53 m³/day

ISSN 3030-3907

Automatic (M3)	2–5 % of stations	400 L	~200–600 L (automated and conveyor systems); buses may exceed 370 L (Monney, 2020).	8–12 vehicles	3.20–4.80 m³/day

The interviews indicate that self-service facilities process roughly 45–55 vehicles per day, each requiring 37–46 L of water (pre-wash, foaming and rinse). Manual stations handle 20–30 cars per day with 72–84 L per wash, while automatic tunnels process 8–12 vehicles per day but consume ≈400 L per car. Using mid-range values, daily water uses at M1, M2 and M3 stations is estimated at 1.5–2.5 m³, 1.7–2.5 m³, and 3.2–4.8 m³, respectively. Operators noted that water consumption increases by 30–40 % in winter due to heavier dirt loads. These figures are plausible when compared with a Ghanaian study that monitored seven stations: it reported that semi-automated bays used 139 ± 64 L per saloon car and manual bays used 188 ± 69 L, while our self-service and manual stations use significantly less water. The automatic tunnel in Samarkand consumes 400 L per car, which lies within the global range of 200–600 L for automated tunnels (Monney, 2020).

4.2. Process sequencing and water-supply arrangements

All three sites follow a similar process sequence: water is pumped from wells or channels into a clean-water tank; in roughly 5 % of stations this water passes through a coarse filter before entering a pump unit; vehicles undergo pre-wetting, foaming with detergent and high-pressure rinsing; wastewater then flows through a grit trap and small settling pit. The study noted almost no adoption of advanced reclaim systems, only occasional reuse of final rinse water for pre-wetting. In contrast, international good practices show that semi-automated spray-wand systems can save ≈55 % water compared to manual washing, and fully automated tunnels in Brazil recover 80 % of water used per vehicle (Monney, 2020; Sarmadi, 2020). On a daily basis, Ghanaian carwash stations monitored by Monney et al. consumed 2.4–15.5 m³/day depending on traffic (Monney, 2020) significantly higher than the observed consumption in Samarkand—suggesting that local washing practices may already be relatively conservative, though still far above the minimal volumes reported for high-efficiency tunnels (8–70 L per vehicle in US and European contexts).

4.3. Seasonal effects and throughput

Operators consistently reported that winter operations require 30–40 % more water due to mud and road salts. Average throughput correlates negatively with

ISSN 3030-3907

water use per vehicle; the Ghana study found that stations washing fewer cars used more water per car, whereas those with high demand used water more efficiently (Monney, 2020). The self-service model in Samarkand fits this pattern: high turnover per bay coincides with the lowest per-car water use. These observations suggest that optimizing operational efficiency (e.g., adopting timed spray wands, promoting single-bucket methods) could further reduce consumption.

4.4. Wastewater management and compliance

None of the surveyed stations employed chemical, biological, or membrane treatment. Owners stated that effluent is allowed to settle and then discharged to the sewer or soak-away pits, they claimed that standard parameters (pH, total suspended solids, COD, oils, and surfactants) met municipal acceptance limits set by the Communal-Ecological Norm (KEN). The regulations specify pH 6.5–8.5, suspended solids ≤ 500 mg/L, COD ≤ 500 mg/L, BOD_5 11.3–22.6 mg/L, oil/grease ≤ 5 mg/L, anionic surfactants ≤ 20 mg/L and petroleum products ≤ 1 mg/L (Cabinet of Ministers, 2010). However, literature indicates that raw carwash effluent often exceeds these limits; mean COD values for manual washes can be 188 mg/L and oil/grease levels can reach several hundred mg/L (Monney, 2020). Consequently, the assumption that simple sedimentation is adequate may be optimistic. Internationally, a variety of technologies, coagulation/flocculation, electrocoagulation, membrane filtration and constructed wetlands can reduce turbidity and COD by 70–95 % (Espinoza-Montero, 2023). For Samarkand, implementing compact recycle units or nature-based polishing could both reduce groundwater abstraction and improve effluent quality.

4.5. Economic considerations and operator perceptions

The interviews highlighted that owners perceive water recycling systems as costly and technically complex. Yet examples from Brazil and Ghana show that conventional carwash stations can save more than twice the water used in manual washes, and recycling can cut water bills by around 32 % (Monney, 2020). With groundwater taxes at 15,000 UZS/m^3 and potential penalties for exceeding KEN limits, the payback period for compact treatment units may be shorter than assumed, especially as water scarcity intensifies.

This analysis underscores that although Samarkand’s carwash industry currently uses less water per car than some international counterparts, it still relies almost entirely on groundwater, lacks systematic reuse, and discharges largely untreated wastewater. Aligning with global best practices through optimized spray-wand techniques, mandatory recycling targets and adoption of compact treatment units could significantly reduce water withdrawals and pollutant loads.

ISSN 3030-3907

Conclusion. In a semi-arid, groundwater-dependent city like Samarkand, carwash facilities can deliver large, measurable water savings with relatively small, well-targeted upgrades. Our case data show self-service bays currently use 37–46 L/vehicle (1.7–2.5 m³/day for 45–55 cars), manual sites 72–84 L/vehicle (1.4–2.5 m³/day for 20–30 cars), and automatic tunnels about 400 L/vehicle (3.2–4.8 m³/day for 8–12 cars). Against international experience, these numbers are mixed: self-service in Samarkand is already below typical global surveys (120–200 L/vehicle), manual is below the 188 ± 69 L reported for similar stations, while the tunnel sits mid-range of 200–600 L/vehicle. The literature further shows that semi-automated spray-wand systems often cut water use by 50–55% relative to manual practice, automated tunnels with recirculation routinely reach ≥ 70–80% internal reuse, and hybrid treatment trains remove turbidity and oils almost completely while pushing COD down by 70–90%, nature-based polishing after mechanical pre-treatment has achieved turbidity < 5 NTU and COD < 20 mg/L, enabling 60% internal recycling. Translating these benchmarks to Samarkand yields clear, numeric targets and payoffs. For a typical self-service site washing 50 cars/day at a global baseline of 150 L/vehicle (7.5 m³/day fresh), installing ≥ 70% recirculation alone drops fresh input to 2.25 m³/day, a saving of 5.25 m³/day, pairing recirculation with process efficiency to 60 L/vehicle drives fresh demand to 0.9 m³/day, a saving of 6.6 m³/day. With the current groundwater abstraction tax of 15 000 UZS/m³, those two steps alone translate into about 2.36–2.97 million UZS/month in avoided abstraction (30-day month). If connected to sewer, cutting bleed-off by the same 5.25–6.6 m³/day also avoids roughly 0.88–1.11 million UZS/month at 5 600 UZS/m³. Winter increases in demand (+30–40%) will raise absolute volumes, but the percentage savings from recirculation and better sequencing hold. Based on these numbers and on the city's regulatory context, the recommended end-state is explicit: near-term ≤ 90 L/vehicle fresh water for passenger cars, medium-term ≤ 60 L/vehicle, ≥ 70–80% internal reuse, and verified compliance at the control manhole with municipal acceptance (KEN) limits for pH, suspended solids, COD, oil/grease, and anionic surfactants.

Operational roadmap (stage-specific water quality with a configurable EC-centred loop). Instead of treating all process water to a single, highest specification, allocate fit-for-purpose water qualities by wash stage and design the reuse train to meet each grade with minimal energy and chemicals. A practical three-grade ladder is: Class C (pre-rinse/under-body, floor wash-down) with clarity good enough to protect pumps and no visible oil (turbidity ≤ 15–20 NTU; oils/grease ≤ 5 mg/L); Class B (foam make-up and main high-pressure wash) with low turbidity and suppressed surfactants/oils (turbidity ≤ 5–10 NTU; anionic surfactants kept low;

ISSN 3030-3907

no odor/film); and Class A (final rinse) with near-clear, low-surfactant water (turbidity ≤ 2–5 NTU; oils ≤ 1 mg/L). A combined treatment system can be configured so that electrocoagulation (EC) is the core step for breaking emulsions and aggregating fines, followed by solid–liquid separation (lamella settling or DAF), ultrafiltration (UF) as the physical barrier, and optional polishing activated carbon or mild advanced oxidation where very low surfactant/odor thresholds are needed for Class A.

Crucially, this loop is tunable to the site's dirt load, throughput and target class. In EC, operators can adjust current density and hydraulic retention time (with the well-documented sweet spot around pH 7–8 and a small NaCl dose to stabilize conductivity), trading a few minutes of residence for deeper removal when winter mud increases organics. UF flux and backwash interval can be optimized to keep permeability stable, periodic clean-in-place protects membranes from seasonal fouling. With buffer tanks assigned to Class C/B/A and PLC-based valves, the plant routes clarified (EC) water to Class C, UF permeate to Class B, and carbon-polished UF permeate to Class A, while a small continuous bleed-off (to sewer where available) maintains salt balance. Many car-washes seeking to avoid sewer-discharge tariffs and the CAPEX/OPEX of meeting effluent standards will continue to rely on self-supplied wells and non-sewered disposal unless compact recycle systems become standard, this staged-quality, EC-centred configuration makes that transition practical by matching treatment effort to end-use quality and maximizing internal reuse with documented removals. In sum, combining (1) process efficiency to ≤ 60–90 L/vehicle, (2) ≥ 70–80% recirculation using EC→UF with targeted polishing and class-based allocation, and (3) routine monitoring not only aligns Samarkand's carwash sector with world practice but also delivers 5–7 m^3/day savings per busy site, six-figure UZS monthly cost reductions, and a credible path to KEN-compliant discharge while easing pressure on groundwater resourses.

REFERENCES

1. Afzal, M. K. (2024). A nature-based closed-loop wastewater treatment system for car-wash facilities in Pakistan. Scientific Reports, 14.
2. Antonina T., P. S. (2025). Innovative Carwash Wastewater Treatment and Reuse Through Nature-Based Solutions. Clean Technologies, 7 (1),12.
3. Cabinet of Ministers, o. t. (2010). Resolution No. 11: On additional measures to improve environmental protection activities in the housing and communal services system. Collection of Legislation of the Republic of Uzbekistan.
4. El-Ashtoukhy, E.-S. Z. (2015). Treatment of real wastewater produced from Mobil car wash station using electrocoagulation technique. Environmental Monitoring and Assessment, 187, 693.

ISSN 3030-3907

5. Espinoza-Montero, P. J.-H.-U. (2023). Technologies employed for carwash wastewater recovery. Journal of Cleaner Production, 401.
6. GRAC, (. G. (2025, August 20). Pobrano z lokalizacji Global Groundwater Information System (GGIS).: https://ggis.un-igrac.org/ IWMI, (. W. (2018). Interactive maps and tools. Pobrano z lokalizacji Global Environmental Flow Information System (GEFIS): https://eflows.iwmi.org/ Kazembeigi, F. B.-N.-N. (2023). Techno-environmental study on the consequences of carwash wastewater and its management methods. Heliyon. Kuan, W.-H. H.-Y.-W.-M. (2022). A review of on-site carwash wastewater treatment. Sustainability, 14(10), 5764.
7. Lau, W. J. (2013). Car-wash industry in Malaysia: Treatment of car-wash effluent using ultrafiltration and nanofiltration membranes. Separation and Purification Technology, 104, 26–31.
8. Monney, I. D. (2020). Car-wash wastewater and water use: A case from Ghana. Environmental Challenges. National Statistics Committee, o. t. (2023). Pobrano z lokalizacji https://stat.uz/ru/ Sarmadi, M. F.-S. (2020). Efficient technologies for carwash wastewater treatment: A systematic review. Environmental Science and Pollution Research, 27, 34823–34839.
9. Tomczak, W. W. (2023). The application of polyethersulfone ultrafiltration membranes for separation of car-wash wastewaters: Experiments and modelling. Membranes, 13(3), 321.
10. Tomczak, W. W.-D. (2024). Cleaning of ultrafiltration membranes: Long-term treatment of car-wash wastewater as a case study. Membranes, 14(7), 159.
11. Torkashvand, J. F. (2021). A systematic review on membrane technology for carwash wastewater treatment: Efficiency and limitations. Desalination and Water Treatment, 210, 81–90.
12. Water Global Practice. (brak daty). Uzbekistan: General Water Security Assessment. World Bank.
13. World Bank. (2009). Uzbekistan – Bukhara and Samarkand Water Supply Project: Environmental Assessment. Report No. E2261.
14. Woźniak, P. G. (2024). Carwash oily wastewater separated by ultrafiltration. Separations, 11(6).
15. Yusupov, S. (2019). Impacts of climate change on sources of water supply in Samarkand City (technical note). World Bank.

ISSN 3030-3907

PEDAGOGIK KADRLAR SALOHIYATINING ZAMONAVIY TA’LIM TALABLARIGA MOSLIGI

Mamadaliyeva Barnoxon Ibragimovna

Oriental Universiteti Axborot-kutubxona resurslari bilan xizmat ko‘rsatish bo‘limi mudiri

Annotatsiya. Mazkur maqolada pedagogik kadrlar salohiyatining zamonaviy ta’lim talablariga mosligi masalalari yoritilgan. Bugungi globallashuv jarayonida ta’lim tizimi oldiga qo‘yilayotgan asosiy talablar – yuqori malakali, innovatsion fikrlovchi, ijodkor va raqobatbardosh kadrlarni tayyorlashdan iborat. Shu nuqtai nazardan pedagoglarning kasbiy mahorati, metodik saviyasi, zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish ko‘nikmalari hamda uzluksiz o‘z ustida ishlashga bo‘lgan intilishi muhim omillar sifatida ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotda pedagogik kadrlar salohiyatini oshirishning samarali yo‘llari, zamonaviy ta’lim standartlari bilan uyg‘unlikda rivojlantirish zaruriyati asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: Pedagogik kadrlar, salohiyat, zamonaviy ta’lim talablari, globallashuv, yuqori malakali kadrlar, innovatsion fikrlash, ijodkorlik, raqobatbardoshlik, kasbiy mahorat, metodik saviya, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT), uzluksiz o‘z ustida ishlash, pedagogik kadrlar salohiyatini oshirish, ta’lim standartlari

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы соответствия потенциала педагогических кадров современным требованиям образования. В условиях глобализации основными задачами системы образования являются подготовка высококвалифицированных, инновационно мыслящих, творческих и конкурентоспособных специалистов. В этой связи профессиональное мастерство педагогов, их методический уровень, умение использовать современные информационно-коммуникационные технологии, а также стремление к непрерывному саморазвитию рассматриваются как ключевые факторы. В исследовании обоснована необходимость повышения потенциала педагогических кадров и его развития в гармонии с современными образовательными стандартами.

Ключевые слова: Педагогические кадры, потенциал, современные требования образования, глобализация, высококвалифицированные кадры, инновационное мышление, творчество, конкурентоспособность, профессиональное мастерство, методический уровень, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), непрерывное саморазвитие, повышение потенциала педагогических кадров, образовательные стандарты

ISSN 3030-3907

Annotation. This article addresses the issue of compliance of teachers' professional potential with the requirements of modern education. In the context of globalization, the education system faces the key task of preparing highly qualified, innovative, creative, and competitive specialists. From this perspective, teachers' professional skills, methodological competence, ability to use modern information and communication technologies, as well as their commitment to continuous self-development are considered as crucial factors. The study substantiates the necessity of enhancing teachers' professional potential and developing it in line with contemporary educational standards.

Keywords: Pedagogical staff / Teachers, potential, modern educational requirements, globalization, highly qualified specialists, innovative thinking, creativity, competitiveness, professional skills, methodological competence, information and communication technologies (ICT), continuous self-development, enhancing teachers' potential, educational standards

Kirish

Mamlakatimizning rivojlanishi, uning taraqqiyoti, yosh avlodning ta'lim-tarbiyasi, zamon talabiga mos bilimlarni chuqur egallagan mutaxassislar, ularning malakasi bilan bog‘liq bo‘lib kelgan. Shuning uchun ham yurtimizda yangi zamon avlodini tarbiyalash, ularning dunyoqarashini yangicha shakllantirish masalasi davlat siyosati darajasiga ko‘tarildi. Hozirda chinakam bilimli, ma'naviyatli va ma'rifatli odamgina inson qadrini bilishi, o‘z milliy qadriyatlarini, milliy o‘zligini anglash, erkin va ozod jamiyatda yashashi, mustaqil davlatimizning jahon hamjamiyatida o‘ziga munosib o‘rin egallashi uchun kurasha olishi mumkin. Kelajak avlodni yangicha, erkin va mustaqil fikrlaydigan, zamonaviy bilim hamda kasb-hunarlarni puxta egallagan, haqiqatni dadil ayta oladigan, mavjud muammolarni ochiq-oydin bayon eta oladigan va Vatan ravnaqi uchun mas'uliyatni o‘z zimmasiga olishga qodir yetuk yoshlar sifatida tarbiyalash dolzarb vazifalardan biridir. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti boshchiligida Yangi O‘zbekistonni yaratish uchun iqtisodiy, ta'lim, ilmiy-texnikaviy, ijtimoiy-gumanitar kabi sohalarda yangi imkoniyatlar yaratilmoqda. Mazkur ishlarni muvaffaqiyati o‘laroq O‘zbekiston Respublikasining "Ta'lim to‘g‘risida"gi Qonuni Qonunchilik palatasi tomonidan 2020-yil 19 mayda qabul qilingan. Senat tomonidan 2020-yil 7-avgustda ma'qullandi hamda 2020-yilning 23-sentabr kunidan kuchga kirdi. Mazkur Qonun 11 bob 75 moddadan iborat.

"Ta'lim to‘g‘risida"gi Qonunga asosan ta'lim sohasidagi davlat siyosatining asosiy prinsiplari quyidagilardan iborat:

- ta'lim ustuvorligining tan olishi;
- ta'lim olish shaklini tanlash erkinligi;
- ta'lim sohasida kamsitishlarga yo‘l qo‘yilmasligi;

ISSN 3030-3907

- ta’lim olishga doir keng imkoniyatlarning ta’minlanishi;
- ta’lim va tarbiyaga milliy hamda umuminsoniy qadriyatlarning singdirilganligi;
- ta’lim va tarbiyaning insonparvarlik va demokratik xususiyatlari;
- ta’limning uzluksizligi va izchilligi;
- o‘n bir yillik ta’limning hamda olti yoshdan yetti yoshgacha bo‘lgan bolalarni bir yil davomida umumiy o‘rta ta’limda tayyorlashnning majburiyligi;
- davlat ta’lim standartlari va davlat ta’lim talablari doirasida ta’lim olishning hamma uchun ochiqligi;
- o‘quv dasturlarini tanlashga doir yondashuvning yagonaligi va tabaqalashtirilganligi;
- insonning butun hayoti davomida ta’lim olishi;
- jamiyatda pedagoglarni ijtimoiy himoya qilishning kafolatganligi;
- ta’lim tizimining dunyoviy xususiyatga egaligi;
- bilimlilik, qobiliyatlilik va iste’dodning rag‘batlantirilishi;
- ta’lim tizimida davlat va jamoat boshqaruvning uyg‘unligi;
- ta’lim faoliyati sohasidagi ochiqlik va shaffoflik.

Ushbu qonunning V bobi “Ta’lim tashkilotlari pedagog xodimlarining huquqiy maqomi” deb nomlanib, 44-moddasida Pedagogik faoliyat bilan shug‘ullanish huquqiga alohida urg‘u berilganligi muhim ahamiyatga egadir.

Tegishli ma’lumot (Qonunga ko‘ra), kasbiy tayyorgarligi bo‘lgan va ma’naviy-axloqiy fazilatlarga ega shaxslar pedagogik faoliyat bilan shug‘ullanish huquqiga ega. Magistraturani tamomlagan shaxs va diplomli mutaxassis o‘z mutaxassisligi bo‘yicha pedagogik faoliyat bilan shug‘ullanish huquqiga ega. Agar qonun hujjatlarida boshqacha qoida nazarda tutilmagan bo‘lsa, pedagogik oliy ma’lumotga ega bo‘lmagan shaxslarga qayta tayyorlash kurslaridan o‘tganidan keyin ta’lim tashkilotlarida (bunda oliy ta’lim tashkilotlari mustasno) pedagogik faoliyat bilan shug‘ullanish huquqi beriladi.

Istiqlol yo‘lidagi ilk qadamlaridanoq, buyuk ma’naviyatimizni tiklash va yanada yuksaltirish, milliy ta’lim-tarbiya tizimini takomillashtirish, unung milliy zaminini mustahkamlash, zamon talablari bilan uyg‘unlashtirish asosida jahon andozalari va ko‘nikmalari darajasiga chiqqarish maqsadida ta’lim tizimida ulkan bunyodkorlik ishlari olib borilmoqda. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi Oliy Majlisining IX sessiyasida qabul qilingan “Ta’lim to‘g‘risida”gi hamda “Kadrlar tayyorlash milliy dasturi” to‘g‘risidagi Qonunda ta’lim sohasida olib borilayotgan islohotlarda o‘qituvchi-tarbiyachilarning mehnati naqadar yuksakligi, ular oldida barkamol avlodni tarbiyalashdek sharafli va mas’uliyatli vazifa turganligi ta’kidlanadi. “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonunning 3-moddasida ta’lim O‘zbekiston Respublikasi ijtimoiy taraqqiyotida ustuvor soha deb e’lon qilingan hamda ta’lim

ISSN 3030-3907

sohasidagi davlat siyosatining asosiy prinsiplari belgilab berilgan. O‘qituvchi yuqori malakali kadrlar tayyorlash sifatini ta’minlovchi asosiy javobgar shaxs ekan, uning pedagogik mahorati ham hozirgi zamon talablari darajasida, jahon andozalariga mos ravishda shakllanishi kerak. Shu jihatdan, “Kadrlar tayyorlash milliy dasturi”da ham o‘qituvchining kasbiy mahoratini oshirishga jiddiy e’tibor qaratilgan. Jumladan, Dasturning 4.2. bandida pedagogik kadrlarning malakasini oshirish va ularni qayta tayyorlashning zamon talablariga moslashuvchan, ta’limning yuqori sifatli va barqaror rivojlanishini ko‘zlovchi tizimini vujudga keltirish ta’kidlanadi. Pedagog kadrlarni ildam qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish, raqobatbardosh darajada ularning kasbiy sifatlarini takomillashtirishni qo‘llab-quvvatlash ta’minlanadi. Ushbu talablar zamirida ham o‘qituvchining pedagogik mahoratini uzluksiz takomillashtirib borish naqadar muhim va davr talabi ekanligi ta’kidlanmoqda. Shunday ekan, “Pedagogik mahorat” fanining vazifalarini “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonun hamda “Kadrlar tayyorlash milliy dasturi” talablari belgilab beradi.

Buyuk nemis pedagogi Adolf Disterverg o‘qituvchining doimiy ravishda fanlarni mutolaa qilish bilan shug‘ullanishi haqida gapirib, shunday degan edi: “O‘qituvchi muntazam ravishda fan bilan shug‘ullanmog‘i lozim. Aks holda u qurigan daraxt va toshga o‘xshab qoladi. Qurigan daraxt va tosh meva bera olmaganidek, kelajakda bunday o‘qituvchidan hech qanday natija kutib bo‘lmaydi”. Jamiyat hayotining barcha jabhalarida demokratik yangilanishlar amalga oshirilayotgan bir davrda asosiy masalalar sifatida iqtisodiy, ilmiy-texnikaviy va ijtimoiy taraqqiyotni rag‘batlantirish hamda boshqariladigan bozor sharoitida shaxs hamda jamoa manfaatlarini samarali uyg‘unlashtirish masalalari dolzarb ahamiyat kasb etadi. Nazariy va amaliy nuqtayi nazardan ishlab chiqarish egalari bo‘lgan mehnatkashlarning ijtimoiy mavqeini mustahkamlash, ularning ehtiyoj va talablari bilan hisoblashish taraqqiyotning asosiy omillaridan biri sanaladi. Ayniqsa, ular ijtimoiy-iqtisodiy hamda ilmiy-texnikaviy rivojlanishni jadallashtiruvchi qudratli harakatlantiruvchi kuch sifatida e’tirof etiladi. Bundan boshqaruvni isloh qilishning strategik g‘oyasi mehnatkash insonning obro‘sini oshirishdan iborat, chunki iqtisodiyotni sog‘lomlashtirishning asosi vijdonan va mas’uliyat bilan ishlovchi shaxsdir. Shu bois ishchining mehnatdan manfaatdorligini keskin oshirish, uning salohiyatini to‘liq ro‘yobga chiqarish orqali uni jamiyatni harakatlantiruvchi kuchlar tizimining muhim bo‘g‘iniga aylantirish lozim. Innovatsion faoliyat davrida esa yangiliklar, ya’ni, innovatsiyalar ta’lim jarayoniga tobora faol kirib kelmoqda. Shu sababli mazkur omillarni pedagogik jarayonga kiritish 4 bosqichda amalga oshiriladi:

1) muammoli tahlil asosida aniqlash;
2) mo‘ljallanayotgan ta’lim tizimini loyihalash;

ISSN 3030-3907

3) o‘zgarishlar va yangiliklarni rejalashtirish;
4) o‘zgarishlarni amalga oshirish.

Innovatsion faoliyatga tayyorlashdan maqsad o‘qituvchining yangilikka intiluvchanligini, mustaqil o‘z ustida ishlash ko‘nikmasi va malakasini shakllantirish, yangi pedagogik texnologiyalar, interfaol metodlardan foydalanib, dars va darsdan tashqari mashg‘ulotlarni o‘tkazish malakasini takomillashtirishdan iborat. O‘qituvchining innovatsion faoliyati tahlili yangilik kiritishning samaradorligini belgilovchi muayyan me’yorlardan foydalanishni talab qiladi. Bunday me’yorlarga yangilik, maqbullik, yuqori natijalilik, ommaviy tajribalarda innovatsiyani ijodiy qo‘llash imkoniyatlari kiradi.

Yangilik pedagogik yangilik me’yori sifatida o‘zida taklif qilinadigan yangini, yangilik darajasi mohiyatini aks ettiradi. Pedagog olimlar yangilikning qo‘llanish mashhurligi darajasi va sohasiga ko‘ra farqlanadigan mutlaq, chegaralangan mutlaq, shartli, subyektiv darajalarini farqlaydilar. Yangilik pedagogik yangilik me’yori sifatida o‘zida taklif qilinadigan yangini, yangilik darajasi mohiyatini aks ettiradi. Pedagog olimlar yangilikning qo‘llanish mashhurligi darajasi va sohasiga ko‘ra farqlanadigan mutlaq, chegaralangan mutlaq, shartli, subyektiv darajalarini farqlaydilar. O‘qituvchi innovatsion faoliyati xususiyatlarini o‘rganib chiqqan pedagogik olimlar fikrlariga tayangan holda quyidagilarni asosiy belgilari deb hisoblash mumkin:

- ijodiy faoliyat falsafasini egallashga intilish;
- pedagogik tadqiqot metodlarini egallash;
- mualliflik konsepsiyalarini yaratish qobiliyati;
- tajriba-sinov ishlarini rejalashtirish va amalga oshira olish;
- o‘zidan boshqa tadqiqotchi-pedagoglar tajribalarini qo‘llay olish;
- hamkasblar bilan hamkorlik;
- fikr almashish va metodik yordam ko‘rsata olishlik;
- ziddiyatlarning oldini olish va bartaraf etish;
- yangiliklarni izlab topish va ularni o‘z sharoitiga moslashtirib borish.

Hozirgi kundagi yuqori raqobatchilik sharoitida va ta’lim berishga qo‘yilgan vazifalarning qat’iyligi tufayli zamonaviy o‘qituvchi-tadqiqotchi o‘zining ilmiy-ijodiy, innovatsion salohiyatini to‘liq ochib berishga to‘sqinlik qiladigan muammolarni aniqlash va ularning ijobiy yechimini topish muhim xisoblanadi. Buning uchun esa har bir ta’lim muassasa ilmiy-tadqiqot va tajriba-sinov ishlarini samarali tashkil etish talab etiladi. Tashkiliy-texnikaviy boshqaruv tizimi mahsulot ishlab chiqarishda mehnat taqsimoti va kooperatsiyasi orqali aniq iste’mol qiymatini shakllantirishga yo‘naltirilgan bo‘lib, bu yondashuv samaradorlik va sifat ko‘rsatkichlarini oshirishga xizmat qiladi. Mazkur prinsiplar, ayniqsa, ta’lim tizimida

ISSN 3030-3907

yuqori malakali, zamonaviy metodikalarga ega bo‘lgan, ilmiy daraja va unvon sohibi, doimiy o‘z ustida ishlaydigan pedagogik kadrlar tayyorlash va ulardan samarali foydalanishda ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Ta’lim sifati, eng avvalo, o‘qituvchilar malakasiga bog‘liq. Ularning zamonaviy pedagogik texnologiyalar, IT vositalar va interaktiv metodlardan foydalanish qobiliyati doimiy takomillashib borishi zarur. Malaka oshirish, seminar-treninglar, ilmiy faoliyatga jalb etish asosiy vositalardan biridir. Bunday jarayon o‘qituvchilarning kasbiy kompetensiyasini rivojlantirib, ularning ta’lim jarayonida ilg‘or yondashuvlarni qo‘llashiga imkon yaratadi. Natijada, ta’lim sifati oshib, talabalar chuqur bilim va amaliy ko‘nikmalarga ega bo‘ladilar.

Ilmiy izlanishlar, innovatsion ishlanmalar va talabalarni tadqiqot faoliyatiga keng jalb etish oliy ta’lim sifatini oshiradi. Talabalar uchun grant dasturlari, startap loyihalar va ilmiy anjumanlar ularni tashabbuskor va tadbirkor qilib tarbiyalaydi. Talabalar va o‘qituvchilarning ilmiy ishlarda faol ishtiroki ularning ijodiy salohiyatini ro‘yobga chiqarish imkonini beradi. Mazkur innovatsion loyihalar asosidagi tadqiqotlar esa amaliy bilimlarni mustahkamlab, ta’lim va ilm-fanni samarali integratsiyalashuviga zamin yaratadi. Masalan, Latviya universitetlarida “Innovation Grants for Students” dasturi ishga tushirilgan bo‘lib, unda 6 500 dan ortiq talaba jalb etilgan va amaliy prototiplar ishlab chiqilgan. Mazkur innovatsion loyihalar asosidagi tadqiqotlar esa amaliy bilimlarni mustahkamlab, ta’lim va ilm-fanni samarali integratsiyalashuviga zamin yaratadi.

Ta’lim jarayonini zamonaviy texnik vositalar bilan jihozlash, raqamli platformalar (Moodle, Google Classroom va boshqalar)dan samarali foydalanish ta’lim sifatini oshiradi. Onlayn kutubxonalar, virtual laboratoriyalar va sun’iy intellekt asosidagi vositalar interaktiv va keng qamrovli ta’limni ta’minlaydi.

Sifatli ta’lim uchun samarali boshqaruv tizimi muhim. Raqamli boshqaruv, akkreditatsiya jarayonlari, ta’lim sifatini monitoring qilish tizimlari orqali nazorat va tahlil olib borilishi kerak. Bu esa muammolarni erta aniqlab, yechim topish imkonini beradi.

Talabalarning individual yondashuvga ega bo‘lishi, qiziqishlariga mos yo‘nalish tanlashi ularning darsga bo‘lgan munosabatini ijobiy o‘zgartiradi. Iqtidorli talabalarni qo‘llab-quvvatlovchi stipendiyalar, tanlovlar, loyihalar ularning o‘z ustida ishlashiga turtki beradi.

Chet el oliygohlari bilan qo‘shma dasturlar, professor-o‘qituvchilar va talabalar almashinuvi, xalqaro akkreditatsiyalardan o‘tish oliy ta’lim sifatining muhim kafolatlaridan biridir. Bu orqali xalqaro reytinglarda yuqori o‘rinlar egallash imkoniyati oshadi.

ISSN 3030-3907

Ta’lim jarayonini boshqarish sifatini oshirishda zamonaviy raqamli boshqaruv tizimlari muhim o‘rin tutadi. Learning Management System (LMS), Customer Relationship Management (CRM) hamda Education Management Information System (EMIS) kabi tizimlar orqali ta’lim jarayonining samaradorligini oshirish, o‘quvchilar va o‘qituvchilar o‘rtasidagi aloqani raqamlashtirish, hujjat aylanishini avtomatlashtirish hamda sifat monitoringini tizimli yo‘lga qo‘yish mumkin. Shuningdek, ta’lim muassasalarining akkreditatsiya jarayonlari va sifat nazoratini zamonaviy standartlar asosida tashkil qilish - uzluksiz takomillashuvni ta’minlovchi asosiy omillardan biridir.

Hamkorlik va xalqaro integratsiya yo‘nalishida esa xorijiy oliy ta’lim muassasalari bilan qo‘shma dasturlarni joriy qilish, akademik mobillik dasturlari (student exchange), xalqaro tanlov va loyihalarda ishtirok etish orqali o‘quv jarayonining xalqaro darajaga chiqishiga xizmat qilmoqda.

Ulardan samarali foydalanish yo‘llari :

1. **Modul tizimiga o‘tish va raqamli o‘quv resurslaridan foydalanish**. Elektron darsliklar, videodarslar, masofaviy ta’lim platformalarini keng joriy etish. “Flipped classroom” va “blended learning” kabi uslublardan foydalanish.
2. **O‘qituvchilarning doimiy kasbiy rivojlanishini ta’minlash**. Malaka oshirish kurslari, onlayn treninglar, vebinarlar tashkil etish. Innovatsion pedagogik metodlarni o‘rganishga rag‘batlantirish.
3. **Ilmiy-tadqiqot faoliyatiga keng jalb qilish**. Talabalar uchun grantlar, startap tanlovlari va ilmiy anjumanlar. Fan va amaliyot integratsiyasiga asoslangan kurs ishlar va bitiruv malakaviy ishlar.
4. **Axborot texnologiyalarini keng joriy etish**. Raqamli baholash tizimi, virtual laboratoriyalar, sun’iy intellekt yordamida ta’limni moslashtirish. LMS (Moodle, Canvas) orqali interaktiv ta’lim tashkil etish.
5. **Xalqaro standartlar asosida akkreditatsiyadan o‘tish** Ta’lim sifatini mustaqil baholovchi tashkilotlar bilan ishlash. ISO, ENQA kabi xalqaro sifat standartlariga moslashish.
6. **Talabalarning tanqidiy fikrlash va muammolarni hal qilish ko‘nikmalarini rivojlantirish**. Amaliy mashg‘ulotlar, loyiha asosidagi ta’lim, munozarali darslar. Soft skills (muloqot, yetakchilik, teamwork) bo‘yicha maxsus modullar.

Xullas, Pedagogik kadrlar salohiyatining zamonaviy ta’lim talablariga mosligi ta’lim sifatini belgilovchi asosiy omildir. O‘qituvchilarning zamonaviy pedagogik texnologiyalarni egallagan, innovatsion yondashuvlarga tayyor va uzluksiz o‘rganishga intiluvchi bo‘lishi bugungi kunda raqobatbardosh, bilimli avlodni tarbiyalashning zaruriy shartidir.

ISSN 3030-3907

Bugungi kunda respublikamizdagi ta’lim tizimini xalqaro ta’lim standartlari bilan uyg‘unlashtirgan holda ilg‘or xorijiy davlatlar tajribasini chuqur o‘rganish hamda tahlil qilish asosida xalqaro standart talablariga moslashtirilgan ta’lim dasturlari ishlab chiqilmoqda.

Bugungi ta’lim tizimi eski mazmundagi o‘quv dasturlaridan voz kechib, innovatsion raqamli iqtisodiyot va axborotli jamiyat uchun kadrlar tayyorlash imkonini beradigan o‘qitish tizimiga o‘tmoqda. Shunga mos ravishda ta’lim berishga yondashuvlar ham o‘zgarib, internet va axborot texnologiyalari sharofati bilan o‘qituvchilar oddiy bilim beruvchidan, o‘qituvchi tashkilotchiga aylanmoqdalar.

Ayrim o‘qituvchilar uchun bunday o‘zgarish oson bo‘lmaydi. Bunday davrda raqobatbardoshlik, shaxslararo munosabatlarni o‘rnata olish qobiliyati zarur bo‘lganligi sababli, o‘quv dasturlari mazmuni tanqidiy fikrlash, kommunikativlik, ijodiy yaratuvchanlik va hamkorlik ko‘nikmalarini, ya’ni kompetentsiyalarni rivojlantirishga qaratilgan bo‘lishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni // Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi, 23.09.2020-y., №03/20/637/1306.
2. O‘zbekiston Respublikasi Oliy Majlisining “Kadrlar tayyorlash milliy dasturi to‘g‘risida”gi Qonuni. - Toshkent, 1997. - Xalq so‘zi gazetasi, 29-avgust, 1997-yil, №177.
3. Diesterveg A. Pedagogik mahorat va uning tarkibiy unsurlari. – Toshkent: “Pedagogika” nashriyoti, 2021. – B. 5–6.
4. Сатторов Ш.Ж. Педагогик инновациялар: назарий асослари ва қўллаш соҳалари // Ижтимоий фанлар. – Тошкент, 2020. – №4. – Б. 45–47.
5. Абдуллаева Н. А. Ta’lim sifatini oshirishda o‘qituvchilarning malaka oshirish tizimi. – Toshkent: O‘zbekiston pedagogika nashriyoti, 2020. – B. 45–47.
6. Innovation Grants for Students – Investment in Creativity and Latvia’s Future. - Latvian Ministry of Education and Science, 5 fevral 2025
7. Zamonaviy ta’limda raqamli texnologiyalardan foydalanish istiqbollari. - Toshkent: UzMarkaz, 2024. - B. 1–4

ISSN 3030-3907

DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF A COMPOSITE SORBENT-COAGULANT SYSTEM BASED ON ELDERBERRY FRUITS, EGG PASTE, AND ALUMINUM SULPHATE

Askarova Gulchiroy Ahror qizi

Bukhara state university, chemistry and oil and gas technologies department

Abstract : This in the article black elderberry extract , egg the time of day powder and aluminum sulfate based on composite sorbent- coagulant synthesis and his/her sewage the waters in the cleaning efficiency studied . Synthesis in the process local and waste raw materials used , ecological clean reagent to take opportunity created . Jar-test method using modeled sewage water Pb^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+} and Fe^{2+}/Fe^{3+} ions in the samples loss efficiency was evaluated . Research to the results according to , composite sorbent – coagulant traditional coagulants (aluminum sulfate , $FeCl_3$, PAC) compared high efficiency showing up to 90–96% cleaning level provided . Adsorption isothermal analysis Langmuir to the model good suitable arrived , kinetics and pseudo-second orderly to the model appropriate is chemical adsorption mechanism advantage confirmed . Received results composite sorbent – coagulant practical and ecological advantages show it industry sewage waters in cleaning effective application possible confirmed .

Key words : Composite sorbent – coagulant , black acacia (elderberry), egg aluminum , aluminum sulfate , sewage water , heavy metal ions , coagulation , sorption , ecological cleaning .

Аннотация: В данной статье исследована эффективность очистки экстракта черной бузины, яичного порошка "Время суток" и сульфата алюминия на основе композиционного сорбента-коагулянта синтеза и его/ее применения в сточных водах. В процессе синтеза использовалось местное сырье и отходы, был создан экологически чистый реагент для использования возможностей. Методом Jar-теста была оценена эффективность потери ионов $Pb2^{+}$, $Cu2^{+}$, $Zn2^{+}$ и $Fe2^{+}/Fe3^{+}$ из сточных вод в образцах . Согласно результатам исследований, композитный сорбент – коагулянт с традиционными коагулянтами (сульфат алюминия, $FeCl_3$, PAC) отличается высокой эффективностью, достигая уровня очистки до 90-96%. Изотермический анализ адсорбции по Ленгмюру показал, что модель подходит, кинетика и псевдосекундный порядок соответствуют модели, подтверждены преимущества химического механизма адсорбции. Полученные результаты показывают, что композиционный сорбент – коагулянт обладает практическими и экологическими преимуществами, что подтверждает возможность эффективного применения его в очистке промышленных сточных вод.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Композитный сорбент – коагулянт, черная акация (бузина), яичный алюминий, сульфат алюминия, сточные воды, ионы тяжелых металлов, коагуляция, сорбция, экологическая очистка.

Annotatsiya: bu maqolada qora elderberry ekstrakti , tuxum kompozit sorbent - koagulant sinteziga asoslangan kun kukuni va alyuminiy sulfat vaqti va uning kanalizatsiya tozalash samaradorligidagi suvlar o‘rganildi . Jarayonda sintez mahalliy va chiqindi xom ashyo ishlatilgan, imkoniyatdan foydalanish uchun ekologik toza reagent yaratilgan . Namunalarida modellashtirish kanalizatsiya suv Pb2 va Cu2, Zn2 va Fe2 va Fe2/Fe3 va Fe ionlar yordamida Jar-sinov usuli zarar samaradorligi baholandi . Ko‘ra natijalariga tadqiqot , murakkab sorbent-koagulant an'anaviy koagulants (alyuminiy sulfat , FeCl, pac) taqdim tozalash darajasi 90-96% gacha ko‘rsatgan yuqori samaradorligini nisbatan . Modelga adsorbsion izotermik tahlil Langmuir yaxshi mos keldi , kinetika va psevdo-ikkinchi tartibli modelga mos kimyoviy adsorbsion mexanizm afzalligi tasdiqlangan . Olingan natijalar kompozit sorbent-koagulant amaliy va ekologik afzalliklari it sanoatining kanalizatsiya suvlarini tozalashda samarali qo‘llanilishini ko‘rsatadi .

Kalit so‘zlar: kompozit sorbent – koagulyant , qora akatsiya (oqsoqol), tuxum alyuminiy , alyuminiy sulfat , kanalizatsiya suvi , og‘ir metall ionlari , koagulyatsiya , sorbsiya , ekologik tozalash .

Introduction

Water resources quality storage and industry sewage waters effective cleaning today's on the day world on a scale current ecological from problems one is considered . Different kind working release enterprises activity as a result harvest to be sewage waters often heavy metal ions , organic pollutants and blurry particles own inside takes . Such pollutants not only drink of water hygienic quality reduces , maybe soil and to hydroecosystems also serious damage delivers . This because of the water the waters in cleaning effective , cheap and ecological safe technologies working exit scientific and practical importance . Aluminum sulfate [$Al_2(SO_4)_3$] and iron(III) chloride ($FeCl_3$), which are widely used as traditional coagulants , show a certain degree of efficiency in reducing turbidity and color of wastewater. However, their main disadvantages include the need for high dosage, secondary pollution, and high sediment formation. Therefore, in recent years, the direction of creating new composite sorbent-coagulants by enriching traditional coagulants with local natural and waste raw materials has been widely developed[1-5].

Elderberry fruit is rich in natural polyphenols, flavonoids and anthocyanins, and their high complexing properties allow it to bind to metal ions. Eggshell is a cheap and common waste, the main composition of which is calcium carbonate

ISSN 3030-3907

($CaCO_3$). Calcium carbonate can maintain the pH balance of water and also act as an additional adsorbent in the coagulation process. By combining the traditional coagulant properties of aluminum sulfate, the bioactive components of elderberry fruit and the sorption potential of eggshell, it is possible to create an effective and stable composite sorbent–coagulant system [6-10].

This of the research relevance is that this composite sorbent – coagulants using sewage in the water heavy metal ions (Pb^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{2+}/ Fe^{3+}) effective loss of water color and blur reduce , as well as water again to use suitable to the situation to bring opportunity available . outside , local from raw materials use economic efficiency increases , waste again to be processed service does and " green" "to the principles of chemistry " suitable is coming .

Method and methods

1. Raw materials Preparation : Black acacia Elderberry (Sambucus black L .) – gather taken fruits cleaned , 40–50 ° C at dried . Dried raw material crushed and soaked in ethanol - water (70:30) solution for 2 hours during extraction was done . Obtained extract filtered and concentrated at 40 °C . Bioactive components (polyphenols , flavonoids) sorption and complex harvest to do features amplifier additional as applied .

Egg po‘ chog‘i – cleaned and boiled in the water disinfection was dried at 80 °C , and 100 μm until powder in case It contains up to 95 % calcium carbonate ($CaCO_3$) as an additional sorbent and pH buffer as used .

Aluminum sulfate ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) – traditional coagulant as used .

2. Composite sorbent - coagulant synthesis . Composite material laboratory to drown in conditions method using prepared :

Aluminum sulfate solution (10%) was prepared. Egg shell 5–10% by mass of powder suspension prepared and dissolved added . Black acacia extract (1–3% by mass) slow mixing under the circumstances to the solution added . Solution pH = 4.5–5.0 1 M NaOH solution using It was true . The mixture was heated at 60 °C for 2 hours. during mixed , then 24 hours during was heard . Harvest was sediment filtered was taken , dried at 80 °C and up to 0.25 mm announced . As a result bioactive substances with modified aluminum reasonable composite sorbent-coagulant received .

3. Wastewater water samples preparation

Experience for in the laboratory modeled sewage water solutions prepared : Pb^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+} and Fe^{2+} ions salts at a concentration of 10–20 mg/l based on solutions Water turbidity was modeled using bentonite powder (50 mg/l) .

The figure below compares the efficiency of removing heavy metal ions (Cu^{2+}, Fe^{2+}/Fe^{3+}, Pb^{2+} and Zn^{2+}) using different coagulants. As can be seen from the

ISSN 3030-3907

graph, the composite sorbent-coagulant synthesized based on black acacia fruit, eggshell and aluminum sulfate showed higher efficiency than traditional coagulants ($Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, PAC).

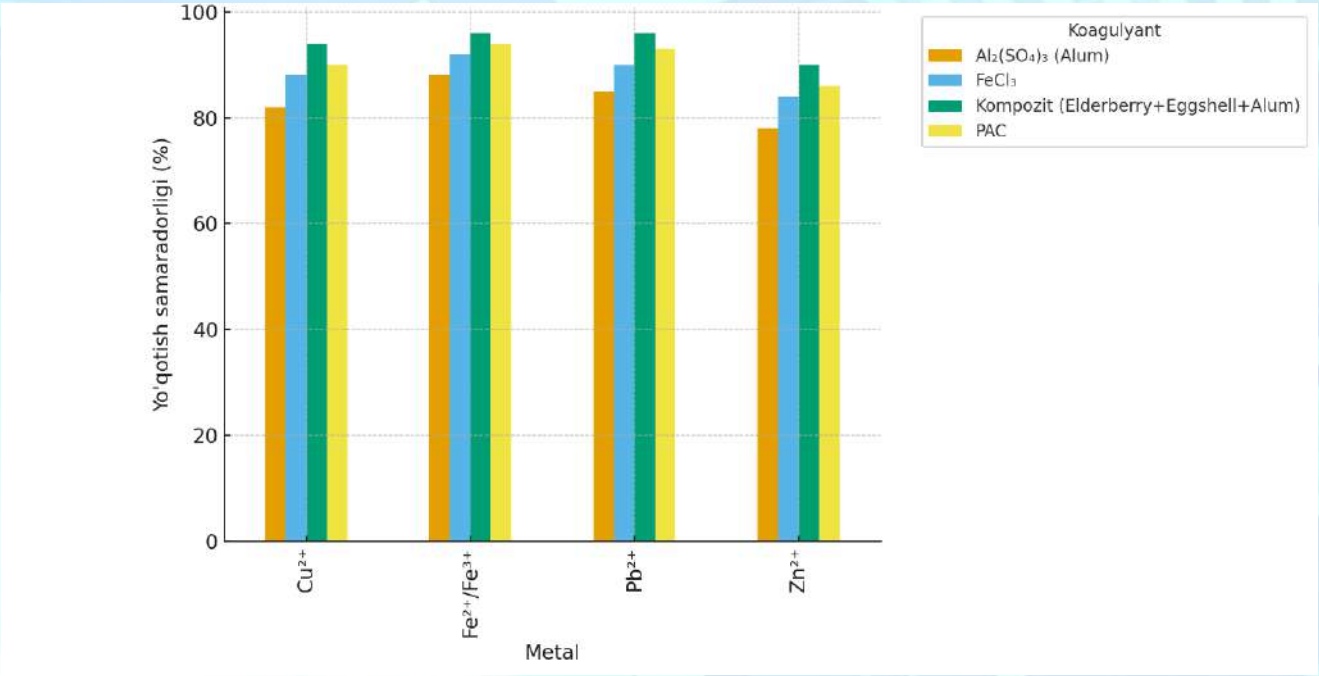


Figure 1. Variety coagulants using heavy metal loss of ions (Cu^{2+}, Fe^{2+}/Fe^{3+}, Pb^{2+} and Zn^{2+}) efficiency comparison

In Figure 1, various coagulants heavy metal loss of ions (Cu^{2+}, Fe^{2+}/Fe^{3+}, Pb^{2+} and Zn^{2+}) efficiency compared . From the graph visible as usual , traditional coagulants – $Al_2(SO_4)_3$ (Alum), $FeCl_3$ and PAC – in the range of 80–94% efficiency shown if , black elderberry fruit , egg shell and aluminum sulfate based on synthesis made composite sorbent – coagulant all metal ions according to higher (90–96%) result manifestation Especially Pb^{2+} and Fe^{2+} / Fe^{3+} ions at a loss composite of the system advantage obvious is noticeable .

Table 1 .

Heavy metals cleaning efficiency – comparative

Metal ions	Initial C_0 (mg/l)	$Al_2(SO_4)_3$ (Dose:60 g/l, pH 6.0)	$FeCl_3$ (Dose:50 g/l, pH 6.0)	PAC (Dose:40 g/l, pH 6.5)	Composite (Dose:35 g/l, pH 6.5)
Pb^{2+}	2.0	85 %	90%	93 %	96 %
Cu^{2+}	3.0	82 %	88 %	90%	94 %
Zn^{2+}	5.0	78 %	84 %	86 %	90%
Fe^{2+}/Fe^{3+}	10.0	88 %	92 %	94 %	96 %

1- In the table different coagulants heavy metal loss of ions (Pb^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+} and Fe^{2+}/Fe^{3+}) efficiency compared . From the results visible as usual , traditional coagulants – $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$ and PAC – average efficiency 78–94% shown if ,

ISSN 3030-3907

black acacia fruit , egg shell and aluminum sulfate based on synthesis made composite sorbent – coagulant up to 90–96% high result record Especially Pb^{2+} and Fe^{2+} / Fe^{3+} ions at a loss composite system advantage obvious felt .

Composite sorbent– coagulant efficiency different months during modeled sewage water in samples The experiments were carried out to determine the concentration of Pb^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+} and Fe^{2+}/Fe^{3+} ions . start and residue concentrations determination and average efficiency calculation through done increased . Results are presented in Table 2 below

Table 2 .

Black acacia + egg charcoal + aluminum sulfate based on composite sorbent –coagulant efficiency (model effluent in the water heavy metal ions loss)

Monthly observation	Dose (mg /l)	Pb^{2+}, mg/l		Cu^{2+}, mg/l		Zn^{2+}, mg/l		Fe^{2+}/Fe^{3+}, mg/l		Average efficiency (%)
		start	residue	start	residue	start	residue	start	residue	
January	35	2.0	0.08	3.0	0.18	5.0	0.50	10.0	0.40	93–96
February	40	2.5	0.10	3.5	0.22	6.0	0.60	11.0	0.50	92–95
March	30	1.8	0.06	3.2	0.20	5.5	0.55	9.5	0.45	93–96
April	38	2.2	0.09	3.4	0.21	5.8	0.58	10.5	0.48	92–95
May	32	2.0	0.07	3.0	0.18	5.0	0.52	10.0	0.42	94–96
June	35	2.1	0.09	3.3	0.20	5.2	0.54	10.8	0.45	93–95
Year according to average										
	35	2.1	0.08	3.2	0.20	5.3	0.55	10.3	0.45	93–95

Black in Table 2 acacia fruit , egg shell and aluminum sulfate based on synthesis made composite sorbent – coagulant efficiency monthly observations based on From the table visible It is clear that different months Pb^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+} and Fe^{2+}/Fe^{3+} ions during noticeable at the level reduced . Composite system year tall stable high result record average efficiency in the range of 92–96% saved . This

ISSN 3030-3907

and composite sorbent – coagulant season and temperature from changes strict look sewage the waters effective cleaning to the possibility has that shows .

Conclusion

Research results this showed that black acacia fruit , egg shell and aluminum sulfate based on prepared composite sorbent – coagulant sewage the waters in cleaning high efficiency showed . Optimal At a dose of 35–40 mg / l , Pb^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+} and Fe^{2+}/Fe^{3+} ions are removed by 90–96% reduce possibility proven . Local and waste from raw materials use reagent cost reduces , secondary waste again to work service does and " green" "to the principles of chemistry " suitable comes . Traditional to coagulants relatively composite of the system advantage – inferior dose with higher cleaning efficiency , less sediment harvest to be and ecological in safety manifestation It happened . So to do , to work issued composite sorbent – coagulant industry sewage waters heavy metal from ions effective in cleaning promising alternative as recommendation is being done .

LITERATURE

1. Jain, R., & Sharma, P. (2021). Development of bio-based coagulants for wastewater treatment: A review. Journal of Environmental Chemical Engineering, 9(5), 106–114. https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106114

2. Al- Samawi , AA, & Shukla, SK (2020). Utilization of eggshell waste in wastewater treatment: A review. Environmental Technology & Innovation , 19, 100872. https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.100872

3. Salehizadeh , H., Yan, N., & Farnood, R. (2018). Recent advances in polysaccharide bio-based flocculants. Biotechnology Advances , 36(1), 92–119. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2017.10.002

4. Guo, X., Tian, Q., & Wu, Z. (2021). Natural plant-based coagulants for water treatment: Sustainable alternatives to chemical coagulants. Chemosphere , 268, 128889. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128889

5. Fayziev J. B. i dr. Thermal analysis of sulfirovannogo phthalocyanina medi // Universum : chemistry and biology. – 2022. – no. 10-2 (100). - S. 41-44.

6. Nazarov S. I., Nazarov N. I. Physico-chemical properties of phosphate starch // Uchenyy XXI veka. – 2016. – no. 4-4 (17). - S. 9-11.

7. Nazarov S. I., Nazarov N. I. Physico-chemical properties of phosphate starch // Uchenyy XXI veka. – 2016. – no. 4-4 (17). - S. 9-11.

8. Zarina A. et al. Synthesis of Composite Inhibitors and Their Properties //The Peerian Journal. - 2023. - T. 17. - S. 25-29.

9. Dotto , GL, & McKay, G. (2020). Current scenario and challenges in adsorption for water treatment. Journal of Environmental Chemical Engineering, 8(4), 103988. https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.103988

ISSN 3030-3907

10. Huang, C., & Wu, Y. (2019). Removal of heavy metals from industrial wastewater using novel composite coagulants. Separation oath Purification Technology , 215, 208–216. https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.01.055

ISSN 3030-3907

QUYOSH PANELLARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA SOVUTISH TIZIMLARINING ROLI

Sharifova Madina
Buxoro viloyati G‘ijduvon tumani 51-maktab fizika fani o‘qituvchisi
Buxoro, O‘zbekiston,
Tel: +99890-412-83-65,
E-mail: madinasharifova075@gmail.com.

Anotatsiya. Ushbu maqolada quyosh panellarining samaradorligini oshirishda sovutish tizimlarining roli tahlil qilinadi. Sovutish usullari, jumladan, passiv va aktiv tizimlar, ularning afzalliklari va kamchiliklari ko‘rib chiqiladi. O‘zbekiston sharoitida suvli sovutish tizimlarining samaradorligi va istiqbollari ilmiy asosda tahlil etiladi. Maqola, shuningdek, so‘nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar asosida yangi texnologiyalar va materiallarning qo‘llanilishi masalalarini ham yoritadi.

Kalit so‘zlar: quyosh panellari, sovutish tizimlari, samaradorlik, passiv sovutish, aktiv sovutish, suvli sovutish, qayta tiklanuvchi energiya, harorat.

Annotation. This article analyzes the role of cooling systems in enhancing the efficiency of solar panels. Cooling methods, including passive and active systems, their advantages and disadvantages are discussed. The effectiveness and prospects of water-based cooling systems in the context of Uzbekistan are scientifically analyzed. The article also addresses the application of new technologies and materials based on recent research.

Keywords: solar panels, cooling systems, efficiency, passive cooling, active cooling, water cooling, renewable energy, temperature

Аннотация. В данной статье рассматривается роль систем охлаждения в повышении эффективности солнечных панелей. Обсуждаются методы охлаждения, включая пассивные и активные системы, их преимущества и недостатки. Научно анализируется эффективность и перспективы водяных систем охлаждения в контексте Узбекистана. Также рассматривается применение новых технологий и материалов на основе последних исследований.

Ключевые слова: солнечные панели, системы охлаждения, эффективность, пассивное охлаждение, активное охлаждение, водяное охлаждение, возобновляемая энергия, температура

Kirish

Bugungi kunda ekologik toza va qayta tiklanuvchi energiya manbalariga bo‘lgan talab juda keng miqyosda ortib bormoqda. Shulardan biri quyosh energiyasi eng istiqbolli va keng tarqalgan energiya manbalaridir **[1]**. Quyosh panellarining samaradorligini oshirish masalasi ilmiy tadqiqotlarning markaziy

ISSN 3030-3907

mavzularidan biriga aylangan. Quyosh fotoelektr (PV) panellari quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantiradi. Ammo ularning samaradorligi ko‘p hollarda haroratga bog‘liq. Panel yuzasi qizib ketganda yarimo‘tkazgich materialining elektr xususiyatlari yomonlashadi va natijada samaradorlik pasayadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, PV panel harorati har bir 1°C ga oshganda samaradorlik o‘rtacha **0,3–0,5 %** ga kamayadi. Shuning uchun panellarni sovitish texnologiyalarini qo‘llash – ularning ishlash muddatini uzaytirish va ishlab chiqaradigan elektr energiyasini ko‘paytirishning eng muhim yo‘llaridan biridir **[2]**. Shuning uchun panellarni samarali sovutish tizimlarini joriy etish muhim ahamiyatga ega. Sovutish usullari ikki asosiy turga bo‘linadi: passiv va aktiv tizimlar va shu bilan birga gibrid tizimi ham mavjud.

Passiv usullar energiya sarflamasdan havo aylanishi va issiqlikni tarqatish asosida ishlaydi, ammo ularning samaradorligi cheklangan. Passiv sovutish usuli metodlari quyidagilar:

a)Issiqlik tarqatuvchi qanotlar (fins): metall plastinkalar orqali issiqlik havoga chiqariladi;

b)Issiqlik o‘tkazuvchi materiallar: yuqori issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega moddalardan (masalan, alyuminiy, mis, grafit) foydalanish;

c)Radiatsion sovitish: panellarning yuzasi infraqizil nurlanish orqali atrof-muhitga issiqlik chiqaradi;

d) Tabiiy havo oqimi: panellar ostidan shamol o‘tishi uchun bo‘shliq qoldiriladi;

Aktiv sovutish tizimlari esa suv yoki havo aylanishi orqali issiqlikni faol ravishda chiqarib yuboradi va ularning samaradorligi yuqori hisoblanadi. Bu sovitish tizimlarida quyidagi metodlardan foydalaniladi:

a) **Havo bilan sovitish:** ventilyatorlar yordamida havo oqimi kuchaytiriladi;

b) **Suv bilan sovitish:** panellarning orqa qismidan suv oqiziladi yoki quvurlar o‘tkaziladi;

c) **Suyuqlik aylanish tizimlari:** issiqlik almashinish qurilmalari yordamida sovuq suyuqlik kiritilib, qizigan suyuqlik tashqariga chiqariladi;

d) **Muz yoki faza o‘zgaruvchi materiallar (PCM):** issiqlikni yutib olish va keyinchalik chiqarish orqali haroratni barqaror saqlash;

Gibrid tizimlarda quyosh panellari nafaqat elektr, balki issiqlik energiyasi ishlab chiqaradi. Bu tizimlarda suv yoki havo panellardan o‘tayotib qiziydi va keyin isitish, issiq suv ta’minoti yoki boshqa maqsadlarda ishlatiladi. Shu tarzda panel samaradorligi oshiriladi va qo‘shimcha foyda olinadi **[3].**

Tahlil qilingan adabiyotlar asosida quyosh panellarini sovutish tizimlari samaradorligini oshirishda bir nechta asosiy yo‘nalishlar aniqlanadi. Passiv

ISSN 3030-3907

sovutish usullari, jumladan, termal konveksiya va issiqlikni tarqatuvchi qoplamalar, energiya sarflamasdan panellar haroratini kamaytirishga yordam beradi. Biroq, bu usullar samaradorligi odatda cheklangan bo‘lib, yuqori haroratli sharoitlarda yetarli sovutishni ta’minlamaydi **[4].**

Aktiv sovutish tizimlari, ayniqsa suvli sovutish, panellar yuzasidagi ortiqcha issiqlikni samarali olib tashlashga imkon beradi. Suvli sovutish tizimlari issiqlikni tez va samarali chiqaradi, biroq ular suv ta’minoti va qurilma xarajatlarini hisobga olishni talab qiladi.Shuningdek, suvli va havo sovutish tizimlarini birlashtirish orqali panellar ishchi haroratini yanada pasaytirish mumkinligi aniqlangan **[5]**. Bu kombinatsiyalangan usul sovutish samaradorligini oshirish bilan birga, tizimning iqtisodiy va ekologik samaradorligini ham ta’minlaydi.Yangi texnologiyalar, xususan nanomateriallar asosidagi issiqlikni so‘ruvchi qoplamalar ham sovutish samaradorligini yaxshilashda istiqbolli hisoblanadi. Bunday qoplamalar panellar yuzasidagi haroratni sezilarli darajada pasaytirib, ularning ishlash muddatini uzaytiradi.

Tahlil qilingan adabiyotlar ko‘rsatadiki, quyosh panellarini sovutishda suv asosidagi sovitish tizimlari havo sovitishidan samaraliroq bo‘lib chiqdi, faza o‘zgaruvchi materiallardan foydalanish issiqlikni kun davomida barqarorlashtirish imkonini beradi, PVT (fotoelektr va issiqlik tizimlari) tizimlari eng istiqbolli texnologiya hisoblanadi, chunki ular ikki xil energiya – elektr va issiqlik – ishlab chiqaradi, sovitish tizimlari qo‘llanilganda PV panellar samaradorligi **5–15 %** gacha ortishi kuzatilgan.

Quyosh panellarini sovutish tizimlari ularning samaradorligini saqlab qolish va oshirishda muhim omil hisoblanadi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, quyosh panellarining samaradorligi ularning haroratini nazorat qilish bilan chambarchas bog‘liq. Passiv usullar arzon va texnik jihatdan oson, ammo faqat cheklangan samaradorlik beradi. Aktiv sovitish usullari yuqori natija ko‘rsatadi, biroq ko‘proq xarajat talab qiladi. Gibrid tizimlar esa energiyani maksimal darajada samarali ishlatish imkonini beradi.

Kelgusida sovutish tizimlarini takomillashtirishda mahalliy sharoitlarni hisobga olgan holda ekologik, iqtisodiy va texnologik omillarni uyg‘unlashtirish muhimdir. Bu esa quyosh energiyasining samarali va uzoq muddatli foydalanilishini ta’minlaydi hamda O‘zbekstonning qayta tiklanuvchi energiya sohasida rivojlanishiga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Aliyev, M. (2020). Quyosh panellarining passiv sovutish usullari. Energetika va ekologiya, 12(3), 45-52.

ISSN 3030-3907

2. Al-Waeli, H. A., Chaichan, M. T., Sopian, K., & Kazem, H. A. (2023). Enhancing solar PV panel performance through cooling techniques: A comprehensive review. Cleaner Engineering and Technology, 12, 100629.
3. Smith, L., Johnson, M., & Lee, T. (2019). Thermal effects on photovoltaic panel efficiency. Renewable Energy Journal, 88, 112-120.
4. Mehta, R., & Tyagi, V. V. (2021). Global advancement of cooling technologies for PV systems: A review. Solar Energy, 228, 590–611. Elsevier.
5. Elsheikh, A., Hassan, M., Al-Sharafi, A., & Al-Sulaiman, F. (2023). Optimizing PV systems in high-temperature regions: A performance-based analysis of cooling technologies.
6. Hussein, A. A., Hassan, M. A., Kamel, S., & Omar, O. A. (2021). Effects of cooling on performance of photovoltaic solar panels: A comprehensive review
7. Rustamov, A. (2022). Havo va suv sovutish tizimlarining kombinatsiyasi. Texnika va texnologiya yangiliklari, 5(1), 15-22.
8. Wang, X., Li, Y., & Chen, H. (2020). Application of nanomaterials in photovoltaic cooling systems. Journal of Renewable Energy Research, 15(3), 210-220.
9. Ahmadov, O., & Tursunov, S. (2020). Qayta tiklanuvchi energiya manbalari: nazariyasi va amaliyoti. Toshkent: Fan va texnika nashriyoti.
10. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X21008033?via%3Dihub
11. https://www.researchgate.net/publication/395247999_Optimizing_PV_systems_in_high-temperature_environments_A_SWOT-based_analysis_of_cooling_technologies
12. https://www.researchgate.net/publication/352560987_THE_ANTHROPOCENE_WAR_AND_THE_NEW_BESTIALIZATION_OF_THE_HUMAN_A_Popular_Visual_Media_Perspective
13. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790823000344?via%3Dihub

ISSN 3030-3907

QOPLAMASIZ KANALLARDA FILTRATSIYA MIQDORINI HISOBLASH USULINI TAKOMILLASHTIRISH.

D.A.Abduraimova
Dotsent,"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti,
T.Qosimov
Dotsent, "Namangan davlat texnika universiteti",
I.I.Jo'raboyev
Assistent,"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti,
D.O.Baxromova
Tayanch doktorant,"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti.
S.Z.Allaberdiyev
Tadqiqotchi,"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti.

Annotatsiya: Suv resurslaridan oqilona va samarali foydalanishga talabning o'sishi, suv xo'jaligida ilmiy-texnik jarayonning jadal rivojlanishi irrigatsiya tizimlari, jumladan kanallar va ularning o'zanidagi jarayonlarni chuqur tahlil etib, ulardan samarali foydalanish uslublarini takomillashtirish va texnik holatini modernizatsiya qilishni taqozo etadi. Mazkur maqolada tabiiy o'zanda qurilgan kanallarda bo'ladigan filtratsiya miqdorini aniqlash bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Dala sharoitida olib borilgan tadqiqotlar hamda nazariy izlanishlarni umumlashtirib qoplamasiz kanallardan bo'ladigan filtratsiya miqdorini aniqlash bo'yicha bog'lanishlar tavsiya etilgan.

Kalit so'zlar: Sug'orish kanali, filtratsiya, sarf, filtratsiya koeffitsienti, grunt.

Annotation: The growing demand for the rational and efficient use of water resources, along with the rapid development of scientific and technical progress in water management, requires in-depth analysis of irrigation systems, including canals and the processes occurring in their channels, as well as the improvement of methods for their effective use and modernization of their technical condition. This article presents the results of research conducted to determine the amount of filtration in canals built in natural channels. Based on field studies and theoretical investigations, relationships are recommended for determining the amount of filtration in unlined canals.

Keywords: Irrigation canal, filtration, discharge, filtration coefficient, soil.

Аннотация:Рост потребности в рациональном и эффективном использовании водных ресурсов, а также стремительное развитие научно-

ISSN 3030-3907

технического прогресса в водном хозяйстве требуют глубокого анализа оросительных систем, включая каналы и процессы, происходящие в их руслах, совершенствования методов их эффективного использования и модернизации технического состояния. В данной статье приведены результаты исследований по определению величины фильтрации в каналах, построенных в естественном русле. На основе полевых исследований и теоретических изысканий рекомендованы зависимости для определения величины фильтрации в не облицованных каналах.

Ключевые слова: Оросительный канал, фильтрация, расход, коэффициент фильтрации, грунт.

Kirish.

Suv resurslarini boshqarish bo‘yicha global muammolar, xususan sug‘orish tizimlarida suv yo‘qotishlarini kamaytirish va mavjud inshootlarning barqaror ishlashini ta’minlash, zamonaviy muhandislik tadqiqotlarining asosiy yo‘nalishlaridan biriga aylangan. O‘sib borayotgan demografik bosim, xalq xo‘jaligida suvga bo‘lgan ehtiyojning ortishi, shuningdek, iqlim o‘zgarishlari sharoitida gidravlik tizimlarni modernizatsiyalash, iqtisodiy samaradorlikni oshirish va suv o‘tkazuvchanlikni nazorat qilish dolzarb vazifalardandir. Bu vazifalarni bajarishda mavjud inshootlarni to‘xtatmasdan modernizatsiyalashga doir ishlanmalar alohida ahamiyat kasb etadi. Suv resurslarini tizimli boshqarish va suv uzatish samaradorligini oshirishda kanallar alohida ahamiyatga ega [1,2]. Sug‘orish kanallarini qoplamali va qoplamasiz kanallarga ajratish mumkin. Qoplamali kanallar betonli, temir-betonli, toshli, plonkali va boshqa koplamalar bilan qoplangan bo‘ladi. Qoplamasiz kanallar odatda tabiiy tuproqda qurilgan bo‘lib, ulardan foydalanishda qator muammolar yuzaga keladi. Dunyoda mavjud kanallarning 80 % dan ortig‘i tabiiy tuproqdan qurilgan kanallardan iborat. Bugungi kunda suv resurslaridan samarali foydalanish, suvning kanallarda behuda isrofini kamaytirish uchun turli qoplamalar qo‘llanilmoqda. Jahonda magistral kanallar va gidrotexnik inshootlarda bo‘ladigan filtratsiyani baholash va hisoblash usullarini ishlab chiqish hamda filtratsiyani kamaytirish borasida ilmiy ishlar amalga oshirishiga qaramay kanallarda filtratsion suvning yo‘qolishi sezilarli darajada. Sug‘orish tizimlarida suv yo‘qotishining asosiy sababi bo‘lgan sizib chiqish holatlarini bartaraf etish borasida geomembrana, geosintetik va zamonaviy polimer materiallardan foydalanishga qaratilgan tadqiqotlar kengayib bormoqda. Scuero va Vaschetti (2019), Al-Mashaqbeh (2023), va Hamed et al. (2017) tomonidan geomembrana va geotekstil qoplamalarning samaradorligi eksperimental hamda modellashtirish asosida isbotlangan. Louati et al. (2023) va Liu et al. (2023) esa raqamli simulyatsiya vositalari orqali (COMSOL, CFD) turli

ISSN 3030-3907

qoplama konfiguratsiyalarining gidravlik ta’sirini baholagan. Bu yondashuvlar tuproq bilan suv o‘rtasidagi murakkab muvozanatni aniq tahlil qilishga imkon beradi. Shu bilan birga, Wu et al. (2022) tadqiqotida zamonaviy polimer materiallarning kimyoviy barqarorligi va ekologik xavfsizligi masalalari ham o‘rganilgan. Ammo bu tavsiyalardan samarali foydalanish qator iqtisodiy qiyinchiliklarni keltirmoqda.

Ushbu yo‘nalishda, jumladan tuproq(grunt) o‘zanli magistral kanallardan bo‘ladigan suv isrofiga ta‘sir etuvchi omillarni aniqlashda dala sharoitida izlanishlar olib borish, yil davomida kanaldagi suv sarfini o‘zgaruvchanligini tahlil qilish va filtratsiya hisobiga suvning behuda isrofini oldini olish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish bo‘yicha tadqiqotlar ustivor hisoblanmoqda. Bu borada har xil gruntli o‘zanlardan bo‘ladigan filtratsiyani aniqlashda zamonaviy qurilmalardan foydalanish, kanallardan bo‘ladigan filtratsiyani kamaytirishning konstruktiv-texnologik yechimlarini ishlab chiqishga alohida e’tibor berilmoqda [1,2,3,4 va boshqalar].

Tadqiqot natijalari. Bu yo‘nalishdagi tadqiqotlar bo‘yicha kanallar va sug‘orish tizimlarida depressiyalik egri chizig‘i yoki uning egriligini hosil qiluvchi nuqtalarini va unda bo‘layotgan filtratsiya sarfini aniqlash mumkin. Bunda tizimning 1 pog. m uzunlikdagi filtratsiya sarfi (q) va gruntning filtratsiya koeffitsiyent (*k*) ni aniqlashdan iborat. Kanallarda bo‘ladigan filtratsiya sarfini aniqlash quyidagi ko‘rinishga ega [6]:

$$Q = k_f q_ч L\,, \qquad (1)$$

bunda: $q_ч$ -nisbiy filtratsiya sarfi; L -kanalning uzunligi; k_f -filtratsiya koeffitsienti.

Quyida keltirilgan formuladan bir jinsli va izotrop gruntlardan tashqari bir jinsli anizotrop gruntlar uchun ham foydalanish mumkin. Bunda filtratsiya koeffitsiyenti gorizontal yo‘nalishi bo‘yicha k_g va vertikal yunalish buyicha k_v ga teng. Buning uchun ushbu anizotrop qismini gorizontal kattaliklari $\sqrt{\frac{k_в}{k_г}}$ ga ko‘paytirilishi kerak. Anizotrop gruntlar uchun filtratsiya sarfi quyidagi formula orqali aniqlanishi mumkin [6]:

$$Q = \sqrt{k_в k_г}\, q_ч L\,. \qquad (2)$$

Kanal tomonidan bajariladigan funksiyaga qarab, qoplamalarni ikkita asosiy guruhga bo‘lish mumkin:

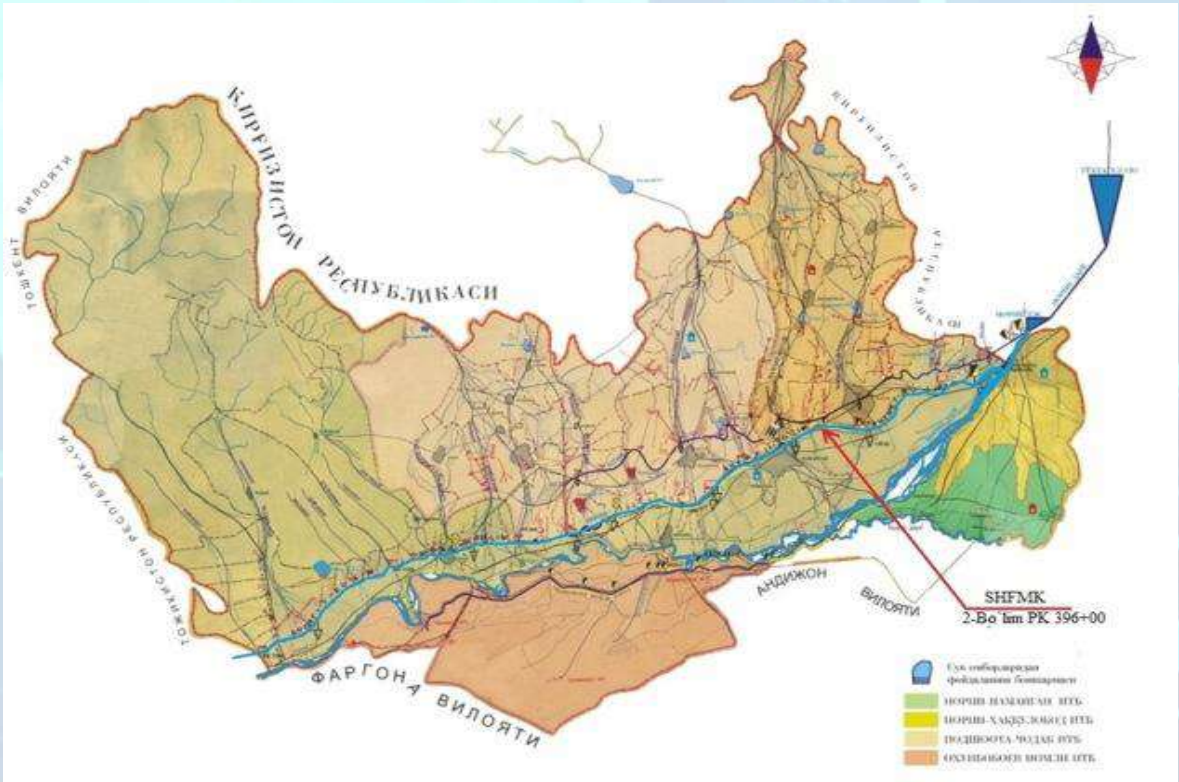
ISSN 3030-3907

1) himoya - kanalning osti va yonbag‘irlarining yuvilishi va suzuvchi jismlar tomonidan eroziya va mexanik shikastlanishdan himoya qilish; tosh va temir-beton plitalardan yasalgan mahkamlagichlar ushbu turdagi qoplamalarga tegishli;

2) o‘tkazmaydigan - asosiy maqsadi filtratsion yo‘qotishlarini kamaytirishdir; bularga quyidagilar kiradi: kolmataj, polimer materiallardan va siqilgan tuproqdan tayyorlangan ekranlar, asfalt-beton va bitumli qoplamalar, quyma beton, beton va temir-beton qoplamalar.

Qoplama turini tanlashda asosiy omillar kanalning ish sharoitlari va texnik va iqtisodiy jihatlardir

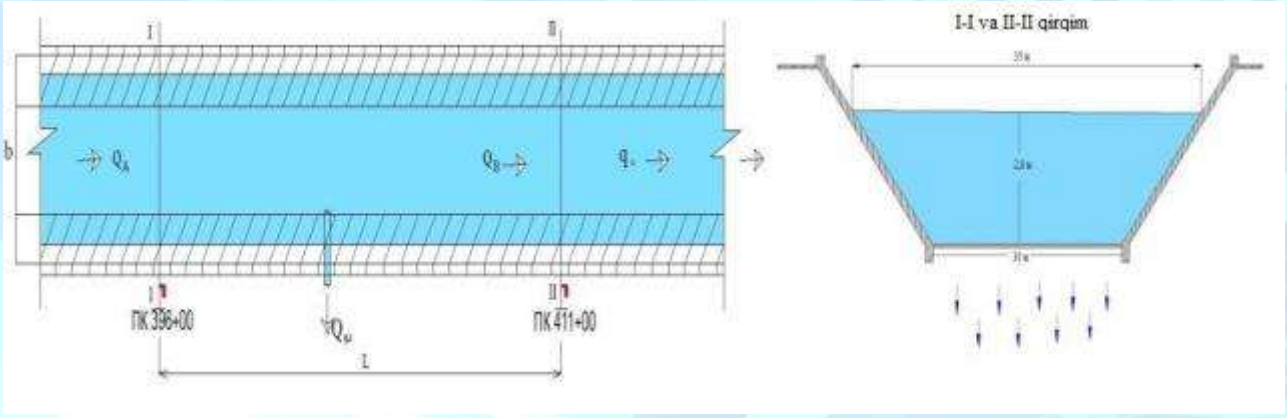
Tadqiqotlar Shimoliy Farg‘ona magistral kanalida olib borildi. Shimoliy Farg‘ona magistral kanali Uchqo‘rg‘on shahri yaqinida Norin daryosidagi Uchqo‘rg‘on to‘g‘onidan boshlanib, Tojikiston Respublikasining Sug‘d viloyati (Asht tumani)da tugaydi. Kanal 1940 yilda eski kanallar Yangiariq, Rozenbax, Anhor kanallari o‘rnida xalq hashari yo‘li bilan qurilgan. Kanalning umumiy uzunligi 187 km, shundan O‘zbekiston hududida 154 km, Tojikiston hududida esa 33 kilometrni tashkil etadi. Namangan viloyatining Uychi tumanida 6656 ga, Namangan tumanida 16074 ga, To‘raqo‘rg‘on va Chust tumanlarida 11421 ga, Pop tumanida 33148 ga. va Tojikiston Respublikasining Asht tumanidagi 45,8 ming gektar yer maydonlarini sug‘oradi. Shimolda adir etaklaridan Namangan shahrini aylanib o‘tadi [9].



1.- rasm. Tadqiqot ob’yekti joylashgan xudud

ISSN 3030-3907

Hozirgi davrda dala sharoitida kanalda bo‘ladigan filtratsiya sarfini aniqlashda kanalning boshlanish A nuqtasida o‘lchangan Q_A va B nuqtada o‘lchangan Q_B sarfi aniqlab olishdan iborat. Bu usul suv balansiga asoslangan bo‘lib, natijaning ishonchliligi o‘lchov asboblarining aniqligi bilan bog‘liq.



2.rasm. Shimoliy Farg‘ona kanalining 2 bo‘lim PK 396+00 va PK 411+00

Ushbu uchastka uchun nisbiy filtratsiya sarfi quyidagicha aniqlandi:

$$q_u = \frac{Q_A - Q_B}{L}. \qquad (3)$$

bu yerda: L - uchastkaning uzunligi, m.

Shimoliy Farg‘ona Magistral kanalidagi filtratsiya jarayonlarini o‘rganish maqsadida kanalning (PK396+00-PK411+00 va PK 426+74- PK 437+01) piketlari oralig‘idagi uchastkalarida o‘lchov ishlari olib borildi. Eksperimental tadqiqot ishlarida “River Surveyor S5 System Manual” markali Dopler qurilmasidan foydalanildi. Dopler qurilmasida suv sarfini, tezligi, o‘zan chuqurligi, suv sarfi bo‘yicha kanal ko‘ndalang kesimi va o‘rtacha tezlikni aniqlash ishlari amalga oshirildi. Ushbu zamonaviy ilmiy apparat, akustik Doplerli SONTEC S5 ADP M9 o‘lchov asbobi hamda apparatni boshqarish, ma’lumotlar to‘plash va tahlil qilish bo‘yicha Sontek RiverSurveyor Live dasturiy ta’minotdan iborat. Apparat kuzatuv stvorlari bo‘ylab suzib, dinamik rejimda oqimning ko‘ndalang qirqimi bo‘yicha suv sarfini, o‘zan chuqurligi, kanal ko‘ndalang kesimi va o‘rtacha tezlikni aniqlaydi hamda stvor bo‘ylab oqim chuqurligi o‘zgarishini tezkor o‘lchash va suv sarfini avtomatik hisoblash ishlarini bajaradi.

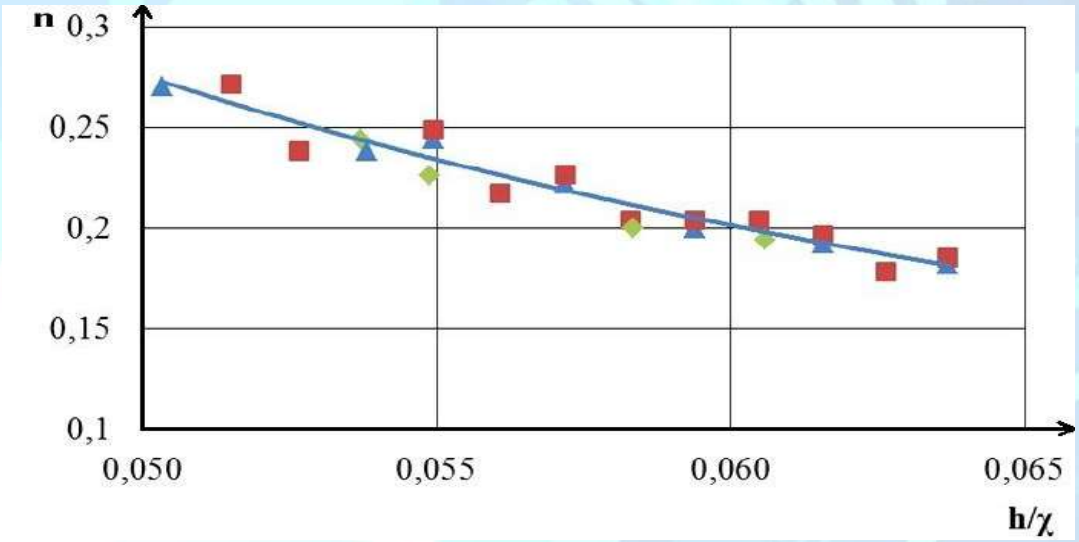
Tabiiy-dala sharoitida olingan ma’lumotlar matematik statistika uslublaridan foydalanib tahlil qilindi. Tahlillar natijasida nisbiy filtratsiya koeffitsientini oqim chuqurligiga va o‘zan ho‘llangan perimetrining o‘zgarishiga bog‘liqligi olindi. [14].

$$n = 0,0016\left(\frac{h}{\chi}\right)^{-1,73} \qquad (4)$$

ISSN 3030-3907

$$n = \frac{k_0}{k_f}$$

bu yerda n -kanal gruntining nisbiy filtratsiya koefitsienti; k_f -kanalning filtratsiya koefitsienti [m/sut]; h -oqim chuqurligi [m]; χ -xo‘llangan perimetri [m]; k_0 -gruntning eng kichik filtratsiya koefitsienti [m/sut].



3-rasm. Nisbiy filtratsiya koeffitsyenitini oqim chuqurligi va ho‘llangan perimetriga bog‘liqlik grafigi

Tadqiqotlar asosida tuproq o‘zanli kanallardan bo‘ladigan filtratsiya sarfini aniqlash bo‘yicha takomillashgan formula ishlab chiqildi va hisoblash ishlari olib borildi: [15].

$$Q_f = 0,0116 k_f (B + 3,2h) \qquad (8)$$

bu yerda Q_f -kanaldan filtratsiyaga yo‘qotilayotgan suv sarfi, [m^2/s], B - kanalning suv kesimi bo‘yicha kengligi, [m], h - kanalda suvning chuqurligi, [m].

Xulosa: Tuproq o‘zanli kanallardan bo‘ladigan filtratsiya sarfini aniqlash bo‘yicha tavsiya etilayotgan formulaning ishonchliligi o‘lchangan va hisoblangan qiymatlarni qiyosiy solishtirish asosida baholandi. Solishtirish natijalari bo‘yicha farq 6-7 % ni tashkil etdi. Tavsiya etilayotgan takomillashgan formulaning o‘ziga xosligi, qoplamasiz tuproq o‘zanli kanallarda filtratsiya sarfini oqim parametrlari o‘zgaruvchanligi va o‘zan grunti turli xil ekanligani inobatga oladi. O‘lchov natijalari va quloqlarda olinayotgan sarf miqdoridan kelib chiqib, filtratsiyaga yo‘qotilayotgan suv sarfi miqdori $Q_f = 0.13$ m^3/s ni sutkasiga $Q_f = 11232$ m^3/sut ni tashkil etishi ko‘rsatildi. Suv sarfi miqdoridan kelib chiqib, PK 426+74 dan PK 437+01 gacha filtratsiyaga yo‘qotilayotgan suv sarfi miqdori $Q_f = 0.1$ m^3/s va sutkasiga $Q_f = 8640$ m^3/sut ni tashkil etishi aniqlandi. Mazkur kesim gruntining

ISSN 3030-3907

filtratsiya koeffisenti sutkasiga o‘rtacha $k_f = 0{,}25\text{-}0{,}35$ m/sut ni tashkil etadi. Umumiy hisob ishlaridan bizga ma’lum bo‘ldiki, PK 396+00 dan PK 437+01 gacha bo‘lgan 4173 metr masofada sutkasiga $Q_f = 34560$ m^3/sut suv filtratsiya hisobiga yo‘qotiladi va piketlar oralig‘idagi gruntning filtratsiya koeffisenti kattaligi sutkasiga o‘rtacha $k_f = 0{,}28\text{-}0{,}30$ m/sut ni tashkil etayotganligi aniqlandi. Bu esa kanal o‘zanida filtratsiyaga qarshi chora-tadbirlar qo‘llash zarurligini ko`rsatadi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Arifjanov A.M., Fatxullaev A.M., Samiev L.N. O‘zandagi jarayonlar va daryo cho‘kindilari/ Monografiya. - Toshkent. Noshirlik yog‘dusi, 2017. – 191 b.
2. Arifjanov A.M., Fatxulloev A.M. Dinamika vzvesenesuщego potoka v ruslax. – Tashkent. Fan, 2014. –124 s.
3. Arifjanov, A., Fatxulloyev, A., Khujaev, I., Gafarova, A., & Allayorov, D. (2023). Model for calculating the hydraulic parameters of channels with a dynamically stable section. Paper presented at the E3S Web of Conferences, , 365 doi:10.1051/e3sconf/202336503018
4. Арифжанов А., Ибрагимов Ф., Жураев Ш.Ш. Магистрал каналларда нисбий филтьрация сарфи // Агро-Илм. Тошкент 2013. -№ 2(26). 57-59 бет.
5. Арифжанов А.М., Фатхуллаев А.М. Об устойчивости оросительных каналов в земляных руслах // Международная научно-практическая конференция «Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства и пути их решения» Москва, 2011г.11-14 ст,
6. Monadjemi P 1994 General formulation of best hydraulic channel section Journal of Irrigation and Drainage Engineering 120(1) 155-168.
7. ShNQ 2.06.03-12 - Sug‘orish tizimlari. Loyihalash normalari: O‘zbekiston Respublikasi Davlat arxitektura va qurilish qo‘mitasi. - Toshkent, 2012. - 56 b.
8. Косиченко Ю. М., Баев О. А., Ищенко А. В. Современные методы борьбы с фильтрацией на оросительных системах //Инженерный вестник Дона. – 2014 г. – Т. 30. – №. 2. – 87-97 ст.
9. Косиченко Ю.М. Критерии эксплуатационной надежности оросительных каналов. // Гидротехническое строительство №1 – 2008 г. 70–74 ст

ISSN 3030-3907

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАНИЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ

Исмоилов Маъмуржон Мухтарович
Ферганский государственный технический университет доцент Phd
E-mail: ismoilovmamurjon272@gmail.com
Хамидов Дониёр Баходирович
Ферганский государственный технический университет независимый исследователь
E-mail: doni-1987@mail.ru

Аннотация: Hozirgi kunda transport vositalarining atrof-muhitga xavfsizligini ta'minlash muhim masalalardan biridir. Shu nuqtai nazardan Suyultirilgan va Siqilgan gaz bilan ishlaydigan transport vositalariga bag‘ishlangan ushbu maqola eng muhim ishlash ko‘rsatkichlarini taqdim etadi. Avtotransport vositalarining atrof-muhitga salbiy ta'siri, yoqilg‘idan gaz sarfini kamaytirish bilan birga, atrof-muhit ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi, shuningdek, dvigatelning samaradorligini oshiradi, vaqt o‘tishi bilan ularning holatini saqlaydigan komponentlarning ishlash muddatini uzaytiradi va boshqa ijobiy ko‘rsatkichlarga erishish mumkin.

Kalit so‘zlar: transport,avtomobil, suyultirilgan va siqilgan gaz, gaz ballon, ekspluatatsion, tabiiy gaz, benzin , dizel, dvigatel

Аннотация: В статье, посвященной автомобилям, работающим на сжатом и разбавленном газе, представлены наиболее важные показатели эффективности. Негативное воздействие на окружающую среду автомобилей при снижении потребления газа из топлива улучшает экологические показатели, а также эффективность работы двигателя, продлевая срок службы, детали, сохраняющие состояние в долгосрочной перспективе, и другие положительные показатели, которые могут быть достигнуты.

Ключевые слова: транспорт, автомобиль, сжиженный и сжатый газ, газовый баллон, эксплуатационный, природный газ, бензин, дизель, двигатель

Annotation: This article, dedicated to vehicles powered by compressed and diluted gas, presents the most important performance indicators. The negative environmental impact of vehicles, while reducing gas consumption from fuel, improves environmental performance, as well as engine efficiency, extending the life of components that maintain their condition over time, and other positive indicators that can be achieved.

Key words: transport, automobile, liquefied and compressed gas, gas cylinder, operational, natural gas, gasoline, diesel, engine

Введение

ISSN 3030-3907

Автомобильные двигатели, работающие на сжатом или разбавленном газе. Метан используется при давлении до 20 МПа. Он сжимается и хранится в толстостенных баллонах. Этан, пропан и бутан при давлении 1,6 МПа переходят в жидкое состояние и имеют одинаковый внешний вид.

Узбекистан – производитель автомобилей, и считается, что существует несколько стран, одна из которых. Сегодня в нашей стране улицы заполнены светом, а пассажиры перевозят надежные, комфортные и безопасные автотранспортные средства, предназначенные для населения, живущего далеко и близко, и это трудно и легко. В отрасли современных технологий, последовательное внедрение модернизации работы ускорило мировые стандарты, создавая возможности для выпуска автотранспортных средств. Решение Министров Республики Узбекистан от 10 февраля 2007 года: «Автомобили с газовыми заправочными станциями и газозаправочными станциями развиваются, и автотранспортные средства постепенно переходят на сжиженный газ», – решение, основанное на принятии решений, особенно собственных, что дает эффект. В этой связи Экологическое движение Узбекистана, Торгово-промышленная палата Узбекистана и «Газомир -ПРО» несут ответственность в нашей столице за экологически чистые виды автотранспортных средств, альтернативное топливо, в соответствии с проводимыми мероприятиями, особо подчеркивая переход. Это допустимо. В настоящее время миллиарды автомобилей, пролетающих над землёй, ежегодно выбрасывают в атмосферу 300 миллионов тонн различных ядовитых газов, пыли, сажи и других твёрдых частиц, загрязняя её. Из-за этого автомобиль становится тяжёлым и тяжёлым, а также может быть источником топлива. Расходы увеличиваются, и это, в свою очередь, является самой актуальной экологической проблемой на сегодняшний день, поскольку загрязняющие окружающую среду ядовитые газы и шум (шум двигателя) увеличиваются.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДОЛОГИЯ

Газовый баллон автомобильный - сжатые или разбавленные горючие газы в рабочих автомобильных газовых баллонах шасси автомобиля, иногда в верхней части устанавливается. Природные газы, нефтяные снова работают и копают в приеме на ходу удаляемых газов и угольные снова работают удаляемые коксовые газы сжатые в случае будет. Сжатый газ в баллон метановый газ до давления 20 МПа с приводится в движение. Разбавленные газы: пропан-бутан и пропилен-бутилен обычно при температуре сжижены, под давлением до 1,6 МПа в баллонах с разбавленным; Разбавленная метановая газовая атмосфера под давлением и при температуре -161,3°

ISSN 3030-3907

сжиженный, 1 МПа давление с изотермическим в цилиндры Газовый баллон автомобиля жидкое топливо, работающее от автомобиля преимущество в том, что в этом двигателе детали меньше съедаются, сжатый уровень увеличивается за счет возможности увеличения мощности двигателя, экономится топливо, из двигателя выходит токсичность газов уменьшается. Текущие автомобили в день исходящие дымовые газы атмосфера считается основным источником загрязнения воздуха. Из автомобилей исходящие вредные газы сокращают автомобили за каждый квартал года один раз экология с глаз проезжающего стенда Экология из автомобилей в полевых условиях количество исходящих газов, выходящих из газа, проверяется и будет сделана диагностика линейки газа-дыма, используемые инструменты. В нашем управлении необходимый инструментарий для газов-дыма с оборудованной точкой диагностики, показывающей активность. Количество дыма и газа, определяемое по высоте норм, определяется в случае, если проведена диагностика транспортного средства, и только после ремонта выдается разрешение на его эксплуатацию.

Газовоздушная смесь более устойчива к детонации, чем бензиновоздушная смесь. Это даёт возможность повысить уровень сжатия двигателя и улучшить экономические показатели. Шипучая смесь в двигателях сгорает практически полностью, а токсичность используемых газов значительно ниже, что наносит меньший вред окружающей среде.

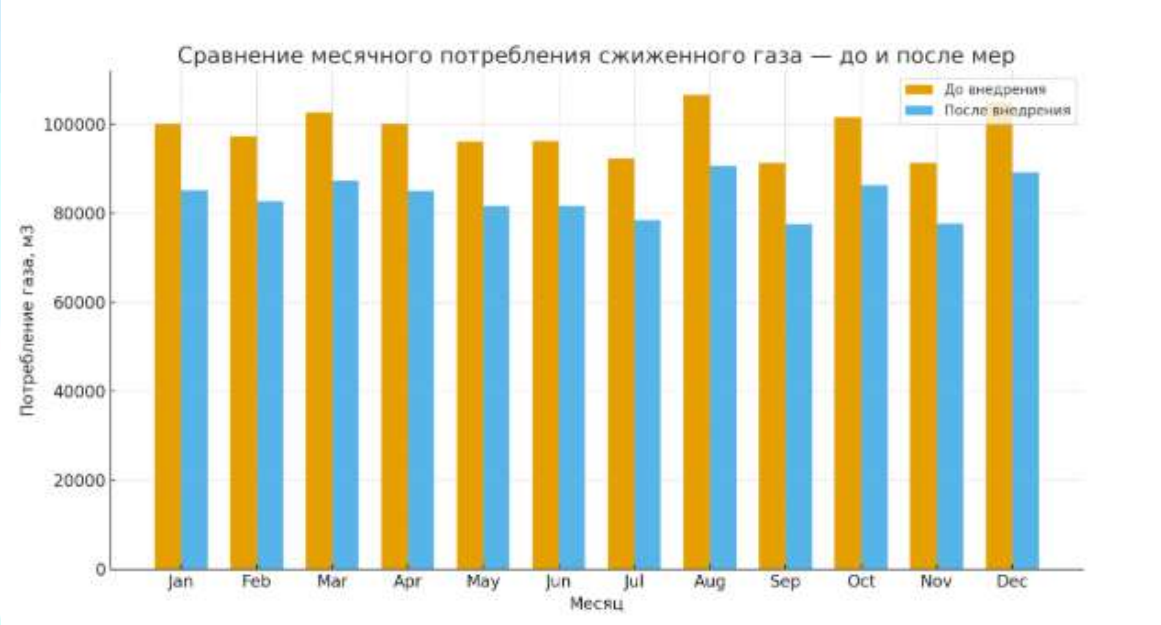
РЕЗУЛЬТАТЫ

Узбекистан Республика автопарк в стране и крае в странах работающих выпущены автобусы, грузовики и легковые автомобили новые

Модели с непрерывным полным Наша Республика прогрессирует. Автомобильная промышленность в отрасли работает, выпуская автомобили повышение конкурентоспособности с целью конструкции автомобилей и улучшения его / ее эксплуатационных характеристик, требуется повышение производительности источников альтернативной энергии. Из этого кроме автомобилей сжатый и разбавленный газ в качестве топлива, который будет переведен в них полимерные и композитные материалы также используются в качестве экономии топлива до стандартов, полностью соответствующих. В нашей стране работает, выпуская автомобили для строительства (в основном части кузова и кабины) полимерные и композитные материалы применение, самое главное сжатый и разбавленный газ для передачи топлива, ряд экологических по своим показателям положительное воздействие Это включает в себя следующее: причины с достигнутым: 1. Улучшение состава горючей смеси и процессов горения; 2. Улучшение систем подачи топлива и

ISSN 3030-3907

бритья травы; 3.Работа двигателя регулируется электронной системой нейтрализатора отработавших газов, системой улавливания паров бензина. Применение: Наиболее эффективные методы очистки бензина в автомобилях состоят из: - повторного впрыскивания отработавших газов (снижает выбросы NOx на 40-60%) и использования двухкомпонентного каталитического нейтрализатора (количество CO и CxHy снижается на 75-90%);



- вход в коллектор управления распылением топлива (токсичность отходящих газов снижается на 25-30%);

- дозирование с распылением, электронная система управления и трехкомпонентный нейтрализатор покрытия принимают рабочие процессы и отходящие газы, управляя компьютерной системой применения;

- многоклапанный двигатель в цилиндрах адски распыляет (заряд) действует в группе и отводит отработавшие газы токсичность соответствует нормам ЕВРО-3 -CO до 2,3 г/км CxHy до 0,2….0,3 г/км); 76

Эффективность

$$Q_0=\frac{M_{cp}}{U_{Lo}}\left[1-exp\left(-\frac{U_{LO}.F'}{g_1c_p}\right)\right][E(\tau\alpha)-U_{LO}(t_{in}-t_F)], \quad (1)$$

$$Q_m=\sum_{i=1}^{n} Qi=\frac{M_{cp}}{U_{Lo}}\left[1-exp\left(-\frac{U_{lm}\cdot F'}{ng_1c_p}\right)\right]\sum_{i=l}^{n}[E(\tau\alpha)-U_{Lm}(t_{in}-t_{out})], \quad (2)$$

$$t_i=t_{in}+\frac{1}{U_{Lm}}\left[E(\tau\alpha)-U_{Lm}(t_{in}-t_{out})\left[1-exp[(i-L)]\left(-\frac{U_{Lm}.F'}{ng_1c_p}\right)\right]\right], \quad (3)$$

$$Q_m=\frac{M_{cp}}{U_{Lm}}\left[1-exp\left(-\frac{U_{Lm}\cdot F'}{g_1c_p}\right)\right][E(\tau\alpha)-U_{Lm}(t_{in}-t_{out})]. \quad (4)$$

ISSN 3030-3907

- применение углеродных миндалевидных сорбентов за счет контроля нормативных показателей бензина (из бензина выход испаряемых легких углеводородов снижается на 85-95%). Дизельное топливо на автомобилях;

- турбонаддув и промежуточное охлаждение воздуха (снижение выбросов NOx и твердых частиц до 30%);

- каталитический окислительный нейтрализатор отработавших газов с совместным применением (CO -85-95, CxHy -75 -80, NOx снижается на 20%);

- давление распыления до 18...20 МПа и его электронное управление (топливо очень мелкодисперсное, быстро и полно сгорает, твердые частицы уменьшаются до 40-60%). Серийные простые рабочие выпускаемые автомобили с устройствами для снижения токсичности отработавших газов;

- заправить бесконтактной системой привод (двигатель) мощность увеличивается на 3-5% Расход топлива составляет 7%, вредные отходы уменьшаются на 15…20%);

- трава бритья бесконтактной системы принудительной ходьбы экономайзера с совместным использованием (вредные) отходы уменьшаются на 30%);

- двухкомпонентный каталитический генератор (каждые 160 000 км), затем замена);

- нейтрализатор внутри сменного катализатора работает в процессе отвода газов, жидких и твердых компонентов, загрязненных сульфатом. Поэтому каждые 20…25 000 км необходимо промывать сжатым воздухом в течение 3,4 часов в горячей воде, затем просушить. Такая регенерация проводится 3 раза после замены катализатора:

- в качестве топлива использовать сжатый природный газ или разбавленный газ (пропан); - в тормозной системе и соединительных дисках использовать состав, содержащий асбест и свинец, не превышающий отложений (30% асбеста и 5% пыли, не распространяющий);

- расходы на топливо и загрязнение окружающей среды уменьшаются для страны, автомобиль в промышленности работает, атомная энергетика строится постоянно совершенствуется

Выводы:

Окружающая среда автомобиль транспорт вредное воздействие защита делать в основном 2 типа в направлении работы идет к:

1. совершенствование конструкции автомобилей и их двигателей;
2. В эксплуатации автомобилей вредно работать против борьбы. Новые модели и модификации автомобилей относительно сложны, в их конструкции используются современные инструменты и устройства. Это

ISSN 3030-3907

происходит. Но эффективное использование автомобилей не только для улучшения конструкции, но и для улучшения связанных с ней, возможно, его / ее многих случаев в процессе эксплуатации, техническое обслуживание также определяет качество. Автомобили и их / ее конструкции двигателя улучшаются, режимы работы двигателя улучшаются, различные вспомогательные устройства и высокое качество использования топлива, техническое обслуживание и ремонт выполняются вовремя и качественно, а также менее вредны, газотурбинные, бытовые воспламеняющиеся двигатели, электромобили, двигатели с впрыском топлива работают с увеличенным выпуском.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Другими словами, можно сделать вывод, что использование бензина и дизельного топлива в двигателях автомобилей наносит большой вред окружающей среде и людям, поскольку выхлопные газы выбрасываются в атмосферу в больших количествах, а чрезмерная работа двигателя приводит к серьезным эксплуатационным и экологическим проблемам. Решение этой проблемы заключается в использовании в автомобилях альтернативных источников энергии, таких как сжатый и разбавленный газ, в качестве топлива, что приводит к многочисленным эффективным результатам в использовании газа в качестве топлива, при этом двигатель работает умеренно, обеспечивая длительный срок службы, обеспечивая экологическую чистоту окружающей среды для использования экологически чистого топлива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi qarori “Avtomobillarni gaz bilan to‘ldirish kompressor stansiyalari va avtomobillarga gaz quyish stansiyalari shoxobchalarini rivojlantirish hamda avtotransport vositalarini suyultirilgan va siqilgan gazga bosqichma-bosqich o‘tkazish chora-tadbirlari”, VM 30-son, 10.02.2007.
2. Rashidov Yusuf Karimovich “Gaz ta’minoti tizimi”, “Yangi nashr” nashriyoti T.– 2010, 96-bet.
1. Исмоилов М. М. On the issue of increasing the efficiency of flat solar collectors in heat supply systems by optimizing their operating parameters //European Journal of Emerging Technology and Discoveries. – 2023. – Т. 1. – №. 7. – С. 4-7.
2. Исмоилов, М. The Effect of Multiplicity of Carrier Circulation on the Efficiency of Single-Contour Thermoisiphon Systems of Sollor Hot-Water Supply. In Conference on Digital Innovation:" Modern Problems and Solutions".–2023.

ISSN 3030-3907

3. Исмоилов, М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ФОТО НАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРОСЕТЯХ. In Conference on Digital Innovation:" Modern Problems and Solutions".–2023.
4. Исмоилов, М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ФОТО НАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРОСЕТЯХ. In Conference on Digital Innovation:" Modern Problems and Solutions".–2023.
5. Rashidov, Y. K., & Ramankulov, S. A. (2021). Improving the efficiency of flat solar collectors in heat supply systems. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES, 2(12), 152-159.
6. Рашидов, Ю. К., Исмоилов, М. М., Рашидов, К. Ю., & Файзиев, З. Ф. (2019). Определение оптимального количества расчётных слоев многослойного водяного стратификационного аккумулятора теплоты при расчете саморегулирующегося активного элемента. In Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность-2019 (pp. 1372-1376).
7. Рашидов, Ю. К., Исмоилов, М. М., Рашидов, К. Ю., & Файзиев, З. Ф. (2019). Повышение равномерности распределения потока жидкости по подъемным трубам лучепоглощающей теплообменной панели солнечного водонагревательного коллектора листотрубного типа в условиях принудительной циркуляции при действии объёмных сил. In Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность-2019 (pp. 1377-1382).

ISSN 3030-3907

MODELING OF HYDROELECTRIC POWER PLANT DEVICES IN THE MATLAB/SIMULINK ENVIRONMENT.

Axmadaliyev Utkirbek Akramjonovich

Senior Lecturer, Department of Alternative Energy Sources Andijan state technical institute

E-mail: Keenjon7@gmail.com

Abstract. This article discusses mathematical models of hydroelectric power plant (HPP) devices and methods for modeling them in the MATLAB/SIMULINK environment. The main devices that make up the HPP - a hydroturbine, a synchronous generator, and automatic control systems - are developed as separate models. The physical properties, dynamic characteristics, and interactions of each device are represented in a digital environment, and their performance is analyzed. Based on the model, the behavior of the HPP in various operating conditions is studied, and the effectiveness of control strategies is evaluated. The results obtained indicate the importance of modeling in improving the stability of HPP systems and optimizing them. The results of the research can be used in practical engineering processes.

Keywords: Hydroelectric power station, hydroturbine controller, generator, asynchronous motor, Matlab/Simulink.

Annotatsiya. Ushbu maqolada gidroelektrostansiya (GES) qurilmalarining matematik modellari va ularni MATLAB/SIMULINK muhitida modellashtirish usullari yoritilgan. GES tarkibiga kiruvchi asosiy qurilmalar — gidroturbina, sinxron generator va avtomatik boshqaruv tizimlari alohida modellar ko‘rinishida ishlab chiqilgan. Har bir qurilmaning fizikaviy xossalari, dinamik tavsiflari va o‘zaro ta’siri raqamli muhitda ifodalanib, ularning ishlash samaradorligi tahlil qilingan. Model asosida GES’ning turli ish holatlaridagi xatti-harakatlari o‘rganilib, boshqaruv strategiyalarining samaradorligi baholangan. Olingan natijalar GES tizimlarining barqarorligini oshirish va ularni optimallashtirishda modellashtirishning muhimligini ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari amaliy muhandislik jarayonlarida qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: Gidroelektrstansiya, gidroturbinali regulyator, generator, Asinxron dvigatel, matlab/simulink.

Аннотация. В данной статье рассматриваются математические модели устройств гидроэлектростанций (ГЭС) и методы их моделирования в среде MATLAB/SIMULINK. Основные устройства, составляющие ГЭС – гидротурбина, синхронный генератор и системы автоматического управления – разработаны в виде отдельных моделей. Физические свойства, динамические характеристики и взаимодействие каждого устройства

ISSN 3030-3907

представлены в цифровой среде, а также проведен анализ их работы. На основе модели изучено поведение ГЭС в различных режимах эксплуатации и оценена эффективность стратегий управления. Полученные результаты свидетельствуют о важности моделирования для повышения устойчивости систем ГЭС и их оптимизации. Результаты исследования могут быть использованы в практических инженерных процессах.

Ключевые слова: Гидроэлектростанция, гидротурбинный регулятор, генератор, асинхронный двигатель, Matlab/Simulink.

Introduction

Hydropower occupies an important place in the global energy market today. This sector, as one of the renewable energy sources, provides environmentally friendly and sustainable electricity generation. In particular, the Republic of Uzbekistan has a high hydropower potential and is one of the most important resources in Central Asia. The hydropower plants available in the country account for 10-12 percent of the total electricity generation.

Currently, more than 50 hydroelectric power plants of various capacities are operating in Uzbekistan, with a total installed capacity of about 2.2 gigawatts. As a result of the reforms being carried out in the energy sector, the share of the sector is increasing through the construction of small and medium-sized hydropower plants and the modernization of existing ones. It is planned to implement more than 30 new hydropower projects in the republic by 2030, which will increase the country's energy security.

In accordance with the Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan No. PQ-252 dated July 12, 2024, in order to sustainably provide the population and sectors of the economy with energy resources, reduce the use of natural gas in the production of electricity, and further increase the effective use of the existing potential of the hydropower sector, the issue of providing the population with electricity was raised by developing this Resolution, which aims to localize the production of equipment and spare parts necessary for the construction and operation of hydroelectric power plants in our country, introduce international construction standards and advanced foreign technologies at each stage of the implementation of projects for the construction of existing hydroelectric power plants and the modernization of existing ones, and widely involve local entrepreneurs in the construction of micro and small hydroelectric power plants[1-3].

ANALYSIS AND RESULTS.

The essence of the science of small hydroelectric power plants (small HPPs) is a type of classical hydroelectric power plant, differing in one important

ISSN 3030-3907

difference - that they have a relatively small capacity. In different countries, the threshold value between the capacity of a small HPP and the capacity of a conventional HPP is different. The possible range of fluctuations in this limiting capacity is very wide. In domestic design practice, a HPP is considered small with a capacity of 30,000 kW or less. This value is indicated in the current GOST. According to the norm, plants that produce up to 500 kW of electricity are small HPPs. Studies have been conducted on the introduction of this type of HPPs in Uzbekistan for many years. Currently, it is impossible to do this with full technical capabilities. This problem can be solved by gradually localizing the experience of other developed countries, adapting it to our own [2-5].

Although MATLAB is primarily designed for numerical computation, an optional toolkit provides access to symbolic computation capabilities and uses the MuPAD symbolic engine. The Simulink add-on package adds graphical multi-domain simulation and model-based design for dynamic and embedded systems.

In this Hydroturbine Design and Calculation topic, we will model a small hydroelectric power plant in Matlab/Simulink. First, we will model the water flow entering the hydroturbine and then describe the flow in detail. This process is described below.

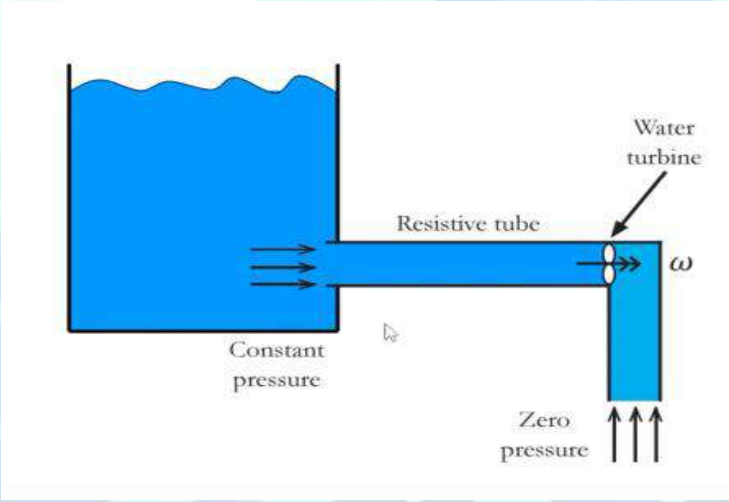


Figure 1. Fluid motion in a hydroturbine.

The custom hydraulic fluid block allows you to specify the type of hydraulic fluid used in a loop of hydraulic blocks. It provides hydraulic fluid properties such as kinematic viscosity, density, and bulk modulus for all hydraulic blocks in the loop. These fluid properties are assumed to be constant during the simulation. The custom hydraulic fluid block allows you to specify fluid properties such as kinematic viscosity, density, bulk modulus, and relative amount of entrained air as block parameters. The custom hydraulic fluid block has one port.

If the flow is assumed to be fully developed along the entire length of the pipe, the final effects are also not taken into account. To take into account local

ISSN 3030-3907

resistances, such as bends, fittings, inlet and outlet losses, etc., all resistances are converted to their equivalent lengths, and then the total length of all resistances is added to the geometric length of the pipe. The pressure loss due to friction is calculated by Darcy's equation, in which the losses are proportional to the friction coefficient and the square of the flow velocity, which depend on the flow regime. The friction coefficient in the turbulent regime is determined by the Haaland approximation. The friction factor in the transition from laminar to turbulent regimes is determined by linear interpolation between the extreme points of the regimes.

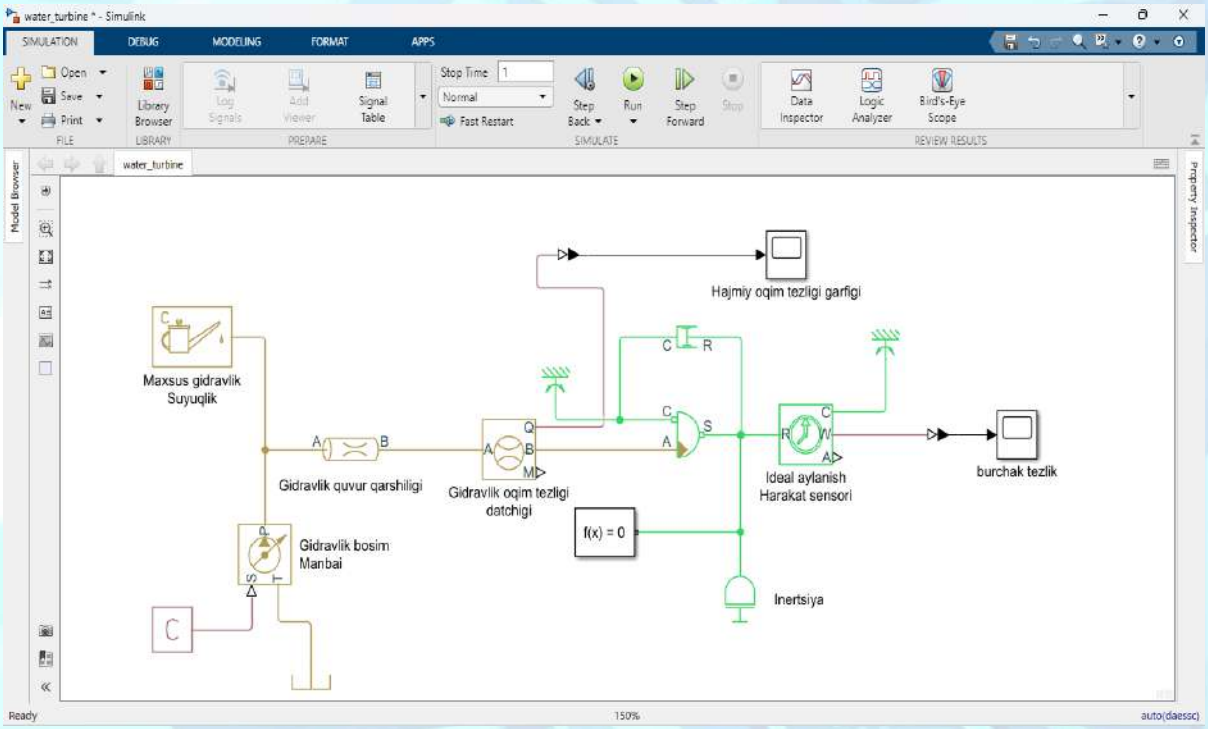


Figure 2. Fluid movement in a hydroturbine.

The Rotary Hydromechanical Converter block models an ideal transducer that converts hydraulic energy into mechanical energy in the form of rotational motion of the converter shaft and vice versa. Physically, the converter represents the main component of a single-acting rotary vane actuator. The compression option allows the converter to account for dynamic changes in fluid density. Using this block as a basic element, you can build a wide variety of rotary actuators by adding application-specific effects such as leakage, friction, hard stops, and more.

After modeling the flow velocity and fluid movement in the hydroturbine, we modeled the current generated in the hydroelectric generator. You can see this process below[5-9].

ISSN 3030-3907

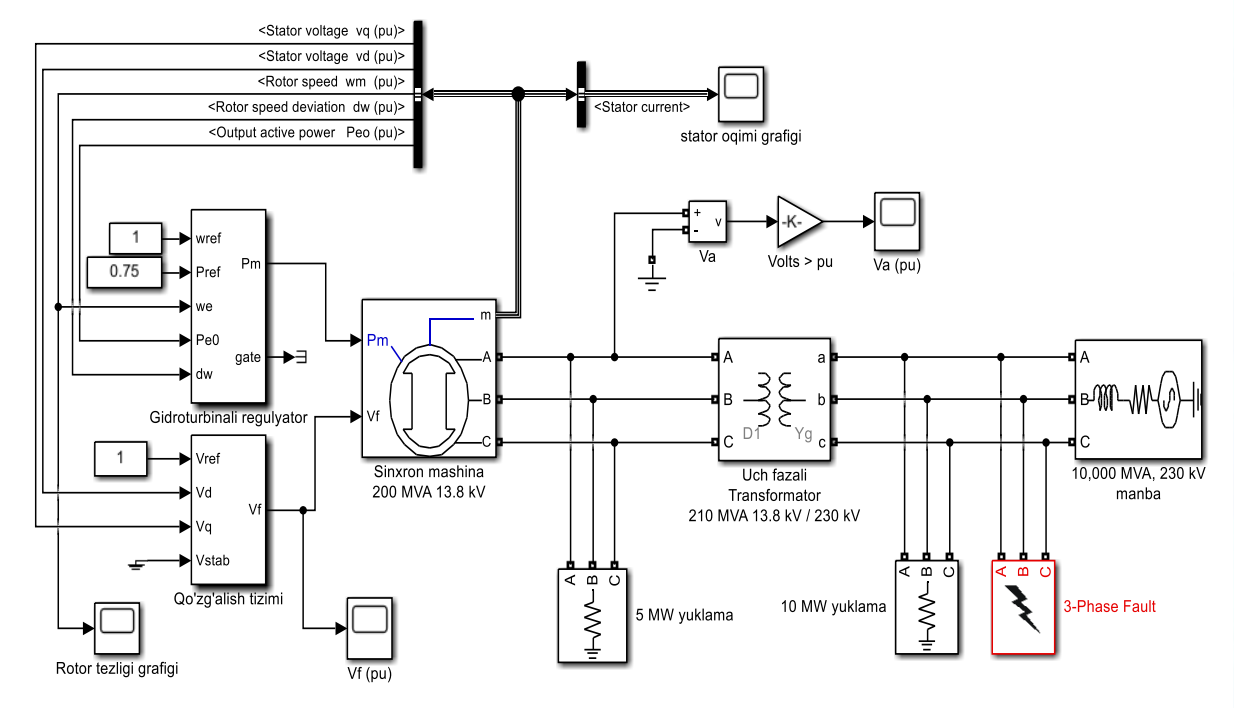


Figure 3. Simulink model of a hydroelectric power plant.

ANALYSIS AND RESULTS.

This study demonstrates the effectiveness of modeling hydropower plant (HPP) equipment using the MATLAB/SIMULINK environment. The simulation of essential components such as hydro turbines, synchronous generators, and automatic control systems allows for in-depth analysis of the dynamic behavior of hydropower systems. By developing accurate mathematical models and implementing them in Simulink, it becomes possible to evaluate system performance under different operating conditions and disturbances. These models not only help in predicting the system's response but also enable optimization of control strategies to improve operational efficiency and system stability.

Simulation results show that digital modeling can significantly aid in identifying critical operational parameters and avoiding potential failures. The use of MATLAB/SIMULINK provides flexibility in testing various configurations and control schemes without physical experimentation, saving both time and cost. Moreover, it supports real-time simulation, making it a powerful tool for the design and development of advanced control algorithms.

As a recommendation for future work, the integration of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) techniques is encouraged to enhance predictive maintenance, fault detection, and adaptive control within hydropower systems. AI-based models could learn from historical data and optimize system performance more effectively than conventional methods. Additionally, expanding the models to include grid-connected scenarios would allow researchers to assess

ISSN 3030-3907

the interaction between HPPs and the larger electrical power system, especially under fluctuating load demands and renewable energy integration.

Another key recommendation is the development of user-friendly simulation tools based on these models to aid engineers in training, system design, and decision-making processes. Overall, the use of MATLAB/SIMULINK for modeling HPP equipment presents a scalable and effective approach to modernizing hydropower technology and enhancing energy system resilience.

REFERENCES

1. Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan No. PQ-252 dated July 12, 2024.
1. ГОСТ 51238-98 Нетрадиционная энергетика. Гидроэнергетика малая. Термины и определения, ГОСТ 25 декабря 1998 года №51238-98
2. Otamirzaev, O. U., & Zokirova, D. N. (2018). Tajriba mashg‘ulotlarinimustaqil o‘rganishga undovchi ta’lim berish orqali olib borish. Sovremennoe obrazovanie (Uzbekistan), (3), 45-49.
3. Otamirzaev, O. U., & Vaxobova, S. K. (2018). «Nazariy elektrotexnika» fanidan «Uch fazali o‘zgaruvchan tok zanjirlari» mavzusini o‘qitishda keys-stadi metodidan foydalanish. Sovremennoe obrazovanie (Uzbekistan), (5), 35-40.
4. Bashirov, U. N. (2017). Gidroelektr stansiyalarining energiya samaradorligini oshirish yo‘llari. Energetika va resurslarni boshqarish jurnali, 34(3), 112–120.
5. Simulink rasmiy hujjatlari (2023). Simulink: Modeling and Simulation of Dynamic Systems. MathWorks.
6. Simscape Fluids rasmiy hujjatlari (2022). Modeling and Simulating Fluid Systems in Simulink. MathWorks. https://www.mathworks.com/products/simscape-fluids.html
7. Zhang, X., & Liu, S. (2015). Hydroelectric Power Simulation using MATLAB/Simulink. Renewable Energy Journal, 76, 12–20.
8. Koch, F., & Schulz, M. (2021). Advances in Hydropower Systems Modeling and Optimization with MATLAB. Springer Nature.

ISSN 3030-3907

MODERN METHODS FOR DETECTION OF HEAVY METALS IN THE HUMAN BODY

Yulchieva S.T
Andijan State Medical Institute PhD
Abdurakhmanov U.K.
Andijan State Medical Institute **ass.prof.**
Makhammatova S.X
Andijan State Medical Institute ass.

Annotation: Heavy metals such as lead (Pb), cadmium (Cd), mercury (Hg), and arsenic (As) pose significant health risks due to their toxic effects and ability to accumulate in the human body through food, water, air, and occupational exposure. This article reviews modern analytical methods for detecting heavy metals in biological samples including blood, urine, hair, tissues, and seminal plasma. Advanced techniques such as Atomic Absorption Spectroscopy (AAS), Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS), Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES), X-ray Fluorescence (XRF), and electrochemical biosensors are compared in terms of sensitivity, applicability, and diagnostic value. Comparative results demonstrate a clear elevation of Pb, Cd, Hg, and As levels in exposed groups compared to controls, confirming the importance of multi-matrix monitoring. The study highlights the diagnostic necessity of combining advanced chemical methods for early detection, clinical surveillance, and public health protection against heavy metal toxicity.

Key words: Heavy metals; Lead (Pb); Cadmium (Cd); Mercury (Hg); Arsenic (As); Atomic Absorption Spectroscopy (AAS); Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS); X-ray Fluorescence (XRF); Biosensors; Biological samples; Toxicology; Public health monitoring.

Annotatsiya: Qo‘rg‘oshin (Pb), kadmiy (Cd), simob (Hg) va mishyak (As) kabi og‘ir metallar zaharli ta'siri va oziq-ovqat, suv, havo va kasbiy ta'sir orqali inson tanasida to‘planish qobiliyati tufayli salomatlik uchun katta xavf tug‘diradi. Ushbu maqolada qon, siydik, soch, to‘qimalar va urug‘ plazmasi kabi biologik namunalarda og‘ir metallarni aniqlashning zamonaviy tahliliy usullari ko‘rib chiqiladi. Atom yutilish spektroskopiyasi (AAS), induktiv ravishda bog‘langan plazma massa spektrometriyasi (ICP-MS), optik emissiya spektroskopiyasi (ICP-OES), rentgen-fluoresans (XRF) va elektrokimyoviy biosensorlar kabi ilg‘or texnikalar sezgirlik, qo‘llanilishi va diagnostikasi jihatidan taqqoslanadi. Qiyosiy natijalar nazorat bilan solishtirganda ta'sirlangan guruhlarda Pb, Cd, Hg va As darajalarining aniq ko‘tarilishini ko‘rsatadi, bu ko‘p matritsali monitoringning muhimligini tasdiqlaydi. Tadqiqot og‘ir metallarning zaharlanishidan erta aniqlash,

ISSN 3030-3907

klinik kuzatuv va aholi salomatligini himoya qilish uchun ilg‘or kimyoviy usullarni birlashtirishning diagnostika zarurligini ta'kidlaydi.

Kalit so‘zlar: Og‘ir metallar; Qo‘rg‘oshin (Pb); kadmiy (Cd); simob (Hg); Arsenik (As); Atom yutilish spektroskopiyasi (AAS); Induktiv bog‘langan plazma massa spektrometriyasi (ICP-MS); rentgen nurlari floresansi (XRF); Biosensorlar; biologik namunalar; Toksikologiya; Jamoat salomatligi monitoringi.

Аннотация: Тяжелые металлы, такие как свинец (Pb), кадмий (Cd), ртуть (Hg) и мышьяк (As), представляют значительный риск для здоровья из-за их токсического действия и способности накапливаться в организме человека через пищу, воду, воздух и производственные факторы. В данной статье рассматриваются современные аналитические методы обнаружения тяжелых металлов в биологических образцах, включая кровь, мочу, волосы, ткани и семенную плазму. Проведено сравнение таких передовых методов, как атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС), масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС), оптическая эмиссионная спектроскопия (ИСП-ОЭС), рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) и электрохимические биосенсоры, с точки зрения чувствительности, применимости и диагностической ценности. Сравнительные результаты демонстрируют явное повышение уровней Pb, Cd, Hg и As в группах, подвергшихся воздействию, по сравнению с контрольной группой, что подтверждает важность многоматричного мониторинга. Исследование подчеркивает диагностическую необходимость сочетания современных химических методов для раннего выявления, клинического наблюдения и защиты общественного здравоохранения от токсичности тяжелых металлов.

Ключевые слова: Тяжёлые металлы; Свинец (Pb); Кадмий (Cd); Ртуть (Hg); Мышьяк (As); Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС); Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС); Рентгенофлуоресценция (РФ); Биосенсоры; Биологические образцы; Токсикология; Мониторинг общественного здоровья.

Introduction

Heavy metals such as lead (Pb), cadmium (Cd), mercury (Hg), and arsenic (As) are toxic elements that can accumulate in the human body through contaminated water, food, air, and occupational exposure. These metals are known to cause severe health issues including kidney dysfunction, neurological disorders, cardiovascular diseases, and cancers. Therefore, reliable and sensitive methods for detecting heavy metals in biological samples are essential for early diagnosis, monitoring exposure, and guiding public health policies.

Modern Analytical Techniques

ISSN 3030-3907

Several advanced analytical techniques have been developed and optimized for detecting trace levels of heavy metals in biological matrices such as blood, urine, hair, tissues, and seminal plasma. These methods include:

1.Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)
2. Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)
3. Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES)
4. X-ray Fluorescence (XRF)
5..Electrochemical Biosensors

Each method has its own advantages and limitations depending on the type of biological sample and the required detection limit. The comparative data presented in the table demonstrate significant differences between the exposed and control groups across all investigated heavy metals. Lead (Pb): Blood concentrations in the exposed group (120 µg/L) were nearly five times higher than those in the control group (25 µg/L). Urine levels followed a similar trend, reaching 90 µg/L in exposed individuals versus 15 µg/L in controls. This indicates both ongoing exposure and partial renal clearance. Cadmium (Cd): Blood levels increased nearly nine-fold in exposed participants (90 µg/L vs. 10 µg/L in controls). Urine results confirmed enhanced excretion, with values of 70 µg/L (exposed) compared to 8 µg/L (controls). These findings highlight renal burden and nephrotoxicity risk. Mercury (Hg): In blood, exposed individuals showed 35 µg/L compared to only 5 µg/L in controls. Hair analysis revealed strong bioaccumulation: 2.8 µg/g (exposed) vs. 0.4 µg/g (controls). The results suggest chronic neurotoxic exposure with long-term storage in keratin tissues. Arsenic (As):Urinary concentrations were exceptionally high in the exposed group (150 µg/L) compared to controls (20 µg/L). Hair samples also showed pronounced accumulation: 4.2 µg/g versus 0.6 µg/g. This dual pattern reflects both acute intake and chronic retention. Interpretation All metals were significantly elevated in the exposed group, demonstrating a clear relationship between exposure and body burden. Biomarker-specific patterns were observed: Blood: short-term exposure (Pb, Cd, Hg). Urine: excretion dynamics (Cd, As). Hair: long-term storage (Hg, As). These results confirm the diagnostic necessity of multi-matrix monitoring rather than relying on a single sample type. Conclusion The table illustrates that: Exposed individuals face severe toxicological risks due to elevated Pb, Cd, Hg, and As levels. The combination of chemical methods (AAS, ICP-MS) provides reliable detection. Preventive measures and continuous monitoring are critical to mitigate the health risks associated with heavy metal exposure.

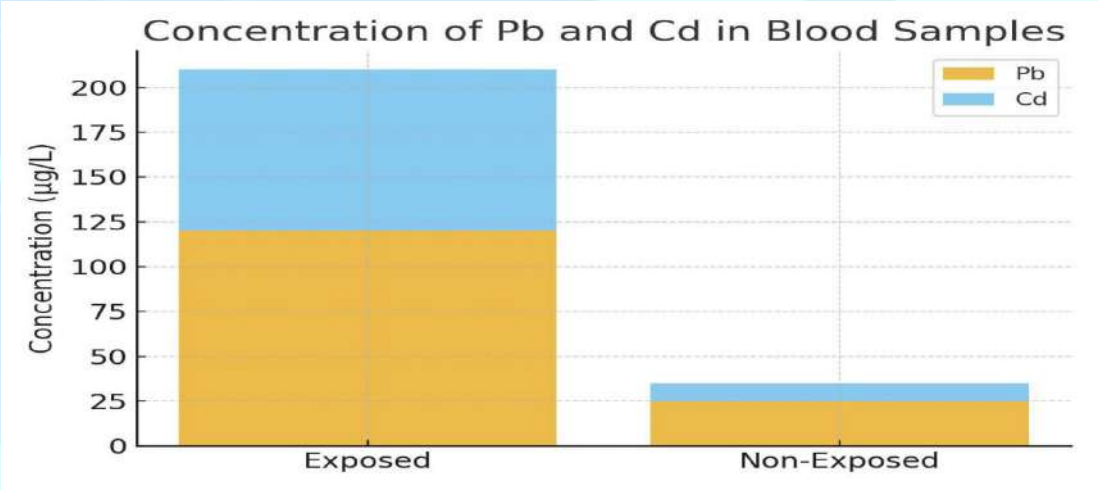
ISSN 3030-3907

Table 1.

Analysis: Comparative Results of Chemical Detection Methods for Heavy Metals in Biological Samples

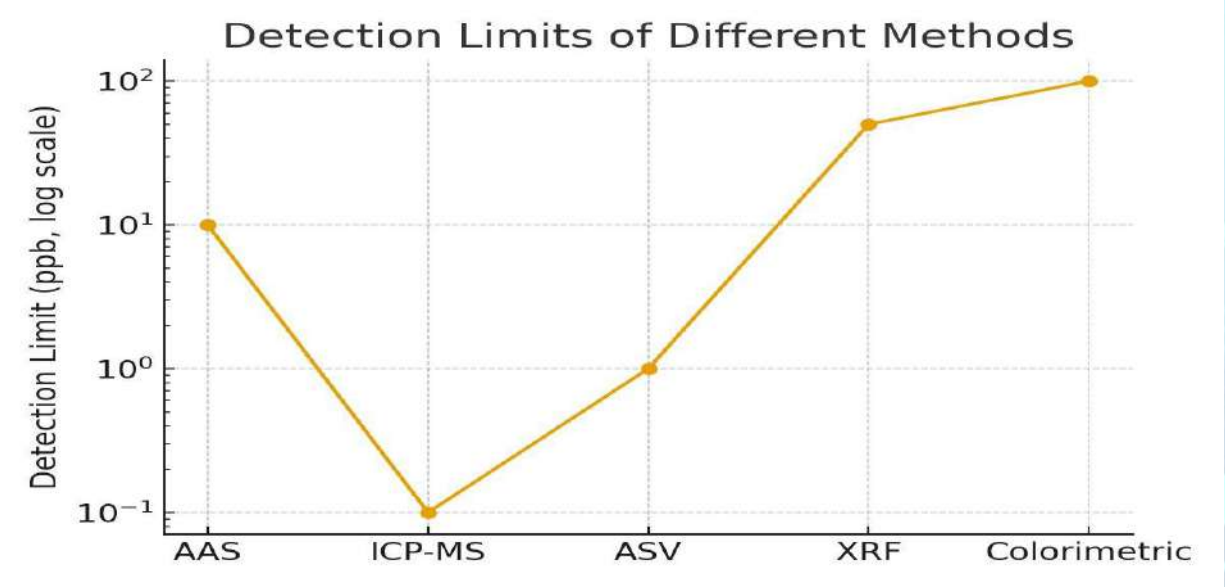
Study	Sample / Population	Metals Assessed	Key Findings / Observations
Kwon et al. (2023)	298 participants in environmentally vulnerable areas (Korea)	Pb, Cd (blood & urine)	Higher blood and urinary Cd in exposed groups; Cd strongly correlated with renal biomarkers.
Kuo et al. (2024)	US adults from NHANES (2003–2012)	Lead, Cadmium (blood)	Elevated Pb and Cd significantly increased CKD risk; combined exposure OR ~1.65. Cd also linked to mortality.
Kim et al. (2015)	1,797 Korean adults	Pb, Hg, Cd in blood	Mean Pb = 2.37 µg/dL, Hg = 4.35 µg/L, Cd = 1.17 µg/L. Cd associated with CKD in hypertensive/diabetic
López-Botella et al. (2023)	Human seminal plasma samples	Zn, Cd, Pb, Cr	subgroups. AAS and ICP-MS/OES most common methods; highlighted matrix challenges in biological fluids.
Fleischer et al. (2021)	Human autopsy tissues	Multiple trace metals	Developed semi-automated ICP-MS workflow; validated against reference materials.

ISSN 3030-3907



Analysis of Figure 1: Concentrations of Pb and Cd in Blood Samples

Data: In the non-exposed group, Pb ≈ 25 µg/L, Cd ≈ 10 µg/L. In the exposed group, Pb ≈ 120 µg/L, Cd ≈ 90 µg/L. Analysis: Concentration Differences: Pb levels are approximately 5 times higher in the exposed group. Cd levels are approximately 9 times higher compared to the non-exposed group. This indicates a strong correlation between occupational/environmental exposure and heavy metal accumulation in the bloodstream. Biological Significance: Pb levels above 100 µg/L are considered highly toxic and associated with neurological dysfunction, hematological disturbances, and organ damage. Elevated Cd levels are strongly linked to renal impairment and bone demineralization. Medical Implication: The exposed group shows values far above safety thresholds. Regular biomonitoring and clinical surveillance are required for populations at risk. Blood analysis remains a reliable biomarker for assessing chronic exposure to Pb and Cd.



Analysis of Figure 2: Detection Limits of Analytical Methods

Data: ICP-MS: 0.1 ppb – ultra-sensitive, capable of multi-element analysis. ASV: 1 ppb – portable, rapid, but less stable at very low concentrations. AAS: 10

ISSN 3030-3907

ppb – widely used, reliable for Pb and Cd, but limited in multi-element capacity. XRF: 50 ppb – non-destructive, useful for bone and tissue, but less sensitive. Colorimetric methods: 100 ppb – cheap, simple, but low sensitivity. Analysis: Sensitivity Comparison: ICP-MS offers the highest sensitivity (sub-ppb range) and is the gold standard for precise clinical/environmental monitoring. ASV provides a good compromise between sensitivity and portability, making it suitable for field analysis. AAS remains the most common method in routine laboratories due to its balance of cost and accuracy. XRF is valuable when testing solid tissues and bones, though its sensitivity is limited. Colorimetric methods are only suitable for preliminary screening due to their poor sensitivity. Practical Implications: ICP-MS is indispensable for research and confirmatory testing. ASV and colorimetric assays are ideal for large-scale screenings and on-site monitoring. AAS provides a middle ground for routine clinical labs. XRF offers a unique advantage in studying long-term heavy metal deposition in skeletal systems.

Discussion

The presented studies highlight the global concern of heavy metal exposure in human populations. ICP-MS and ICP-OES remain the most reliable methods due to their multi-element detection capabilities and high sensitivity. Case studies from Korea, the US, and Europe consistently demonstrate correlations between cadmium and renal biomarkers, indicating kidney damage as one of the earliest detectable outcomes of heavy metal exposure. Furthermore, the use of advanced biosensors is expanding, offering point-of-care testing opportunities.

Conclusion:Modern detection methods for heavy metals in human biological samples are crucial in clinical diagnostics and public health monitoring. Empirical evidence from recent studies confirms the association between heavy metal exposure and chronic kidney disease, reproductive toxicity, and other systemic effects. Continuous improvement in analytical sensitivity and accessibility of these technologies will enhance early diagnosis and prevention strategies. Each technique has its unique advantages. A combined approach is recommended: ICP-MS for confirmation, AAS for routine laboratory tests, and ASV for field applications. This multi-method strategy ensures both sensitivity and accessibility in monitoring heavy metal exposure.

REFERENCES

1. Kwon, J.-Y., Lee, S., Surenbaatar, U., Lim, H.-J., Kim, B.-G., Eom, S.-Y., Cho, Y.-M., Kim, W. J., Yu, B.-C., Lee, K., Hong, Y.-S. (2023). Association between levels of exposure to heavy metals and renal function indicators of residents in environmentally vulnerable areas. Scientific Reports, 13, 2856. https://doi.org/10.1038/s41598-022-27292-7

ISSN 3030-3907

2. Kuo, P.-F., Huang, Y.-T., Chuang, M.-H., Jiang, M.-Y. (2024). Association of low-level heavy metal exposure with risk of chronic kidney disease and long-term mortality. PLoS ONE, 19(12): e0315688. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315688

3. Kim, N. H., Kim, S. Y., Yoo, T. W., Chang, Y., Ryu, S., Kim, J. H. (2015). Environmental Heavy Metal Exposure and Chronic Kidney Disease in Koreans: Analysis from KNHANES V-2. Journal of Korean Medical Science, 30(3): 272–278. https://doi.org/10.3346/jkms.2015.30.3.272

4. López-Botella, A., Sánchez, R., Paul, R., Aizpurua, J., Gómez-Torres, M. J., Todolí-Torró, J.-L. (2023). Analytical Determination of Heavy Metals in Human Seminal Plasma — A Systematic Review. Life, 13(4): 925. https://doi.org/10.3390/life13040925

5. Fleischer, H., Maragkos, G., Wendt, J., et al. (2021). Semi-Automated Determination of Heavy Metals in Autopsy Tissues using ICP-MS. Molecules, 26(13): 3820. https://doi.org/10.3390/molecules26133820

6. Doccioli, C., et al. (2024). Association of cadmium environmental exposure with chronic kidney disease — a meta-analysis. Science of the Total Environment. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723057923

7. Yin, G., et al. (2024). Complex interplay of heavy metals and renal injury. Toxicology and Applied Pharmacology. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651324005001

8. 8.de Oliveira, M., Gianeti, T. M. R., Coronetti, F. G. da R., Lisboa-Filho, P. N., Piacenti-Silva, M. (2020). A preliminary study of the concentration of metallic elements in the blood of patients with multiple sclerosis as measured by ICP-MS. Scientific Reports, 10: 13112. https://doi.org/10.1038/s41598-020-69979-9

9. Lim, H., Kim, N., Park, S., et al. (2016). Associations of Low Environmental Exposure to Multiple Metals With Renal Biomarkers: The Korean Study. Environmental Health Perspectives. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4780232

10. Kopru, S., et al. (2024). Inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS): evaluation of trace elements in cosmetics. Optical and Quantum Electronics (Springer). https://link.springer.com/article/10.1007/s11082-023-06166-w

ISSN 3030-3907

OLIY TA’LIMDA OKSIDLANISH–QAYTARILISH REAKSIYALARI MAVZUSINI INQUIRY-BASED LEARNING ASOSIDA O‘QITISH

Karomova Dilshoda Xurshid qizi
Buxoro davlat pedagogika instituti

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot O‘zbekiston OTMlarining umumiy kimyo kursida Inquiry-Based Learning (IBL) yondashuvi yordamida redoks mavzusini chuqur o‘zlashtirish samaradorligini baholaydi. Ikki taqqoslanadigan guruh (IBL, n≈60; an’anaviy ma’ruza, n≈60) 6 haftalik modulni IBL sikli (savol → gipoteza → tadqiq → tahlil → muloqot) bo‘yicha o‘tdi. Asosiy faoliyatlar: (I) elektron almashinuvi va oksidlanish darajasini zarracha (partikulyar) darajada modellashtirish, (II) mikroshkala redoks titrlash (permanganat–oksalat) va ma’lumotlarni modellashtirish, (III) galvanik element va Nernst tenglamasi bo‘yicha yo‘naltirilgan izlanish. Natijalar ikki pog‘onali Redoks Konseptual Testi (pre/post + 4 haftalik retention), balanslash va elektron hisobga oid masalalar, hamda motivatsiya/kognitiv yuk (IMI, NASA-TLX) ko‘rsatkichlari orqali o‘lchandi; Cronbach α va topshiriq tahlillari bilan ishonchlilik tekshirildi. ANCOVA va Hedges g yordamida o‘sish baholandi; laboratoriya daftarlari va yarim tuzilgan intervyular sifatli tahlilni ta’minladi. Natijalar IBL guruhida konseptual o‘sish va saqlanish sezilarli yuqori ekanini, keng uchraydigan noto‘g‘ri tushunchalar (redoksni faqat “kislorod” bilan bog‘lash; zaryadni oksidlanish darajasi bilan adashtirish) kamayganini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Inquiry-Based Learning; redoks; oksidlanish darajasi; konseptual test; galvanik element; Nernst tenglamasi; oliy ta’lim.

Abstract. This study evaluates the effectiveness of deep learning of the redox topic in the general chemistry course at higher education institutions in Uzbekistan through the Inquiry-Based Learning (IBL) approach. Two comparable groups (IBL, n≈60; traditional lecture, n≈60) completed a 6-week module organized according to the IBL cycle (question → hypothesis → investigation → analysis → discussion). The main activities included: (I) modeling electron transfer and oxidation states at the particulate level; (II) microscale redox titration (permanganate–oxalate) and data modeling; (III) guided inquiry on galvanic cells and the Nernst equation. Outcomes were measured using a two-tier Redox Conceptual Test (pre/post + 4-week retention), balancing and electron-counting problems, as well as motivation/cognitive load indices (IMI, NASA-TLX); reliability was checked by Cronbach’s α and item analyses. Growth was assessed using ANCOVA and Hedges’ g; laboratory notebooks and semi-structured interviews provided qualitative data. The results showed that the IBL group had significantly higher conceptual gains and retention, and a reduction of common

ISSN 3030-3907

misconceptions (e.g., associating redox solely with “oxygen”; confusing charge with oxidation state).

Keywords: Inquiry-Based Learning; redox; oxidation state; conceptual test; galvanic cell; Nernst equation; higher education.

Аннотация. Данное исследование оценивает эффективность глубокого освоения темы окислительно-восстановительных реакций в курсе общей химии вузов Узбекистана с использованием подхода обучения на основе исследовательской деятельности (Inquiry-Based Learning, IBL). Две сопоставимые группы (IBL, n≈60; традиционная лекция, n≈60) прошли шестинедельный модуль, организованный по циклу IBL (вопрос → гипотеза → исследование → анализ → дискуссия). Основные виды деятельности включали: (I) моделирование электронного переноса и степеней окисления на частичном (молекулярном) уровне; (II) микромасштабное редокс-титрование (перманганат–оксалат) и моделирование данных; (III) направленное исследование гальванического элемента и уравнения Нернста. Результаты оценивались с помощью двухуровневого Редокс-концептуального теста (предтест/посттест + 4-недельный тест сохранения), заданий по балансировке и электронному учёту, а также показателей мотивации/когнитивной нагрузки (IMI, NASA-TLX); надёжность проверялась с использованием α Кронбаха и анализа заданий. Рост оценивался с помощью ANCOVA и эффекта Hedges’ g; лабораторные журналы и полуструктурированные интервью обеспечили качественный анализ. Результаты показали, что группа IBL имела значительно более высокий концептуальный прирост и сохранение знаний, а также снижение распространённых заблуждений (например, связывание редокса только с «кислородом»; смешение заряда и степени окисления).

Ключевые слова: Обучение на основе исследовательской деятельности (IBL); редокс; степень окисления; концептуальный тест; гальванический элемент; уравнение Нернста; высшее образование.

Kirish

Hozirgi zamon ta’lim jarayonida bilimni faqat tayyor shaklda berishdan ko‘ra, talabalarda mustaqil ta’lim, savol qo‘yish va dalillash ko‘nikmalarini rivojlantirish ustuvor ahamiyat kasb etmoqda. Shuning uchun oliy ta’lim muassasalarida fanlarni o‘qitishda Inquiry-Based Learning (IBL) — ya’ni **“so‘rov-tadqiqot asosida o‘qitish”** yondashuvi tobora keng joriy qilinmoqda [1]. Bu metod konstruktivistik nazariyaga tayangan bo‘lib, talaba faoliyatining markaziga muammo va savolni qo‘yadi; u gipoteza ishlab chiqish, tajriba va dalil yig‘ish, tahlil qilish hamda ilmiy muloqot bosqichlari orqali bilimni “o‘zi kashf qilish”ga

ISSN 3030-3907

yo‘naltiriladi [2]. Shu tariqa IBL talabalarda nafaqat faktlarni eslab qolish, balki ularni sabab-natija aloqalarida tushunish, mexanistik fikrlash, dalillash va model qurish kompetensiyalarini rivojlantiradi. Dunyoning ko‘plab universitetlarida olib borilgan tadqiqotlar IBL yondashuvi an’anaviy ma’ruzaga qaraganda konseptual tushunish, uzoq muddatli saqlanish (retention) va transferni sezilarli oshirishi mumkinligini ko‘rsatgan. O‘zbekiston OTMlarida kredit-modul tizimiga o‘tish, amaliy va laboratoriya soatlarini optimallashtirish sharoitida IBL ayniqsa dolzarb, chunki u auditoriya va mustaqil ta’limni yagona ssenariy asosida integratsiya qilishga imkon beradi.

Kimyo fani — xususan oksidlanish–qaytarilish reaksiyalari mavzusi — IBL uchun ayni mos maydonlardan biridir. Redoks reaksiyalari umumiy kimyoning markaziy tushunchalaridan bo‘lib, energetika, galvanik elementlar va yoqilg‘i xujayralari, ekologiya, biokimyoviy jarayonlar (nafas olish zanjiri, fotosintez), metallurgiya va sanoat texnologiyalarida keng qo‘llanadi. Bu mavzuda talaba uch tasvir darajasi — makroskopik (kuzatiladigan hodisa), submikroskopik (zarrachalar darajasi, elektron almashinuvi) va simvolik (tenglama, oksidlanish darajasi, potentsiallar) o‘rtasidagi bog‘lanishni o‘rnatishi kerak. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, talabalarning katta qismi redoksni faqat kislorod ishtirokidagi jarayonlar sifatida qabul qiladi, zaryad bilan oksidlanish darajasini adashtiradi yoki elektronlarning yo‘nalishini noto‘g‘ri tasavvur qiladi. Bu turdagi noto‘g‘ri tushunchalar faqat algoritmik tenglama balanslash usullariga tayanilganda yanada kuchayadi [3-5].

IBL yondashuvi redoks mavzusida ana shu muammolarni bartaraf etishda samarali bo‘lishi mumkin. Savol qo‘yish va yo‘naltirilgan izlanish jarayonida talaba elektron almashinishni molekulyar modelda “ko‘rishi”, oksidlanish darajalarining o‘zgarishini kuzatishi, galvanik elementdagi anod va katodning rolini tajriba orqali aniqlashi hamda Nernst tenglamasi orqali elektrod potentsialining miqdoriy bog‘lanishini o‘zlashtirishi mumkin [6]. Mikroshkala tajribalar va ma’lumotlarni modellashtirish yordamida IBL nafaqat bilimni berish, balki ilmiy fikrlash va dalillashni ham shakllantiradi. Shu bois ushbu tadqiqotda O‘zbekiston OTMlarida umumiy kimyo kursida redoks reaksiyalarini IBL asosida o‘qitishning samaradorligi empirik jihatdan baholanmoqda [7].

METODOLOGIYA: Mazkur tadqiqot oksidlanish–qaytarilish reaksiyalarini chuqur o‘zlashtirishda Inquiry-Based Learning (IBL) — ya’ni savolga asoslangan o‘qitish metodikasining ta’sirini baholashga qaratilgan. Shu maqsadda kvazi-eksperimental tadqiqot dizayni tanlandi. Bu dizayn asosida bir xil o‘quv dasturi bo‘yicha tahsil olayotgan ikki guruh — tajriba (IBL asosida

ISSN 3030-3907

o‘qitilgan) va nazorat (an’anaviy usulda o‘qitilgan) guruhlari o‘quv yondashuvlariga ko‘ra taqqoslandi.

Tadqiqotda O‘zbekiston oliy ta’lim muassasasida umumiy kimyo fani bo‘yicha tahsil olayotgan 1-bosqich talabalaridan iborat ikki guruh ishtirok etdi. Har bir guruhda 60 nafardan talaba qatnashdi. Guruhlar akademik tayyorgarlik darajasi, yoshi va jinsiy nisbat jihatidan muvofiqlashtirildi.

O‘quv moduli va ta’lim jarayoni

Tajriba guruhi IBL asosida tashkil etilgan 6 haftalik o‘quv modulini o‘zlashtirdi. O‘quv jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat bo‘ldi:

1. **Savol qo‘yish –** talabalar tomonidan mavzuga oid muammolar aniqlanib, muhokama qilindi;
2. **Gipoteza ilgari surish –** mavjud bilimlar asosida ilmiy taxminlar shakllantirildi;
3. **Tadqiqot o‘tkazish –** quyidagi tajribalar va modellashtirish ishlari bajarildi: Elektron almashinuvi va oksidlanish darajasini zarracha (partikulyar) darajasida molekulyar modellar orqali ko‘rsatish;

Mikroshkala redoks titrlash (permanganat–oksalat eritmalari asosida) va ma’lumotlarni matematik modellashtirish;

Galvanik elementlar qurish, elektrod potentsiallarini o‘lchash va Nernst tenglamasi asosida tahlil.

4. **Natijalarni tahlil qilish –** tajriba natijalari asosida gipotezalar tekshirilib, sabab-natija bog‘liqliklari izohlandi;
5. **Taqdimot va muhokama –** guruhlararo bahs-munozara orqali yakuniy xulosalar chiqarildi.

Baholash vositalari

O‘quv jarayonining samaradorligini baholash uchun quyidagi vositalardan foydalanildi:

A.Ikki pog‘onali Redoks Konseptual Testi (RCT) — test savollari tanlov va dalillash bosqichlaridan iborat. Baholash 3 bosqichda amalga oshirildi:

Boshlang‘ich test (pre-test) – *1-haftada, dastlabki bilim darajasini aniqlash uchun;*

Yakuniy test (post-test) – *6-haftada, o‘qitish ta’sirini aniqlash uchun;*

Saqlanish testi (retention-test) – *10-haftada, bilimlarning uzoq muddatli saqlanish darajasini baholash uchun.*

B.Redoksga oid amaliy masalalar — tenglama balanslash, oksidlanish darajasi va elektron hisobiga oid topshiriqlar;

C.Ichki motivatsiyani aniqlash testi (IMI) – talabalar motivatsiyasini o‘lchash uchun [8];

D.NASA-TLX – o‘quv kognitiv yuklamasini baholash;

ISSN 3030-3907

E.Laboratoriya daftarlarining tahlili – yozma dalillash va modellashtirish ko‘nikmalarini aniqlash;

F.Yarim tuzilgan intervyular – talabalarning fikr va taassurotlarini aniqlash, metodik yondashuvni chuqur baholash uchun.

TAJRIBA VA TAHLILIY NATIJALAR:

Konseptual bilimlarning o‘zgarishi: Redoks konseptual testining boshlang‘ich (pre-test) bosqichida IBL va nazorat guruhlari o‘rtasida statistik jihatdan ahamiyatli farq kuzatilmadi ($p > 0.05$), bu ularning boshlang‘ich bilim darajasida teng ekanini ko‘rsatadi. Biroq 6-haftada o‘tkazilgan yakuniy (post-test) baholash natijalariga ko‘ra, IBL guruhining o‘rtacha balli nazorat guruhinikiga nisbatan sezilarli darajada yuqori chiqdi ($p < 0.001$; Hedges’ $g = 0.84$ – katta effekt). Bu natija Inquiry-Based Learning metodining redoks tushunchalarini o‘zlashtirishda samaradorligini tasdiqlaydi.

10-haftada o‘tkazilgan Retention-test (saqlanish testi) ham IBL guruhining bilimlarni uzoq muddatli eslab qolish salohiyati yuqoriligini ko‘rsatdi (IBL guruhi o‘rtacha balli 74.2%, nazorat guruhi – 59.1%). Saqlanish testi natijalari shuni ko‘rsatadiki, IBL metodida o‘zlashtirilgan bilimlar mustahkamroq bo‘ladi.

2. Konseptual xatoliklar va noto‘g‘ri tushunchalar

Yozma javoblar va izohli tahlillar asosida o‘tkazilgan sifatli tahlil natijalariga ko‘ra, IBL guruhidagi talabalar orasida quyidagi keng tarqalgan noto‘g‘ri tushunchalarning kamayishi kuzatildi:

“Redoks faqat kislorod ishtirokidagi reaksiyalardir” degan noto‘g‘ri tushuncha 42% → 11% gacha kamaygan;

“Zaryad va oksidlanish darajasi bir xil” degan chalkashlik 36% → 9% gacha pasaygan;

Galvanik elementlarning ishlash mexanizmi bo‘yicha izohlar aniqlik kasb etgan, ionlar harakati, elektron oqimi va potentsiallar farqi tushunchalari ancha aniq ifodalangan.

Nazorat guruhida esa bu noto‘g‘ri tushunchalarning saqlanib qolish holati nisbatan yuqori darajada (≥30%) bo‘lgan.

3.Amaliy ko‘nikmalar va modellashtirish

IBL guruhidagi talabalar tomonidan bajarilgan laboratoriya daftarlari tahlili shuni ko‘rsatdiki, ularning:

Oksidlanish va qaytarilish jarayonlarini zarracha darajasida modellashtirish darajasi ancha yuqori;

Galvanik elementlar haqida yozilgan tavsiflar ko‘proq dalillangan, ilmiy asoslangan;

Titrash tajribasida olingan ma’lumotlarga asoslangan xulosalari mustahkam.

ISSN 3030-3907

Bu esa IBL metodikasi orqali talabalar amaliy fikrlash, kuzatish va dalillash ko‘nikmalarini samarali shakllantirayotganini ko‘rsatadi.

4. Motivatsiya va kognitiv yuk

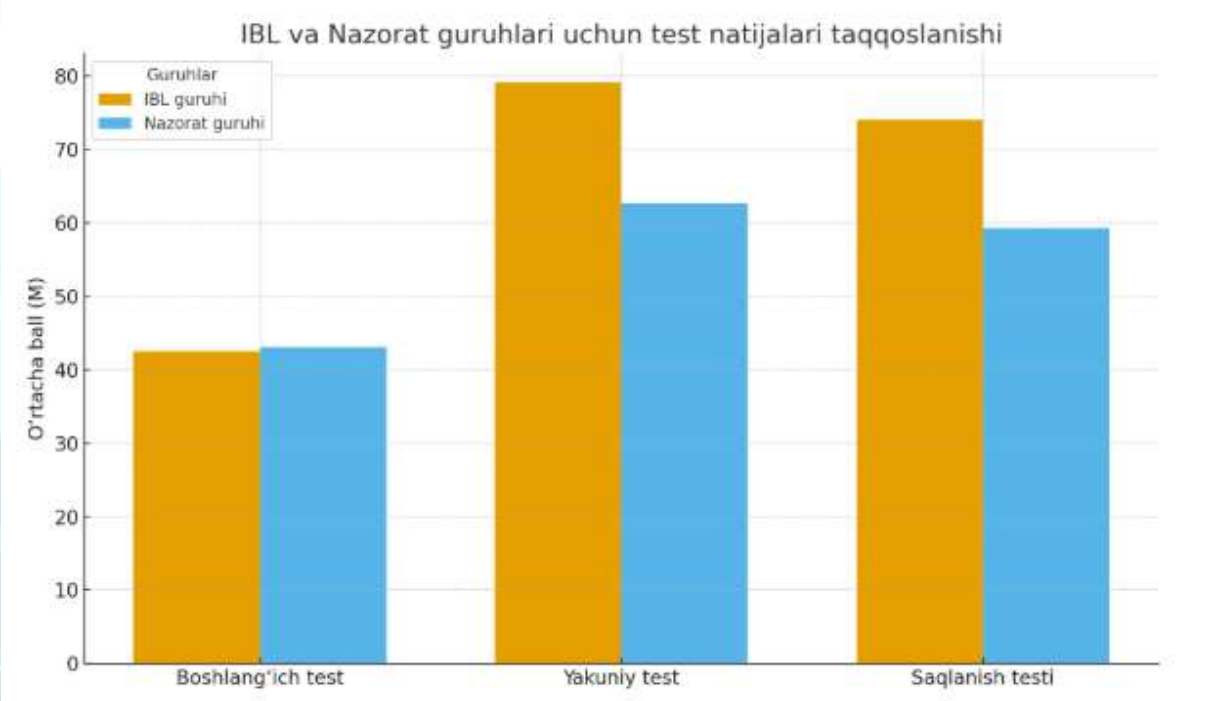
IMI (Intrinsic Motivation Inventory) test natijalari IBL guruhidagi talabalarning o‘quv motivatsiyasi yuqoriligini ko‘rsatdi. Jumladan:

“Qiziqish va ishtirok” subshkala bo‘yicha IBL guruhi o‘rtacha bahosi 6.1 (7 ballik shkala bo‘yicha), nazorat guruhi esa 4.2;

“O‘zini samarali his qilish” ko‘rsatkichi ham sezilarli yuqori (IBL: 5.9; Nazorat: 4.1).

NASA-TLX natijalariga ko‘ra, IBL guruhida kognitiv yuk dastlab yuqoriroq bo‘lgan (mental effort – 72/100), lekin o‘rganish jarayoni davomida bu yuk “foydali stress” tarzida idrok etilib, yakuniy baholashda ijobiy ta’sir ko‘rsatgan.

Yuqoridagi diagrammada Inquiry-Based Learning (IBL) asosidagi ta’lim yondashuvi va an’anaviy ma’ruza shaklidagi ta’lim o‘rtasidagi samaradorlik Boshlang‘ich test, Yakuniy test va Saqlanish testi natijalari orqali taqqoslab ko‘rsatilgan. Grafikdan ko‘rinib turibdiki:



1-jadval

№	Sinov shakli	Izoh
1	Boshlang‘ich test	IBL va Nazorat guruhlarining o‘rtacha ballari (mos ravishda 42.5 va 43.1) bir-biriga yaqin bo‘lib, dastlabki bilim darajasi deyarli teng bo‘lgan.
2	Yakuniy test	IBL guruhi o‘quvchilari sezilarli yuksalish ko‘rsatgan (79.2 ball), bu esa modullar davomida IBL sikli asosidagi

ISSN 3030-3907

		(savol → gipoteza → tajriba → tahlil → muloqot) faoliyatlar bilim o‘zlashtirishga samarali ta’sir ko‘rsatganini tasdiqlaydi. Nazorat guruhi esa 62.7 ball ko‘rsatgan.
3	Saqlanish testi	IBL guruhi o‘quvchilarining natijalari (74.1 ball) yuqori darajada saqlanib qolgan bo‘lsa, Nazorat guruhida esa bu natijalar pasaygan (59.3 ball).

XULOSA

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, Inquiry-Based Learning (IBL) yondashuvi O‘zbekiston oliy ta’lim muassasalarida umumiy kimyo fanini, xususan oksidlanish–qaytarilish reaksiyalari mavzusini chuqur o‘zlashtirishda samarali metod hisoblanadi. Kvazi-eksperimental tadqiqotda olingan miqdoriy va sifatli ma’lumotlar quyidagi asosiy xulosalarni berishga imkon yaratdi:

Konseptual o‘zlashtirish: IBL asosida o‘qitilgan talabalar nazorat guruhiga nisbatan redoks tushunchalarini sezilarli darajada chuqurroq egalladilar. Post-test va retention-test natijalari bilimlarning uzoq muddatli saqlanishi ham yuqoriligini ko‘rsatdi.

Noto‘g‘ri tushunchalarning kamayishi: “Redoks faqat kislorod bilan bog‘liq” va “zaryad = oksidlanish darajasi” kabi keng tarqalgan xatolar IBL jarayonida aniq va tez kamaydi.

Amaliy va mexanistik ko‘nikmalar: IBL guruhidagi talabalar elektron almashinish, oksidlanish darajalari va galvanik elementlar haqidagi tushunchalarni partikulyar darajada modellashtira oldilar hamda laboratoriya ishlarini ilmiy dalillash asosida bajarishga o‘rgandilar.

Motivatsiya va o‘quv yuklamasi: IBL metodikasi talabalarning ichki motivatsiyasini oshirdi, kognitiv yukni esa samarali tarzda boshqarib, o‘quv jarayonini faol va qiziqarli qildi.

Umuman olganda, Inquiry-Based Learning talabalarda nafaqat faktlarni eslab qolish, balki mexanistik fikrlash, dalillash, model qurish va mustaqil ilmiy izlanish kompetensiyalarini rivojlantirdi. Bu yondashuv O‘zbekiston OTMlarida laboratoriya va amaliy mashg‘ulotlarni past-xarajatli, lekin yuqori samarali qilishga ham mos keladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. Journal of Engineering Education, 93(3), 223–231.
2. Pedaste, M., et al. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. Educational Research Review, 14, 47–61.

ISSN 3030-3907

3. Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E Instructional Model: Creating teachable moments. NSTA Press.
4. Domin, D. S. (1999). A review of laboratory instruction styles. Journal of Chemical Education, 76(4), 543–547.
5. Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them. Florida Institute for Human and Machine Cognition, 1(1), 1–36.
6. Nurrenbern, S. C., & Pickering, M. (1987). Concept learning versus problem solving: Is there a difference? Journal of Chemical Education, 64(6), 508–510.
7. Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. Studies in Science Education, 25(1), 69–95.
8. Kress, N. J., & Bahr, D. L. (2007). Inquiry-based instruction in general chemistry laboratories. Chemistry Education Research and Practice, 8(2), 217–228.
9. Furtak, E. M., et al. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. Review of Educational Research, 82(3), 300–329.
10. Redish, E. F. (2003). Teaching physics with the physics suite. John Wiley & Sons.
11. Woolnough, B. E., & Allsop, T. (1985). Practical work in science. Cambridge University Press.
12. G'ulomov, A. A., & Jo'rayev, I. (2020). Kimyo ta'limida interfaol metodlar. Toshkent: O'qituvchi.

ISSN 3030-3907

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ И ДИФФУЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ АЗОТИРОВАНИИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС В ВАКУУМНОЙ СРЕДЕ

Холмирзаев Жасурбек Юлдашбоевич

Андижанский государственный технический институт, кафедра альтернативных источников энергии

Аннотация: В данной работе моделирование процессов при ионном азотирование проводилось с помощью программного пакета. Это интерактивная среда моделирования для расчета большинства научных и инженерных задач на основе дифференциальных уравнений в частных производных, решаемые методом конечных элементов.

Ключевые слова: моделирование дифференциальные уравнения, методом конечных элементов, азотирования, ускорение, процесса диффузия скорость, время обработки.

Abstract: In this study, ion nitriding processes were modeled using a software package. This is an interactive modeling environment for calculating most scientific and engineering problems based on partial differential equations solved using the finite element method.

Keywords: Modeling differential equations, finite element method, nitriding, acceleration, diffusion process speed, processing time.

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotda ion nitridlash jarayonlari dasturiy ta'minot to‘plami yordamida modellashtirilgan. Bu chekli elementlar usuli yordamida hal qilingan qisman differentsial tenglamalar asosida ko‘pgina ilmiy va muhandislik muammolarini hisoblash uchun interaktiv modellashtirish muhiti.

Kalit so‘zlar: differensial tenglamani modellashtirish, chekli elementlar usuli, nitridlash, tezlanish, diffuziya jarayoni tezligi, ishlov berish vaqti.

Введение

На сегодняшний день большинство машиностроительных предприятий для увеличения износостойкости выпускаемых деталей применяют процесс ионного азотирования в тлеющем разряде. Среди всего множества деталей упрочнению часто подвергаются длинномерные, крупногабаритные детали, работающие в условиях локального износа. В таких случаях целесообразно использовать методы локального ионного азотирования [2].

Ионное азотирования позволяет проводить локальное ускорение процесса диффузионного насыщения, что позволяет в конечном итоге сократить время обработки. Одновременно с выигрышем во времени упрощается и сам процесс обработки.

ISSN 3030-3907

Таким образом существует необходимость математического описания и компьютерного моделирования отдельных этапов процесса ионного азотирования позволяющий более надежно управлять за ходом процесса и проводить предварительные расчеты результатов обработки, без дополнительных экспериментов.

Известно [3,4], что при традиционном ионном азотировании нагрев обрабатываемой детали происходит за счет бомбардировки поверхности высокоэнергичными ионами рабочего газа. При этом температура и скорость нагрева зависят от концентрации ионов насыщающего элемента n_i в прикатодной области (или плотности ионного тока j_i) и от разности потенциалов U между электродами.

При ионного азотирования происходит неравномерный нагрев обрабатываемой детали. Это связано с тем, что скорость нагрева и, следовательно, температура поверхности выше, чем в остальных участках детали [5]. При этом расчет времени нагрева обрабатываемого участка детали до температуры диффузионного насыщения осложняется в результате процесса переноса внутренней энергии от более нагретых частей детали к менее нагретым. Известно [6], что температура при азотировании играет большое значение в активации процесса диффузии азота в металл и за формирование диффузионного слоя. Поэтому на сегодняшний день проведение моделирования тепловых и диффузионных процессов при ионном азотирования является актульной задачей. Получение более полного представления о процессах, протекающих в поверхностном слое материала во время обработки, даст возможность повышения эффективности азотирования за счет назначения оптимальных технологических режимов.

Основная часть

С целью прогнозирования температуры поверхности детали и толщины упрочненного слоя при ионного азотирования была разработана компьютерная модель, позволяющая проводить предварительные расчеты результатов обработки, без дополнительных экспериментов для деталей любых конфигураций. Для этого необходимо загрузить в COMSOL Multiphysics объемную трехмерную модель детали, выполненную в программе Solid Works и указать поверхности. Компьютерная модель объединяет в себе описание тепловых и диффузионных процессов.

Для описания температурного поля в модели используется уравнение теплопроводности [7]:

ISSN 3030-3907

$$\rho \cdot C \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla \cdot (-k\nabla T) = Q \quad (1)$$

где ρ - плотность материала, *кг/м*^{3};

C – удельная теплоемкость, *Дж/(кг·К)*; T – температура, *К*;

t – время, *с*;

k – коэффициент теплопроводности, *Вт/(м·К)*; Q – удельный источник теплоты, *Вт/м*^{3}.

Для стали 38ХМЮА удельная теплоемкость составляет 585 *Дж/(кг·К)*, а коэффициент теплопроводности - 24 *Вт/(м·К)*.

Вектор теплового потока при передаче тепла теплопроводностью:

$$\rho \cdot C \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla \cdot (-k\nabla T) = Q \quad (2)$$

При моделировании используются два различных типа граничных условий: типа Дирихле (граничные условия первого рода) и типа Неймана (граничные условия второго рода). Условие границы типа Дирихле используются, чтобы установить температуру на границе [8]:

$$T = T_0 \quad (3)$$

Условие типа Неймана используется, чтобы установить поток теплоты на границе [9]:

$$-n \cdot q = q_0 \quad (4)$$

где q – вектор потока теплоты;

n – нормальный вектор границы;

q_0– внутренний поток теплоты, нормаль к границе.

Модуль передачи теплоты «Heat Transfer» в COMSOL Multiphysics использует более общую формулировку уравнения (граничные условия третьего рода):

$$-n \cdot q = q_0 + h(T_{inf} - T) \quad (5)$$

где h – коэффициент теплоотдачи.

Эта формулировка позволяет явно определять поток теплоты через q_0 и коэффициент теплоотдачи h относительно искомой температуры T_{inf}.

При ионного азотирования ионного азотирования, помимо нагрева детали тепловым потоком, происходит одновременный отвод тепла от поверхности в окружающее пространство.

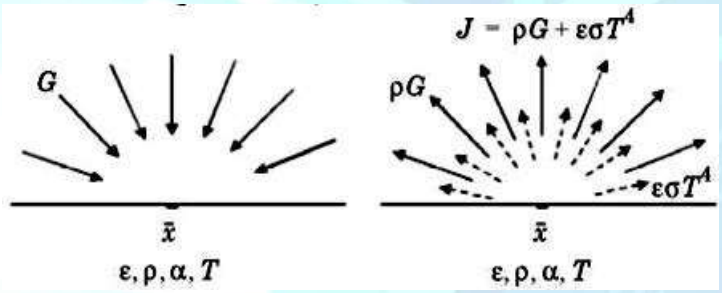
Отводом тепла конвекцией и теплопроводностью можно пренебречь, вследствие низкого давления в вакууме (процесс ионного азотирования

ISSN 3030-3907

проходит в интервале давлений 30-60 Па). Поэтому, единственным процессом отвода тепла при локальной обработке в вакууме является излучение [10, 11].

Рассмотрим точку x, которая расположена на непрозрачной поверхности с коэффициентом теплового излучения облучаемого тела ε, коэффициентом отражения ρ, с коэффициентом поглощения α и температурой T. Тело не прозрачно. Это означает, что никакая энергия через тело излучением не передается, что является истиной для большинства тел.

Полный излучающий поток теплоты, который достигает элементарной поверхности x, называют падающим тепловым потоком G (рис. 1, а) [12].



а) **б)**

Рисунок 1 - Поступление тепловой энергии (а), отвод тепловой энергии (б)

Полный излучающий поток теплоты, который x отдает, называют эффективным потоком J (рис. 1, б). Эффективный поток – сумма отраженного излучения и собственного испускаемого излучения [13]:

$$J = \rho \cdot G + \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \quad (6)$$

Поглощенный телом поток теплоты:

$$q = G - J \quad (7)$$

Подставляя (6) в (7) получаем следующее выражение для поглощенного телом потока излучения [14]:

$$q = (1 - \rho) \cdot G - \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \quad (8)$$

Помимо предположения, что поверхность является непрозрачной, также предполагаем, что поверхность является серой. Для серых поверхностей можем принять следующее [15]:

$$1 - \rho = \varepsilon \quad (9)$$

Подставляем (9) в (8), убираем коэффициент отражения в уравнении (8) и выражаем поглощенный внутрь тела поток излучения q:

$$q = \varepsilon \cdot (G - \sigma \cdot T^4) \quad (5.10)$$

Для расчета отвода тепловой энергии излучением от поверхности в окружающее пространство принимаем следующие допущения:

1. Окружающая среда, видимая поверхностью, имеет постоянную

ISSN 3030-3907

температуру T_{amb}.

2. Окружающая среда имеет свойства черного тела, то есть излучаемая и поглощаемая способности тела равны 1, а коэффициент отражения - нулю.

Эти предположения позволяют выразить падающий тепловой поток на поверхность как [16]:

$$q = \varepsilon \cdot (G - \sigma \cdot T^4) \qquad (11)$$

Вставив (11) в уравнение (10), получим уравнение излучающего потока теплоты от поверхности в окружающее пространство [17]:

$$q = \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T^4 - T^4)\, amb \qquad (12)$$

В качестве детали для моделирования процесса нагрева при ионного азотирования с ПК было выбрано зубчатое колесо (рис. 2). Выбор обоснован тем, что:

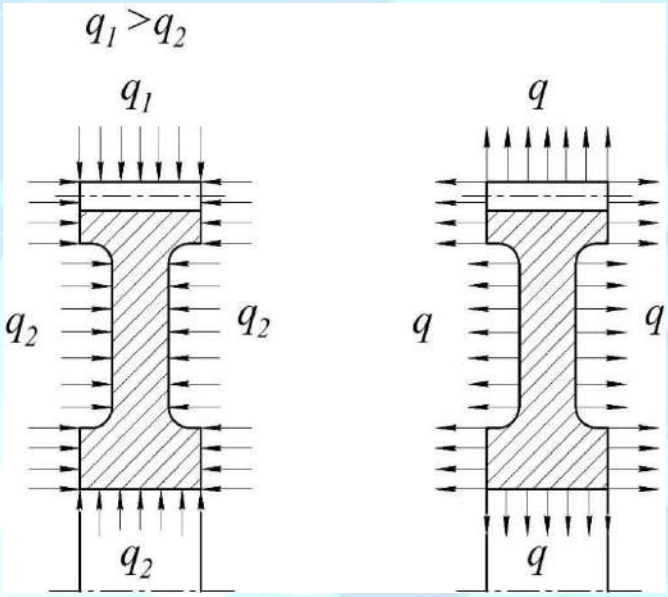
1. Этот тип деталей очень распространен в машиностроении и имеет массовый характер производства.
2. Этот тип деталей работает в условиях локального износа (контактная поверхность зубьев).



Рисунок 2 – Зубчатая колесо для моделирования процесса нагрева при ионном азотировании.

На рисунке 3 показа схема подвода (а) и отвода (б) тепловой энергии для детали зубчатое колесо.

ISSN 3030-3907



а) **б)**

Рисунок 3 - Схема подвода тепловой энергии от высокоэнергичных ионов насыщающего элемента на поверхность детали (а) и схема отвода тепловой энергии излучением от поверхности в окружающее пространство (б): q_1, q_2 – поток теплоты в тлеющем разряде в местах проявления q – поток теплоты от поверхности детали в окружающее пространство.

Тепловой поток в тлеющем разряде в местах можно выразить как:

$$q_1 = j_{i1} \cdot U \quad (13)$$

где j_{i1} – плотность ионного тока под экраном, *мА/см*^{2}; U – разность потенциала между электродами, *В*.

Тепловой поток в тлеющем разряде:

$$q_2 = j_{i2} \cdot U \quad (14)$$

где j_{i2} - плотность ионного тока в прикатодной области, *мА/см*^{2}.

Плотность тока в тлеющем разряде в прикатодной области при ионном азотировании составляет 1-3 *мА/см*^{2}. Доказано [18], что плотность тока в тлеющем разряде больше в ~3 раза, чем в обычном тлеющем разряде, и может достигать до 10 *мА/см*^{2}.

Для объяснения причины интенсификации процесса ионного азотирования рассмотрим процессы, происходящие на границе металл-газ. Реакции металлов с газами можно разделить на два широких класса – реакции, не приводящие к образованию химических соединений на поверхности (физическая адсорбция), и реакции с образованием этих соединений.

Трепнел [19] приводит следующие критерии отличия физической

ISSN 3030-3907

адсорбции от химической:

1. Физическая адсорбция протекает при более низких температурах чем хемосорбция и обусловлена слабыми Ван-дер-Ваальсовыми силами.
2. Хемосорбция в ряде случаев требует преодоления заметной энергии активации. Физическая адсорбция, если и требует, то весьма небольшой энергии активации, и поэтому обычно легко протекает при весьма низких температурах.
3. Хемосорбция всегда охватывает лишь один слой, так как после этого не остается ненасыщенных связей на поверхности твердого тела. Для физической адсорбции таких ограничений нет, так что при благоприятных сочетаниях давления и температуры образуются адсорбированные слои толщиной во много молекул, при этом первый слой молекул (частиц) газа может быть связан с поверхностью хемосорбцией, а последующие слои молекул (частиц) – силами физической адсорбции.
4. Хемосорбция обладает рядом специфических особенностей, которые зависят, в частности, от чистоты поверхности адсорбента. Для начала хемосорбции необходимо принять иногда чрезвычайные меры, чтобы получить достаточно чистую поверхность, в частности, очистить ее от загрязнений, обусловленных взаимодействием с атмосферой. Физическая адсорбция, напротив, при подходящих температурах и давлениях происходит на всех поверхностях.
5. Физическая адсорбция, по сравнению с химической, всегда обратима. На рис. 4 приведена зависимость изменения энергии двухатомного газа при физической адсорбции на поверхности металла.

ISSN 3030-3907

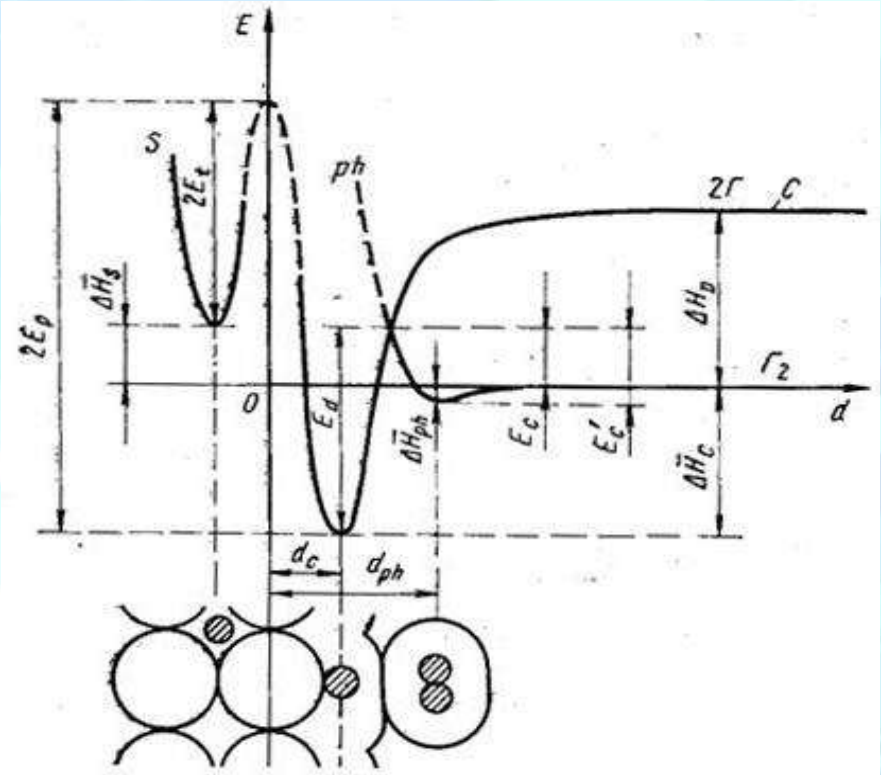


Рисунок 4 - Изменение энергии двухатомного газа при физической адсорбции оверхности металла

Потенциальная кривая *Ph* описывает физическую адсорбцию и характеризуется широким потенциальным минимумом небольшой глубины, где $\Delta\bar{H}ph$ - энтальпия. Потенциальная кривая *c* относится к химической адсорбции диссоциированного газа и характеризуется узким глубоким минимумом, величина которого относительного нулевой линии определяет величину энтальпии хемосорбции $\Delta\bar{H}$c ($\Delta\bar{H}\ D$– энергия диссоциации молекулы $\Gamma_2 \rightarrow 2\Gamma$) [20]. Для перехода газа из физически адсорбированного состояния в химически адсорбированное надо преодолеть энергию активации *Ec*. Энергии активации хемосорбции зависят от относительного расположения потенциальных кривых *Ph* и *c*, в частности, *Ec* может меняться от нуля до энергии диссоциации $\Delta\bar{H}\ D$. Если за хемосорбцией следует растворение газа в металле, то график надо дополнить кривой *S*, которая характеризует потенциальную кривую для атома газа, растворяющегося по эндотермической реакции. Здесь $\Delta\bar{H}s$– энтальпия растворения, а 2*Ep* – энергия активации перехода атома газа из хемосорбированного состояния в растворенное [21].

Известно, что при адсорбции газов, т.е. концентрировании компонентов газовой среды на поверхности, образовывается мономолекулярный адсорбционный слой – монослой. Скорость поступления частиц в адсорбированный слой определяется [22]:

ISSN 3030-3907

$$V_{адс} = 3{,}51 \cdot 10^{22} p/(TM)^2 \qquad (15)$$

где p – давление в камере, *Торр*;

T – температура поверхности, *К*; M – молекулярная масса, *г/моль*.

Для молекулярного азота при температуре T=293*К* и давлении p=1 *Торр* скорость поступления частиц в адсорбированный слой составляет $V_{адс}$ = 3,88 · 10^{22} *см*$^{-2}$*с*$^{-1}$. Если же считать, что полностью сформированный монослой включает 10^{15}…$2 \cdot 10^{15}$ *атом/см*^{2}, то при коэффициенте прилипания, равном единице, время формирования монослоя по порядку величин составит $3 \cdot 10^{-6}$ с. Таким образом можно считать, что адсорбированный монослой на обрабатываемой поверхности формируется мгновенно.

В результате расчетов компьютерной модели было получено распределение температурного поля в детали «зубчатое колесо» при ионного азотирования. На рисунке 5 показано поверхностное распределение температуры детали после 8 часов локальной обработки. При этом температура поверхности зубьев составляла ~823 К (550°С).

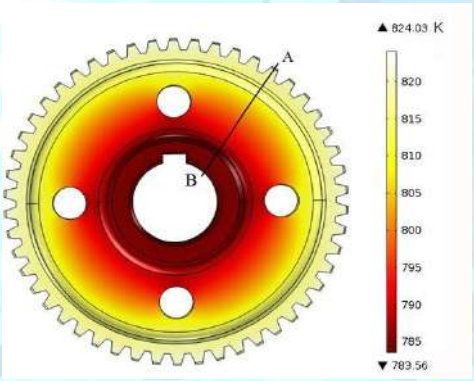


Рисунок 5 - Поверхностное распределение температуры при ионном азотирования.

Из рисунка 5 видно, что при установившемся режиме локальной обработки, разность температуры между самыми горячими и холодными участками детали составляет приблизительно 40 К. На рисунке 6 изображены теоретические кривые 1, 2 изменения температуры T зубчатого колеса в двух крайних точках А и В с течением времени t при ионного азотирования.

ISSN 3030-3907

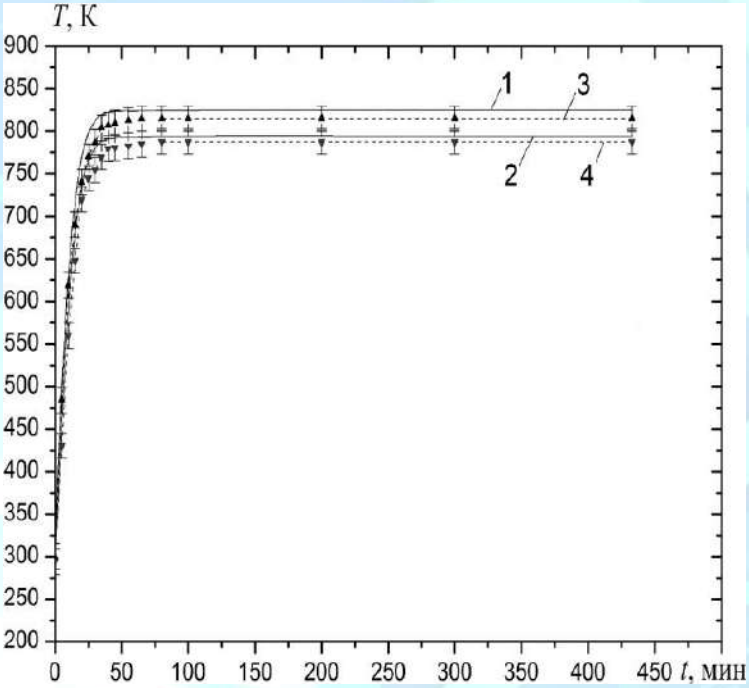


Рисунок 6 - График нагрева поверхности обрабатываемой детали в двух крайних точках А и В при ионного азотирования: 1 – теоретическая кривая, точка А); 2 – теоретическая кривая (самый холодный участок детали, точка В); 3 – экспериментальная кривая (точка А); 4 экспериментальная кривая (точка В)

Для проверки адекватности модели была проведения серия экспериментов по исследованию скорости нагрева детали (рис. 6, кривые 3, 4).

Из графика (рис. 8) видно, что полученные в результате экспериментов зависимости показали хорошее сходство с данными полученными в результате моделирования. Анализ кривых показывает, что азотируемая поверхность детали нагревается до температуры диффузионного насыщения примерно за 45 минут (скорость нагрева составляет 0,2 К/сек.) после чего температура поверхности остается неизменной до конца обработки.

Это связано с установившимся равновесием между подводом тепловой энергии от высокоэнергичных ионов и отводом тепловой энергии излучением от поверхности в окружающее пространство. При этом температура самого
«холодного» участка детали составляет 783 К (510°С).

На рисунке 9 изображены теоретическая и экспериментальная кривые охлаждения обрабатываемой поверхности детали (точка А). В этом случае подвод тепловой энергии q_1 и q_2 прекращается и деталь остывает за счет отвода тепловой энергии излучением от поверхности в окружающее пространство.

ISSN 3030-3907

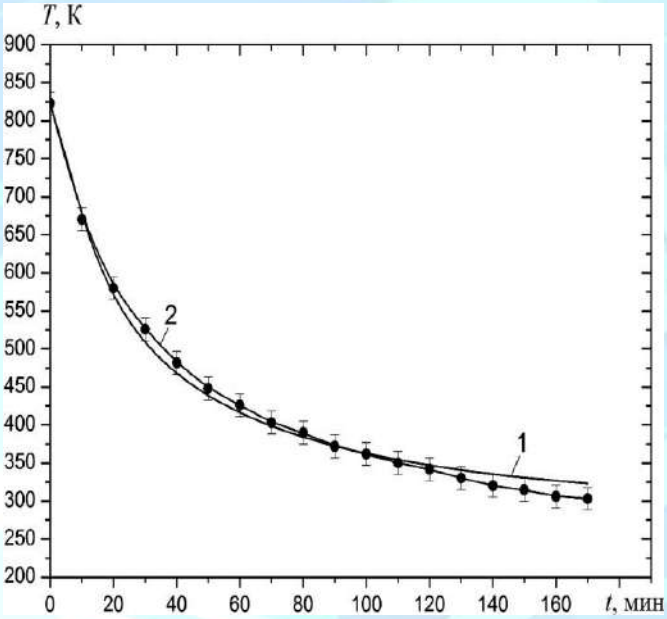


Рисунок 7 - График охлаждения обрабатываемой поверхности детали (точка А): 1 – теоретическая кривая; 2 – экспериментальная кривая.

В результате расчетов модели была получена кривая изменения концентрации насыщающего элемента по глубине диффузионного слоя участка (рис. 8).

Анализ графика показывает, что глубина диффузионного слоя составляет ~ 200 мкм. Для проверки результатов расчета модели, был локально азотирован образец в тлеющем разряде при T=550°С, P=60 Па, U=500 В, t=8 ч.

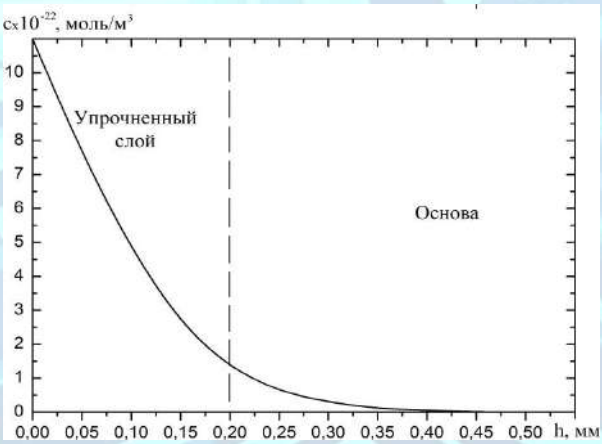


Рисунок 8 - Расчетное изменение концентрации насыщающего элемента по глубине диффузионного слоя на участке, азотирования.

На рисунке 9 показана фотография микроструктуры стали 38ХМЮА после ионного азотирования.

ISSN 3030-3907

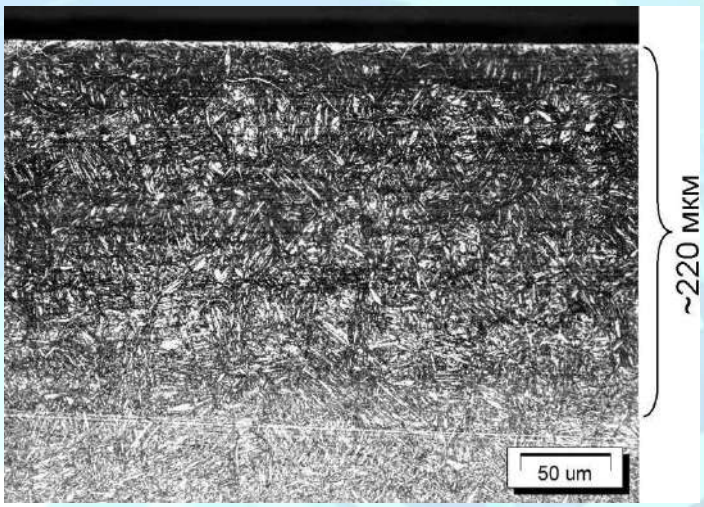


Рисунок 9 - Фотография микроструктуры стали 38ХМЮА после ионного азотирования: *T*=550°С, *P*=60 Па, *U*=500 В, *t*=8 ч.

Исследование микроструктуры образца (рис. 10) после ионного азотирования показало наличие темного диффузионного слоя толщина которого составляет ~ 220 мкм.

Для определения глубины упрочненного слоя были произведены измерения микротвердости по глубине азотированного слоя на поперечном шлифе данного образца (рис. 12).

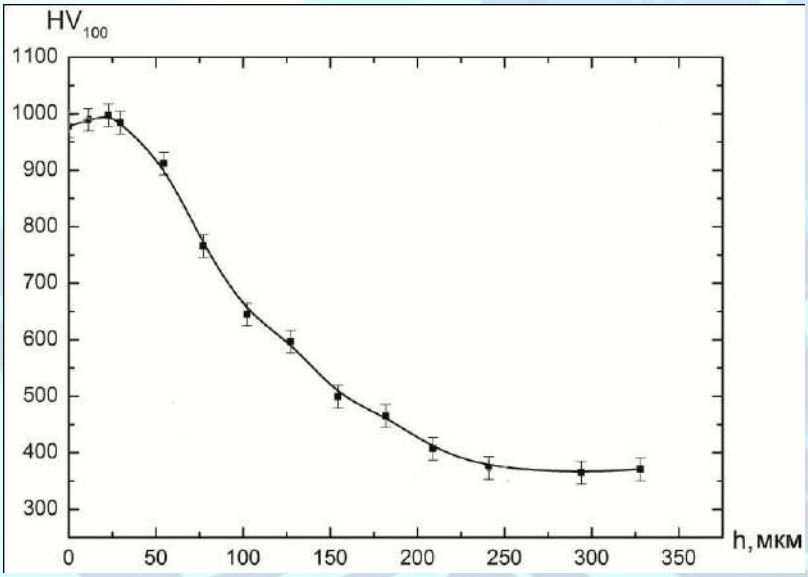


Рисунок 10 - Изменение микротвердости по глубине азотированного слоя для образца стали 38ХМЮА: *T*=550°С, *P*=60 Па, *U*=500 В, *t*=8 ч.

Измерение микротвердости на поперечном шлифе данного образца показало глубину упрочненного слоя ~220 мкм.

Таким образом, экспериментальные данные показали хорошее сходство с результатами расчетов. На кинетику процесса диффузионного насыщения, физико-механические характеристики и фазовый состав азотированного слоя в тлеющем разряде влияет вид и состав газовой среды. В азотной

ISSN 3030-3907

плазме присутствие кислорода недопустимо, так как при этом уменьшается активность рабочей атмосферы, а водород незначительно влияет на рост слоя. В качестве рабочего газа для ионного азотирования использовалась смесь азота, аргона и ацетилена (N_2 70%, Ar 25%, C_2H_2 5%). Время ионного азотирования выбирается в зависимости от необходимой толщины диффузионного слоя. Известно, что при насыщении азотом формирование упрочненного слоя подчиняется общему правилу, согласно которому диффузия между компонентами приводит к образованию однофазных слоев, соответствующих монофазным областям диаграммы состояния Me-N, пересекаемой изотермой при температуре насыщения. Диффузионные слои образуются в той же последовательности, что и однофазные области на диаграмме состояния. При этом скорость роста каждой фазы зависит от интенсивности диффузионных процессов как ниже, так и выше лежащей зоны. Для определения кинетики роста упрочненной зоны при ионном азотирование было исследовано влияние продолжительности обработки на толщину диффузионной зоны (рис.11 и12).

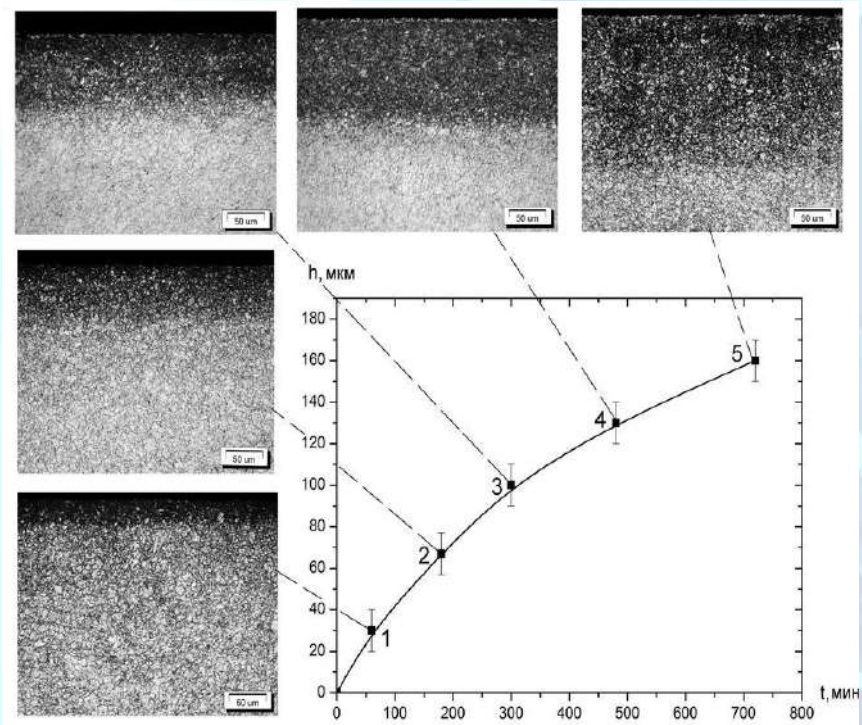


Рисунок 11 - Кинетика роста упрочненной зоны для конструкционной стали 16Х3НВФМБ-Ш при ионном азоторовнии (T=550°С, P=60 Па, U=500В)

ISSN 3030-3907

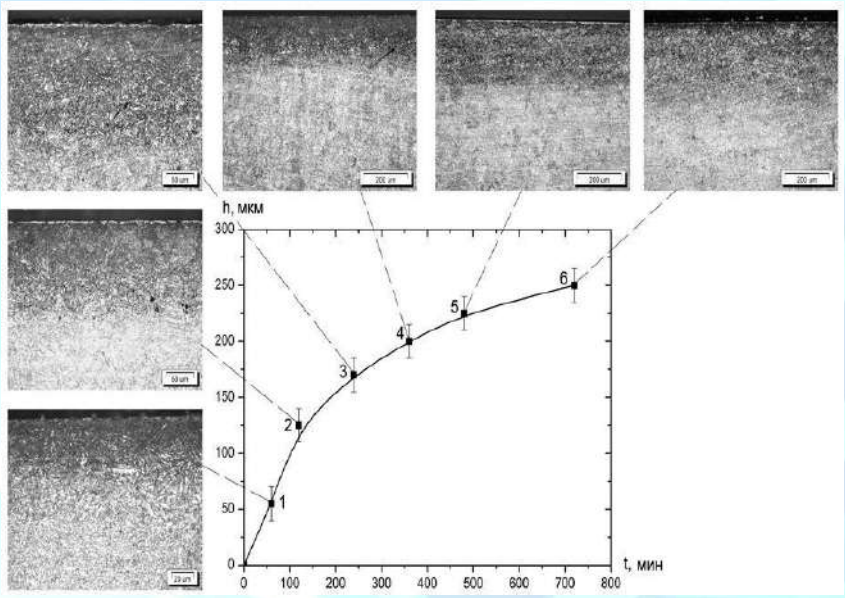


Рисунок 12.-Кинетика роста упрочненной зоны для конструкционной стали 38ХМЮА при ионном азотирования(*T*=550°C, *P*=60 Па, *U*=500В)

Выводы

На кинетику процесса диффузионного насыщения, физико-механические характеристики и фазовый состав азотированного слоя в тлеющем разряде влияет вид и состав газовой среды. В азотной плазме присутствие кислорода недопустимо, так как при этом уменьшается активность рабочей атмосферы, а водород незначительно влияет на рост слоя.

Диффузионные слои образуются в той же последовательности, что и однофазные области на диаграмме состояния. При этом скорость роста каждой фазы зависит от интенсивности диффузионных процессов как ниже, так и высше лежащей зоны. Для определения кинетики роста упрочненной зоны при ионном азотирование было исследовано влияние продолжительности обработки на толщину диффузионной зоны.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арзамасов, Б.Н. Ионная химико–термическая обработка сплавов / А.Г. Братухин, Ю.С. Елисеев, Т.А. Панайоти. – Москва: изд-во МВТУ им Баумана, 1999. – 400 с.
2. Лахтин, Ю.М. Теория и технология азотирования / Ю.М. Лахтин, Я.Д. Коган, Г-Й Шпис, З. Бемер. – М.: Металлургия, 1991. – 320 с.
3. Пастух, И.М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде / И.М. Пастух. – Харьков: ННЦ ХФТИ, 2006. – 364 с.
4. Москалев, В.А., Измерение параметров пучков заряженных частиц / В.А. Москалев, Г.И. Сергеев. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 237 с.
5. Коган, Я.Д. Перспективы регулируемых процессов газового азотирования

ISSN 3030-3907

/ Я.Д. Коган // Азотирование в машиностроении: сб. науч. тр. МАДИ. – 1979. – вып.174. – С. 14–26.
6. Исаченко, В.П. и др. Теплопередача : учебник для вузов / В.П. Исаченко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1975. – 488 с.
7. Гуляев, А.П. Свойства и термическая обработка быстрорежущей стали / А.П. Гуляев. – М.: ГНТИ, 1939. – 159 с.
8. Гурьев, А.В., Тескер, Е.И., Столярчук, А.С., Митин, В.Я. Исследование износостойкости упрочненного лазером игольчатого подшипника планетарного механизма трактора / А.В. Гурьев // Износ в машинах и методы защиты от него. Тез. докл. всесоюзн. конф. Москва. – 1985. – С. 10-11.
9. Агзамов, Р.Д. Повышение производительности и качества поверхностного слоя детлаей путем дополнительной ионизации газа при ионно–плазменной обработке : дис. …канд. техн. наук. : 05.02.08 / Агзамов Рашид Денисламович. – Уфа, 2004. – 135 с.
10. Киричек, А.В., Соловьев, Д.Л., Баринов, С.В., Силантьев, С.А. Повышение контактной выносливости деталей машин гетерогенным деформационным упрочнением статико-импульсной обработкой // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2008. – №7. – с. 9-15.
11. Трепнел, Б.М. Хемосорбция / Б.М. Трепнел. – М.: Металлургиздат, 1940. – 228 с.
12. Коган, Я.Д. Константы взаимодействия металлов с газами / Б.А. Колачев, Ю.В. Левинский и др.; справ. изд. – М.: Металлургия, 1987. – 368 с.
13. Пастух, И.М. Особенности технологии моделирования многофакторных закономерностей / И.М. Пастух // Проблемы трибологии. – 2004. – №1. – С. 35-39
14. Пастух, И.М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде / И.М. Пастух. – Харьков: ННЦ ХФТИ, 2006. – 364 с.
15. Пастух, И.М. Кинетика прикатодных процессов как фактор формирования энергетического спектра падающего потока / И.М. Пастух // Вестник ТУП, 2004. – №1 – С. 53-64.
16. Пастух, И.М. Модификация металлов с применением азотирования в тлеющем разряде: состояние и перспективы / И.М. Пастух // Проблемы трибологии. – 2004. – №3-4. – С. 42-55.

ISSN 3030-3907

PENAIZOL MATERIALINING XOSSALARI VA UNING QURILISHDA QO‘LLANILISHI

Usmonov Jasurbek Mo‘minaliyevich,
Andijon davlat texnika institute t.f.f.d., dotsent
Abdullayev Ikromjon Aminjanovich,
Andijon davlat texnika instituti katta o‘qituvchi,
Tel: +998934831079,
E-mail: abdullayevikrom934@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada zamonaviy issiqlik izolyatsiya materiallaridan biri hisoblangan penaizolning fizik-mexanik xossalari, ekologik xavfsizligi va qurilishda qo‘llanish imkoniyatlari yoritilgan. Eksperimental ma’lumotlar asosida penaizolning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, zichligi, namlikka chidamliligi hamda yong‘inga qarshilik darajasi tahlil qilingan. Shuningdek, uning boshqa izolyatsiya materiallari bilan solishtirma afzalliklari ko‘rsatib o‘tilgan.

Kalit so‘zlar: Penaizol, issiqlik izolyatsiyasi, qurilish materiali, ekologik xavfsizlik, yong‘inga chidamlilik.

Аннотация: В статье рассматриваются физико-механические свойства, экологическая безопасность и возможности применения пенаизола – одного из современных теплоизоляционных материалов. На основе экспериментальных данных проанализированы коэффициент теплопроводности, плотность, влагостойкость и огнестойкость пенаизола. Также показаны его сравнительные преимущества перед другими теплоизоляционными материалами.

Ключевые слова: Пенаизол, теплоизоляция, строительный материал, экологическая безопасность, огнестойкость.

Abstract: This article studies the physical and mechanical properties, environmental safety and application possibilities of penaizol, one of the modern thermal insulation materials. Based on experimental data, the thermal conductivity coefficient, density, moisture resistance and fire resistance of penaizol were analyzed. Its comparative advantages over other insulation materials were also shown.

Keywords: Penaizol, thermal insulation, building material, environmental safety, fire resistance.

Kirish

So‘nggi yillarda energiya tejamkor qurilish texnologiyalariga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Shu bilan birga, issiqlik izolyatsiyasi materiallariga qo‘yiladigan talablar ham o‘zgarib, ularning ekologik xavfsizligi, yong‘inga chidamliligi va uzoq muddat xizmat qilishi muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu talablarga javob

ISSN 3030-3907

bera oladigan materiallardan biri — penaizol hisoblanadi. Zamonaviy qurilish sanoatida energiya tejamkorligi, ekologik xavfsizlik va iqtisodiy samaradorlik asosiy ustuvor yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Shu munosabat bilan qurilish materiallariga qo‘yilayotgan talablar tobora ortib bormoqda. Bugungi kunda issiqlik izolyatsiyasi yuqori bo‘lgan, ekologik toza, yengil, uzoq muddatli foydalanish imkoniyatiga ega bo‘lgan qurilish materiallariga bo‘lgan ehtiyoj yanada kuchaymoqda. Ushbu talablarni qondirishda Penaizol kabi zamonaviy issiqlik izolyatsiyalovchi materiallar muhim ahamiyat kasb etmoqda [1].

Penaizol – bu ko‘pik shaklidagi polimerli material bo‘lib, u asosan formaldegidli smolalar asosida tayyorlanadi. U qurilishda devorlar, tomlar, pollar, sandwich-panel va boshqa elementlarning issiqlik izolyatsiyasini ta’minlashda keng qo‘llaniladi [2]. Penaizolning asosiy afzalliklari ko‘p jumladan, yengilligi, issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientining pastligi, arzonligi, ekologik xavfsizligi va o‘rnatishning soddaligidir [3]. Material quyi zichlikka ega bo‘lib, beton, g‘isht, yog‘och kabi turli asoslarga osongina qo‘llaniladi. Shuningdek, u yong‘inga nisbatan nisbatan chidamli va mog‘or yoki zararli mikroorganizmlarga bardoshli [4].

Penaizol materialining qo‘llanilishi O‘zbekiston kabi iqlimi keskin kontinental bo‘lgan hududlar uchun ayniqsa dolzarb hisoblanadi. Mamlakatimizda qish oylarida sovuq, yozda esa issiq harorat kuzatiladi, bu esa binolarning energiya samaradorligiga alohida e’tibor qaratishni talab etadi. Afsuski, O‘zbekistonda mavjud uy-joy fondining katta qismi sovet davrida qurilgan bo‘lib, ular energiya samaradorligi nuqtai nazaridan zamonaviy talablarni qondirmaydi. Shu sababli, binolarni rekonstruksiya qilishda yoki yangi qurilishlarda zamonaviy issiqlik izolyatsiya materiallaridan foydalanish zarurati kun tartibiga chiqmoqda [5].

Bundan tashqari, O‘zbekistonda 2023-yildan boshlab energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish davlat siyosati darajasiga ko‘tarildi. Prezident qarorlari asosida qurilish sohasida “yashil texnologiyalar”, ya’ni ekologik xavfsiz va kam energiya talab qiluvchi usullarni joriy qilish belgilandi. Aynan shu nuqtai nazardan Penaizol kabi izolyatsion materiallar O‘zbekiston bozorida keng istiqbolga ega. U nafaqat issiqlikni ushlab qoladi, balki energiya sarfini kamaytirib, iqlim o‘zgarishiga qarshi kurashda ham muhim rol o‘ynaydi [6].

Ammo, shu bilan birga, Penaizol materialining foydalanishda ayrim muammoli jihatlari ham mavjud. Jumladan, ba’zi hollarda materialning formaldegid moddasiga asoslanganligi sog‘liq uchun salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi haqida fikrlar mavjud. Bu masalada esa zamonaviy texnologiyalar yordamida zararli gazlarning chiqishini cheklash yoki ekologik toza modifikatsiyalangan smolalardan foydalanish orqali yechimlar taklif etilmoqda.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, Penaizolning suv yutuvchanligi nisbatan yuqori bo‘lishi mumkin, bu esa uzoq muddatli foydalanishda muayyan xavflarni yuzaga keltiradi. Bunday holatlarda materialni gidroizolyatsion qatlamlar bilan birga qo‘llash tavsiya etiladi [7].

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, Penaizolning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti 0.031–0.041 Vt/m·K oralig‘ida bo‘lib, bu uni ko‘p hollarda penopolistrol, mineral paxta va boshqa alternativ materiallar bilan tenglashishiga olib keladi. Shu bilan birga, u qulay narxi va ishlov berishdagi soddaligi sababli iqtisodiy jihatdan ham foydaliroq sanaladi. Eng muhimi – u yerli sharoitda, mahalliy xom ashyolar asosida ishlab chiqarilishi mumkin, bu esa importga qaramlikni kamaytirish, yangi ish o‘rinlari yaratish va qurilish materiallari sanoatini rivojlantirish imkonini beradi [8].

Tadqiqotning asosiy maqsadi penaizol materialining fizik-mexanik, issiqlik va ekologik xossalarini chuqur tahlil qilish hamda uning qurilish jarayonlarida optimal qo‘llanilish uslublarini aniqlashdan iborat. Bundan tashqari, mazkur tadqiqot orqali Penaizolning boshqa izolyatsion materiallarga nisbatan afzalliklari va kamchiliklari aniqlanib, uni O‘zbekiston qurilish sohasida keng joriy qilish bo‘yicha takliflar ishlab chiqiladi.

Tadqiqotimizda amaliy jihatdan ham nihoyatda dolzarb hisoblanadi. Chunki aholining turmush darajasini oshirish, energiya tejamkorligini ta’minlash, uy-joylarning sifatini yaxshilash va ekologik xavfsiz muhit yaratish kabi masalalar bevosita ushbu materialning qo‘llanilish darajasiga bog‘liq bo‘ladi. Bundan tashqari, Penaizol materialini mahalliy sharoitda ishlab chiqarish imkoniyatlari mavjudligi sababli, u iqtisodiy barqarorlikka ham xizmat qilishi mumkin. Shu jihatdan olib qaralganda, bu tadqiqot O‘zbekiston uchun nafaqat ilmiy, balki strategik ahamiyatga ham ega.

Metodologiya.

Penaizolning tarkibi, qo‘llanishi va ishlab chiqarilishi

Penaizol bu uretan formaldegid smolalari asosida olinadigan ko‘pikli plastmassa bo‘lib, u asosan quyidagi komponentlardan iborat:

1. Karbamid-formaldegid qatroni:

Karbamid-formaldegid qatroni (KF qatroni) – bu karbamid (mochevina) va formaldegidning kondensatsiyalanish reaktsiyasi natijasida hosil bo‘ladigan sintetik polimer birikma bo‘lib, u turli sanoat tarmoqlarida, ayniqsa, qurilish va mebelsozlikda keng qo‘llaniladi. Karbamid (NH_2CONH_2) va formaldegid (HCHO) ishqoriy yoki kislotali muhitda kondensatsiyalanib, polikondensatsiya yo‘li bilan KF qatronini hosil qiladi.Qatron hosil bo‘lish ikki bosqichda: monomerlash va

ISSN 3030-3907

polikondensatsiya jarayoni orqali amalga oshiriladi. Karbamid-formaldegid qatroni (KF qatroni) quyidagi xossalarga ega:

•Tashqi ko‘rinishi: Odatda rangsiz yoki och sarg‘ish, yopishqoq suyuqlik yoki qattiq modda (quritilganda).

•Erituvchanligi: Suvda qisman eriydi (shakliga qarab).

•pH: Ishqoriy muhitda (sintez paytida) yoki neytralga yaqin.

•Issiqlikka chidamliligi: Quritgandan so‘ng yaxshi mexanik mustahkamlikka ega, ammo yuqori haroratda (200°C dan yuqori) yemiriladi.

•Formaldegid ajralishi: Qatronlar sekin-asta formaldegid ajratishi mumkin, bu esa ekologik va sanitariya jihatdan muhim omil hisoblanadi

2. Puflovchi reagentlar (povidon yoki boshqa sirt faol moddalar):

Puflovchi reagentlar, ayniqsa **sirt faol moddalar (SFM)** toifasiga kiruvchi moddalar, kimyo va farmatsevtika sanoatida muhim rol o‘ynaydi. Ular eritmalar, qattiq modda dispersiyalari yoki ko‘piklar hosil qilish va barqarorlashtirish uchun ishlatiladi. Sirt faol moddalar – bu moddalar bo‘lib, ular suyuqliklarning sirt tarangligini pasaytiradi va ikki faza (masalan, suv-havo, suv-yog‘) orasidagi interfeysda faoliyat ko‘rsatadi. Ular **amfifil** tuzilishga ega, ya'ni:

- Gidrofil (suvni sevuvchi) qism

- Gidrofob (suvni itaruvchi / yog‘ni sevuvchi) qism

3. Qattiqlash.tiruvchi vosita (kislota)

Natija va muhokama.

Penaizol tarkibidagi **qattiqlashtiruvchi vosita** – bu **kislota xossasiga ega reagent** bo‘lib, u **karbamid va formaldegid o‘rtasidagi kondensatsiya reaksiyasini tezlashtiradi**, ya’ni **polimerizatsiya** jarayonini boshlab, **qattiqlashishni (polimer to‘r hosil bo‘lishini)** ta’minlaydi.

1-jadval

Qattiqlashtiruvchi vosita sifatida asosan quyidagi kislotalar ishlatiladi

Kislota nomi	Kimyoviy formulasi	Tavsifi va vazifasi
Formalinsulfokislota (metansulfokislota)	CH_3SO_3H	Eng keng tarqalgan. Kuchli kislota, tez qattiqlashtiradi, kam hidli.
Sulfat kislota (suyultirilgan)	H_2SO_4	Kamdan-kam ishlatiladi, juda kuchli, ehtiyotkorlik bilan ishlatiladi.

ISSN 3030-3907

Oksalat kislota	HOOCCOOH	Yengilroq ta’sir qiladi, qattiqlashish sekinroq bo‘ladi.

Qattiqlashtiruvchi vosita sifatida ishlatiladigan kislotalar quyidagi tartibda ishlaydi:

a) **Kondensatsiyani faollashtiradi**:

Karbamid va formaldegid kislotali muhitda kondensatsiyalanadi.

Reaksiya natijasida **metilen (-CH_2-)** yoki **metilen-efir (-CH_2-O-CH_2-)** bog‘lari hosil bo‘ladi.

b).**Polimer to‘r tuzilishini hosil qiladi**:

- Bu bosqichda penaizol o‘z qattiq, ko‘pikli tuzilmasiga ega bo‘ladi.

c). **Qattiqlashish tezligini belgilaydi**:

-Kislota miqdori ko‘p bo‘lsa – qattiqlashish tezroq.

- Kam bo‘lsa – sekinroq, lekin ko‘proq nazorat qilinadi.

4.Suv

Penaizol maxsus uskunalar yordamida ob'ekt joyida tayyorlanadi. U suyuq holda devorlar orasiga quyiladi va 20–30 daqiqa ichida ko‘pikka aylanadi.

2-jadval

Penaizolning asosiy texnik ko‘rsatkichlari quyidagicha:

	Ko‘rsatkich	Miqdori
	Zichlik (kg/m³)	10–20
	Issiqlik o‘tkazuvchanlik (W/m·K)	0.030–0.040
	Suv yutuvchanlik (%)	10–15
	Yong‘inga chidamlilik sinfi	G1 (kam yonuvchi)
	Ishlash harorati (°C)	-60 dan +80 gacha
	Ko‘rsatkich	Miqdori
	Zichlik (kg/m³)	10–20

Ushbu parametrlar penaizolni ko‘p holatlarda an’anaviy materiallar — mineral paxta, penopolistirol va poliuretan bilan teng yoki ustun qo‘yadi.

Qurilishda qo‘llanilishi

ISSN 3030-3907



1-rasm. Qurulish jarayonida uylarni penoizol bilan issiqdan himoyalash

Penoizolning asosiy xususiyatlari - tayyor materialning zichligi va issiqlik o‘tkazuvchanligining past ko‘rsatkichlaridir. U ko‘pincha bokslar, angarlar yoki yopiq inshootlar kabi past balandlikdagi binolarni qurishda ishlatiladi. Shuningdek, karbamid-formaldegid ko‘pikplast (KFK) garajlar, dala hovlilar va omborxonalarni yaxshi izolyatsiya qiladi, turli xildagi uylarni kapital ta’mirlashda ham keng qo‘llaniladi.

Penoizol quyidagi inshootlarda eng samarali hisoblanadi:

- Yog‘ochdan yasalgan panel uylarning tashqi devorlari va to‘siqlari;
- Ko‘p marta o‘rnatilishi va demontaj qilinishi kerak bo‘lgan binolar;
- Tovush izolyatsiyali orayopmalar;
- Yog‘och yoki metall karkasli devor va tom panellari;
- Kapital inshootlarning to‘siq choklarini to‘ldirish;
- Temir-beton pardevor va devorlar.

Penoizolning asosiy afzalliklari

Uzoq muddat xizmat qilishi. Penoizol uch qatlamli binolarning o‘rta qismida joylashganda, 50 yil va undan ortiq vaqt davomida o‘z vazifasini to‘liq bajara oladi. Material binodan foydalanish xarakterining o‘zgarishiga bardosh beradi, har qanday harorat tebranishlariga chidamli, ko‘p marta muzlashi va asl holatiga qaytishi mumkin.

Issiqlik inersionligi. Penoizol bilan izolyatsiyalangan uyni qattiq sovuqda ham qisqa muddat isitish mumkin, isitish o‘chirilganda esa issiqlik yana 8-10 soat saqlanib qoladi.

Oddiy va tez ishlab chiqarish. Uyni izolyatsiyalash jarayoni ko‘p mehnat talab qilmaydi va atigi 1-3 kun davom etadi.

A’lo darajadagi fizik-mexanik xususiyatlar. Issiqlik xossalari bo‘yicha penopolistirol va mineral paxtadan ancha ustun turadi.

Yonuvchanlik darajasi past. O‘z-o‘zidan yonishni davom ettirmaydi.

Ekologik toza. Penopolistiroldan farqli o‘laroq, zaharli moddalar ajratmaydi, shuning uchun bino ichida ishlatish uchun xavfsiz.

ISSN 3030-3907

Biologik chidamliligi. Bakteriyalar va mog‘or ta’siriga berilmaydi. Kemiruvchilar tomonidan iste’mol qilinmaydi.

Choksizligi. Plita va rulonli izolyatorlarga xos bo‘lgan sovuqlik ko‘prikchalari mavjud emas.

Oquvchanligi. Kirish qiyin bo‘lgan bo‘shliq va kavaklarni osongina to‘ldiradi.

Penoizol ishlab chiqarish arayoni esa quyidagicha:

Karbamid ko‘pikplastini ishlab chiqarish uchun dastlabki xomashyo to‘liq mahalliy bo‘lib, uni olish texnologiyasi chiqindisiz. Penoizolni quyish narxi issiqlik o‘tkazuvchanlik ko‘rsatkichlari unga o‘xshash bo‘lgan mineral paxta va shisha tolali izolyatorlarni o‘rnatish narxidan 10 baravar arzon.

Zamonaviy KFK dan foydalangan holda binolarni tashqi izolyatsiyalash tizimlarining ishlab chiqilgan konstruksiyalari yuqori texnologiyaga asoslangan. Bundan tashqari, ob-havo sharoitlariga qarab, qoplama ostiga komponentlar aralashmasini quyishga asoslangan texnologiyani yoki tayyor bloklarni qoplash ortiga joylashtirish texnologiyasini tanlash mumkin. Har ikki holatda ham qoplama izolyatsiya qatlamini himoya qiluvchi qatlam uchun asos vazifasini bajaradi. Izolyatsiyani mexanik shikastlanish va atrof-muhit ta’siridan himoya qilishdan tashqari, himoya qoplamasi binolarning yong‘in xavfsizligini ta’minlash uchun zarur. Shuni ta’kidlash kerakki, penoizol G2 yonuvchanlik guruhiga kiradi.

Materialni ishlab chiqarish va quyish maxsus PENA-3000 qurilmalarida amalga oshiriladi.

Penaizol quyidagi yo‘nalishlarda keng qo‘llaniladi:

- Ikkita devor orasini to‘ldirish (gorizontal va vertikal bo‘shliqlar)
- Sovuq shiferni izolyatsiyalash
- Yerto‘la va shiftlar uchun izolyatsiya
- Sovuq omborlar va sanoat binolarida issiqlik saqlash



2-rasm. Qurilish maydonida suyuq ko‘pikplastik quyish

ISSN 3030-3907

Ko‘pik izolni quyish usullari

Qurilgan binoda tashqi va ichki devor orasidagi bo‘shliqqa. Buning uchun tashqi devorda diametri 32 mm bo‘lgan teshiklar shaxmat tartibida ochiladi. Ular orasidagi masofa 1,5-2 metr atrofida bo‘lishi lozim.

Qurilayotgan bino devorlari orasiga. Ko‘pik izol 3 santimetr qalinlikdagi bir necha qatlam qilib quyiladi. Qalinlikni oshirish mumkin, biroq bunda bo‘shliqlar hosil bo‘lishining oldini olish zarur.

Ichki to‘siq va shifer orasiga.

Yog‘och pollar ostiga.

Gipsokarton va devor orasidagi bo‘shliqqa teshiklar orqali moddani kiritish.

Plastik siding panellari ortiga.

Karbamid ko‘pikplastining dunyodagi o‘xshashlari:

Mofoterm (Chexiya, Slovakiya, Sloveniya);

Flotofoam (Buyuk Britaniya);

Animoterm (Germaniya);

Izolej (Fransiya);

Insulsprey (Kanada);

Iporka (Yaponiya).

Penaizolning suyuq holatda quyilishi uni notekis yuzalarga moslashtirish imkonini beradi, bu esa issiqlik yo‘qotilishini kamaytiradi. Penaizol ekologik xavfsiz material hisoblanadi. U formaldegid ajratishi bo‘yicha Evropa Ittifoqi standartlariga javob beradi (E1 sinf). Mahalliy ishlab chiqaruvchilar tomonidan ishlab chiqarilishi uning iqtisodiy jihatdan arzon bo‘lishiga olib keladi.

Xulosa

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, penaizol qurilishda yuqori samaradorlikka ega issiqlik izolyatsiyasi materiali sifatida qo‘llanishi mumkin. Uning yengilligi, yuqori izolyatsiya xossalari, yong‘inga chidamliligi va ekologik xavfsizligi uni boshqa materiallar bilan raqobatbardosh qiladi. Shu bois, penaizoldan foydalanishni yanada kengaytirish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov Sh. Q., "Zamonaviy qurilish materiallari", Toshkent, 2022.
2. GOST 17177-94. "Teploizolyatsionnye materialy. Metody ispytaniy".
3. Тихонов А. В. и др., "Пеноизол и его применение в строительстве", Москва, 2019.
4. ISO 16000-3:2011. "Indoor air – Determination of formaldehyde".
5. “Penaizol texnik reglamenti”, O‘zstandart, 2023.
6. Begentayev, M. M., Akhmetov, D. A., Lukpanov, R. E., Kuldeyev, E. I., Zhumadilova, Z. O., Myrzaliyev, T., Dyussembinov, D. S., & Tolegenova, A. K.

ISSN 3030-3907

"Research of Physical and Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete Based on Polyfractional Binder", Applied Sciences, vol. 15, no. 10, 2025
7. Nurlybayev, R.E.; Kuldeyev, E.I.; Yestemessova, A.S.; Altayeva, Z.N.; Orynbekov, Y.S.; Murzagulova, A.A.; Iskakov, A.A.; Abisheva, G.K.; Khamza, Y.Y. ThermalInsulation Dry Construction Mixture Based on Diatomite. Coatings 2025, 15, 811. https://doi.org/10.3390/coatings15070811
8. Tchekwagep, J.J.K.; Yang, F.; Wang, S.; Zhao, P.; Huang, S.; Yang, C.; Cheng, X. Chinese raw vermiculite: A potential additive for improving the thermal properties of calcium sulfoaluminate cement-blended mortars for applications in hot regions. J. Build. Eng. 2024, 92, 109723

ISSN 3030-3907

УДК: 7642:(666.9.045; 666)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК α- И β-МОДИФИКАЦИЙ ГИПСОВЫХ МИНЕРАЛОВ КАРАКАЛПАКСТАНА

Абылова Амина Жанабаевна

Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, г. Нукус

Аннотация. В ходе исследования изучены минеральный и фазовый состав гипсового камня до и после термической обработки, определены условия получения α- и β-полугидрата с заданными свойствами. Проведены испытания по прочности, водопоглащению, плотности, а также термической и микроструктурной устойчивости полученных модификаций. Особое внимание уделено влиянию примесей и кристалломорфологических особенностей на формирование структуры и прочностных характеристик готового материала.

Ключевые слова: гипс, вяжущие, минерал, α-модификация, β-модификация, образец, гипсовый камень.

Annotatsiya. Ilmiy izlanishlar davomida gips toshining termik ishlov berishdan oldingi va keyingi mineral va fazaviy tarkibi o‘rganildi, belgilangan xossalarga ega bo‘lgan α- va β-yarimgidrat olish sharoitlari aniqlandi. Olingan modifikatsiyalarning mustahkamligi, suv shimuvchanligi, zichligi hamda termik va mikrostrukturaviy barqarorligi bo‘yicha sinovlar o‘tkazildi.Ko’shichalar va kristallomorfologik xususiyatlarning tayyor materialning tuzilishi va mustahkamlik xususiyatlarini shakllantirishga ta’siri alohida e’tibor qaratilgan.

Kalit so‘zlar: gips, bog‘lovchilar, mineral, α-modifikatsiya, β-modifikatsiya, namuna, gips toshi.

Abstract. During the research, the mineral and phase composition of gypsum stone before and after heat treatment were studied, and the conditions for obtaining α- and β-half-hydrate with specified properties were determined. Tests for strength, water absorption, density, as well as thermal and microstructural stability of the obtained modifications were conducted. Special attention was paid to the influence of impurities and crystallomorphological features on the formation of the structure and strength characteristics of the finished material.

Keywords: gypsum, binders, mineral, α-modification, β-modification, sample, gypsum stone.

Введение.

ISSN 3030-3907

В настоящее время во всем мире особое внимание в строительстве уделяется внедрению концепции экологической оценки и рациональному выбору строительных материалов с точки зрения экологической безопасности для окружающей среды и для всего человечества. Эффективные композиционные материалы на основе гипса должны соответствовать современным требованиям всемирной концепции «устойчивого развития» и «устойчивого строительства» [1, 8-12].

В последнее время в Каракалпакстане широко ведутся работы по исследованию местных минеральных сырьевых ресурсов для изыскания путей использования их в различных отраслях промышленности. Решение использования дешевого, доступного местного сырья и промышленных отходов актуальна с научной точки зрения, а также экологически и экономически выгодно. В настоящее время в Каракалпакстане выявлено 9 месторождений гипсовых минералов. К числу разведенных месторождений относятся: Белтауское месторождение, запасы которого составляют около 14 млн. тонн, Худжакульское месторождение, запасы которого составляет около 10 млн. тонн, а также в Шуманайском, Кунградском, Муйнакском районах и плато Устюрт в виде двуводного сульфата кальция. В Устюртском плато гипс прослеживается в виде пласта с мощности до 4 метров. Породы Устюртского региона по внешнему виду различаются на прозрачный кристаллический гипс, гипсовый шпат, тонковолокнистый гипс с шелковистым отливом (селенит) и зернистый гипс [2].

Объекты и методы исследования. Анализ химического, химико-минералогического состава, а также физико-химических и физико-механических свойств гипсовых минералов позволяет определить рациональные методы получения на их основе вяжущих веществ различного назначения. В результате проведённых исследований для дальнейшего изучения были отобраны три пробы гипсовых минералов из месторождений Каракалпакстана, характеризующихся высоким содержанием двуводного сернокислого кальция и выгодным географическим расположением.

Комплексное исследование минералогического состава гипсовых минералов выполнялось с применением современных методов: рентгенографического анализа (РГА), термогравиметрического анализа (ТГА), оптической микроскопии, спектрального анализа и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Перечисленные методы являются универсальными и на сегодняшний день считаются одними из наиболее точных и информативных для изучения состава и структуры твёрдых материалов.

ISSN 3030-3907

Результаты и их обсуждение. Лабораторные химические испытания природного гипсового камня проведены по ГОСТ 4013-2019 [3]. Как показывают результаты химического анализа (табл. 1), образец гипса, из месторождения Каракалпакстан - образец № 1, содержит малое количества примесей и является более чистым по сравнению с остальными изучаемыми объектами. Количества CaO, SO_3, H_2O близки к теоретическому, содержание двуводной сернокислой соли достигает 96 %, что соответствует характеристикам гипса 1-сорта, на основе которой возможно производство гипсовых вяжущих веществ с повышенными физико-механическими свойствами для фарфорофаянсовой, керамической и медицинской промышленности.

Таблица 1

Химический состав гипсовых минералов

Оксиды		Образцы		
		№1	№2	№3
Массовое содержание в % на воздушно сухое вещество	SiO_2	1,37	4,85	6,33
	TiO_2	<0,01	0,035	0,051
	Al_2O_3	<0,10	0,53	0,82
	Fe_2O_3	0,17	0,31	0,40
	MgO	0,65	0,70	0,60
	MnO	<0,01	<0,01	<0,01
	CaO	31,66	31,40	29,16
	Na_2O	0,07	0,18	0,24
	K_2O	0,03	0,36	0,21
	P_2O_5	0,053	0,048	0,05
	$SO_{3,\ общ}$	44,7	44,90	41,70
	$SO_{3,\ сульфат}$	44,52	41,52	41,18
	П.П.П.	21,86	20,06	20,52
	H_2O,320°C	20,1	16,89	18,76
	CO_2	1,76	3,14	1,21

Образец № 2 почти не имеет примесей, количества содержащихся в нем CaO, SO_3, H_2O близки к теоретическому и достигает 93 %, что соответствует характеристикам гипса 2-сорта.

Образец гипса № 3 содержит большое количество примесей глинистых минералов, поэтому отличается от первого объекта малыми содержаниями CaO и SO_3. Общее содержание двуводной сернокислой соли $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ составляет 89 %, соответствует характеристикам гипса 2-сорта. На основе таких минералов возможно получение гипсовых и строительных материалов

ISSN 3030-3907

с повышенными физико-механическими свойствами для строительной промышленности.

Минеральный состав гипсовых минералов приведен в таблице 2.

Таблица 2

Минеральный состав гипсовых минералов

Образцы	Содержание, %			
	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ двуводный гипс	$CaSO_4$ ангидрит	$CaMgC_2O_6$ доломит	SiO_2 кварц и глинистые минералы
№1	96	4,5	1,0	0,6
№2	93	4,2	1,1	1,0
№3	89	4,0	1,6	1,8

Съемку рентгенограмм проводили с помощью рентгеновского порошкового дифрактометре XRD – 6100 (Shimadzu, Japan). Применили CuK_α – излучение (β-фильтр, Ni, 1,54178 режим тока и напряжение трубки 30 mA, kV) и постоянную скорость вращения детектора 4 град/мин с шагом 0,02 град, а угол сканирования изменялся от 4 до 80°.

Перед съемкой на порошковом дифрактометре образцы прошли подготовительный этап. Исследуемый порошок гипса плотно набивается в стандартную кювету, дно кюветы предварительно смазывается чистым вазелином.

Сравнительный анализ три образцов №1, №2 и №3 гипса показал, что они отличаются между собой как по количеству двуводного гипса и по его модификациям, так и по количеству примесей, в частности кварца, глины, доломита и кальцита. Дифрактограммы исследуемых образцов представлены на рис. 1.

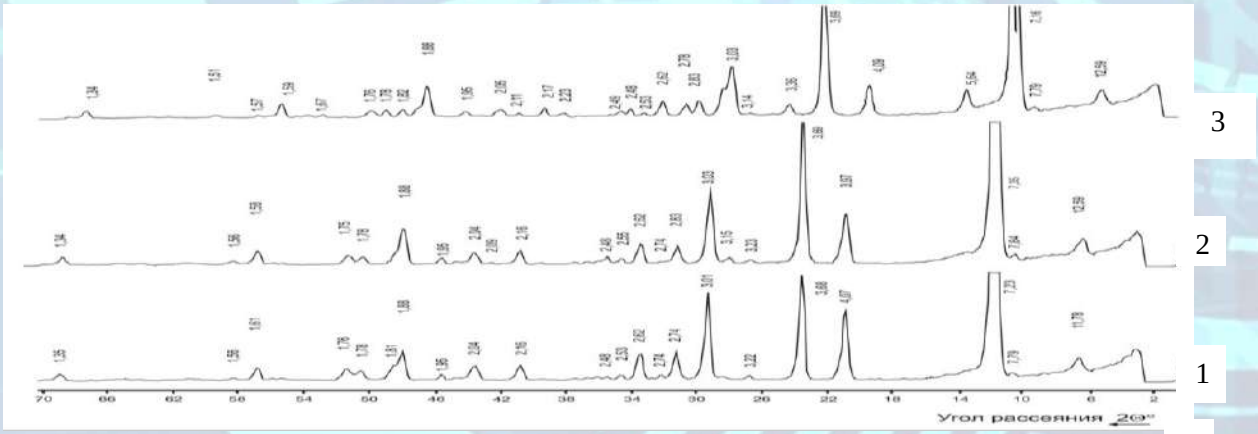


Рис. 1. Дифрактограммы исследуемых образцов:1 – № 1; 2 – № 2; 3 - 3;

ISSN 3030-3907

Дифрактограмма образца № 1 показывает, что данный образец представлен более однородным составом гипса (7,35; 4,07; 3,68; 3,03; 2,83; 1,88; 1,52; 1,34 Å) с примесными минералами в виде кварца (3,38; 2,67; 2,13 Å), каолина (7,10; 3,53; 2,58 Å), кальцита (3,01; 1,86 Å).

Образец № 2 содержит в основном гипс (7,35; 3,97; 3,68; 3,03; 2,83; 1,88; 1,52; 1,34 Å). Линии, характерные для двуводного гипса, весьма интенсивны, т.к. он в данном случае является основным породообразующим минералом. Кроме линии двуводного гипса, существуют также линии, характерные для каолинита (7,161; 2,592; 1,502 Å), гидрослюды (4,566; 3,607; 2,592; 1,767; 1,559 Å) и полевого шпата (3,236; 2,330; 1,731 Å).

1. Рентгеновские дифрактограммы воздушно-сухой формы образца № 3 содержат линии, характерные для двуводного гипса (7,35; 3,97; 3,68; 3,03; 2,83; 1,88; 1,52; 1,34 Å), каолинита (7,14; 4,493; 2,58; 1,512 Å), гидрослюды (5,953; 3,236; 2,607; 1,915; 1,740 Å), прослеживается наличие полевого шпата в форме ортоклаза и кварца. Кроме того, дифрактограмма содержит еще ряд линий, характерных для кальцита (3,037; 2,13; 2,019; 1,619 Å). Однако, интенсивность этих линий сравнительно низкая.

Полученные дифрактограммы (рис. 1) характеризуются серией базальных отражений, типичных для известных модификаций двуводного гипса – селенит [5-8].

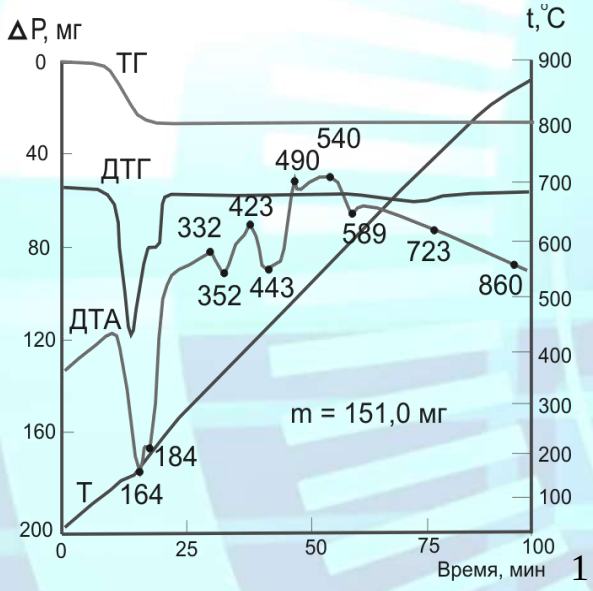
На сегодняшний день различные методы термических анализов являются весьма востребованными для определения термической стабильности, окислительной устойчивости, изменения энтальпии фазовых переходов (плавления, кристаллизации, термодеструкции, окислительного разложения, полимеризации и т. д.) различных веществ в т. ч. строительных материалов. Следует отметить, то что подобные исследования необходимы наряду при идентификации различных веществ при проведении пожарно-технической экспертизы, при разработке новых строительных материалов меньшей пожарной опасности и др.

Дифференциально-термический анализ образцов гипсовых минералов проводился на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдей со скоростью 9-10 град/мин и навеской 0,1 г. При чувствительности гальванометров Т – 900, ТГ – 100, ДТА 1/10, ДТА 1/10. Запись проводили при атмосферных условиях. Держателем служил платиновый тигель диаметром 7 мм без крышки. В качестве эталона использовали Al_2O_3.

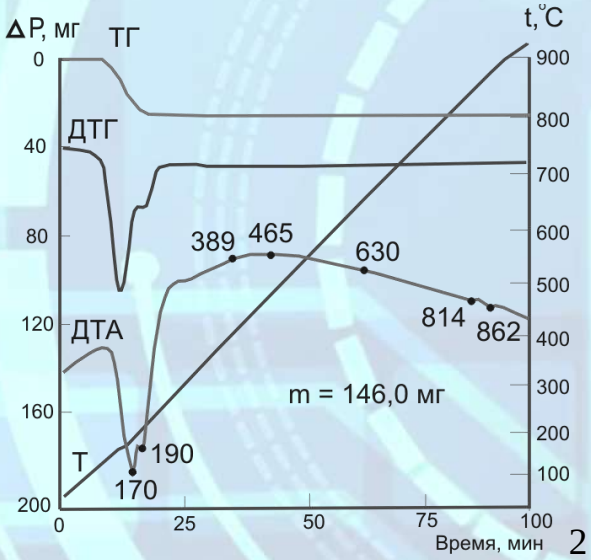
Анализ термогравиметрической кривой (ТГ) позволил выделить несколько стадий термического разложения гипса, оценить изменения массы на каждой стадии и остаточную массу образца для каждого образца №1 - 75,03;

ISSN 3030-3907

№ 2 - 79,87; № 3 - 76,04. Наибольшая потеря массы (до 12 %) происходят на первой стадии термического разложения гипса, температурный интервал которых различается для каждого образца (от 52 °С до 148 °С). Вероятно, это связано с количеством основной породы образующего гипса в составе природного минерала. Именно на этой же стадии наблюдаются максимальная скорость потери массы (5,34-5,48 %/мин) и согласно данным дифференциальной термогравиметрии (ДТГ), приходятся на температуру 151,2 °С; 156,8 °С; 113,4 °С для образцов № 1, 2 и 3 соответственно. Температура начала потери массы гипсового минерала составила 121 °С; 124 °С; 98 °С для образцов № 1; 2; и 3, соответственно. Следовательно, данные температуры могут быть приняты за температуры термической стабильности гипсовых изделий на их основе. Термогравиметрический анализ (рис. 2) подтверждает чистоту образцов № 1 и 2 и расчет по массе потерянной гидратной воды показывает 96,7 и 93,1 % $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, соответственно для № 1 и 2 образцов. Содержание двуводного гипса в составе остальных образцов 89 % соответственно для № 3 образца.



1



2

ISSN 3030-3907

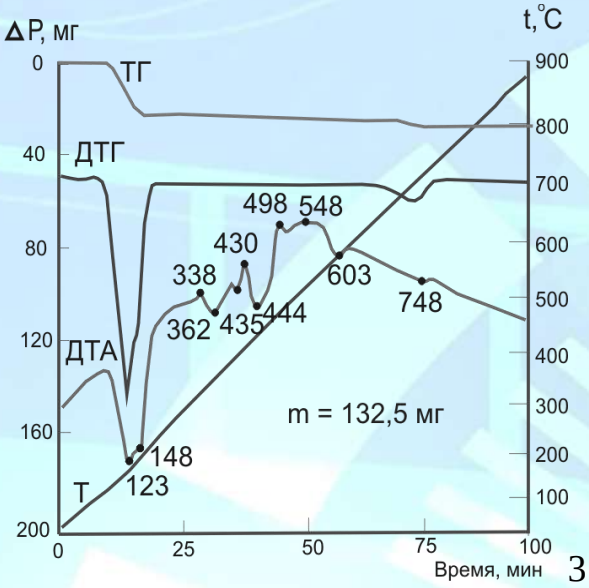


Рис. 2. Термограммы исследуемых образцов:1 – № 1; 2 – № 2; 3 - № 3;

Результаты дифференциально-термического анализа гипсовых минералов показывают, что термограммы образцов отличаются расположениями и глубиной эндотермических эффектов (рис. 2). При температурах 123-170 °С у образца № 1 наблюдается интенсивный эндотермический эффект, обусловленный выделением свободной молекулярной воды. Наличие дополнительного эффекта при температурах с максимумом 184-200 °С вызвано удалением кристаллизационной воды. Третий самый слабый эффект при температуре 352 °С соответствует удалению остаточной кристаллизационной воды и образованию смеси растворимого и нерастворимого гипса. Четвертый эндоэффект при температуре 443 °С соответствует разрушению безводной модификации гипса и образованию нерастворимого продукта. Пятый эндоэффект эффект при температуре более 800 °С соответствует разложению безводной модификации гипса и образованию извести.

Первый эндотермический эффект образца № 2 обнаруживается при температурах 123-140 °С и их интенсивность значительно меньше по сравнению с интенсивностью образца № 1, что связано гидрофильностью гипса за счет различного преобладания той или иной модификации двуводного гипса в составе минерала. Интенсивность эндоэффектов при температурах 350-450 °С также заметно меньше. Вероятно, это связано более высоким содержание других веществ (кварца, кальцита и др.) в составе этого образца.

На термограмме образца № 3 также выделяется несколько эндоэффектов, очень схожих по нахождению и интенсивности, что свидетельствует о сходстве вещественного состава образцов № 1 и 2.

ISSN 3030-3907

ИК-спектры поглощения записывали на спектрофотометрах, IRTracer-100 фирмы «Shimadzu». IRTracer-100 (400-4000 $см^{-1}$) РУЕ и NiCAM (400-4000 $см^{-1}$) с применением методики прессования образцов с KBr (рис.3).

ИК-спектроскопический анализ показал, что спектры гипсовых минералов различных месторождений характеризуются набором линий поглощения колебательного спектра в области 3700-3400 $см^{-1}$, характерных для деформационных и валентных колебаний воды и OH^- групп. В области частот 1140-1000 $см^{-1}$ проявляются полосы поглощения характерные связи *S-O* для SO_4^{2-} группы. На спектрах образца № 2 наблюдаются небольшие сдвиги в области полос воды (3602-3404 $см^{-1}$) и SO_4^{2-} ионов (1151-1113 $см^{-1}$), что обусловлено различной длиной связи в этих группах.

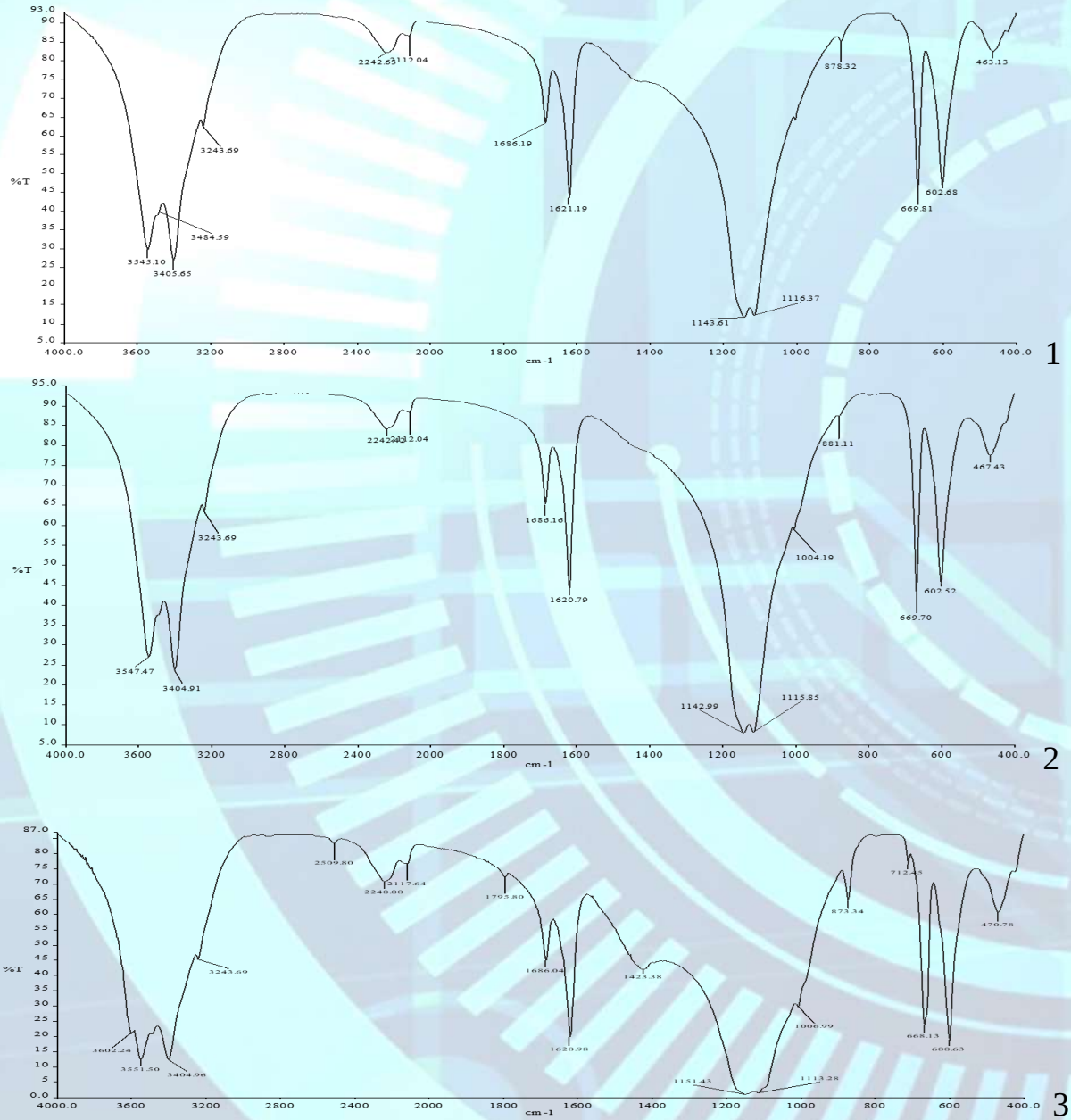


Рис. 3. ИК – спектры поглощения исследуемых образцов:1 – № 1; 2 – № 2; 3 - № 3;

ISSN 3030-3907

Высокая диффузность линий в области валентных и деформационных колебаний в структуре гидроксид иона и молекулы воды свидетельствует о наличии как адсорбционной, так и химической связанной кристаллизационной воды в составах гипсовых минералов.

2. В исследовании были проанализированы образцы гипса с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) типа JEOL JSM-IT210. Образцы были подготовлены в вакуумных условиях и сканированы с высокой точностью. С помощью СЭМ-анализа были проанализированы морфология и микроструктура минеральных частиц. Каждый образец сканировали при разных увеличениях от 100x до 10 000x, а микроструктуру анализировали на основе изображений, полученных с помощью электронных лучей (рис. 4).

По результатам сканирующей электронной микроскопии обнаружены включения цирконов, сульфидов и значительные включения глинистых минералов. Глинистые минералы часто недостаточно кристаллизованы или частично аморфны, поэтому такие примеси не различимы при рентгеноструктурном анализе.

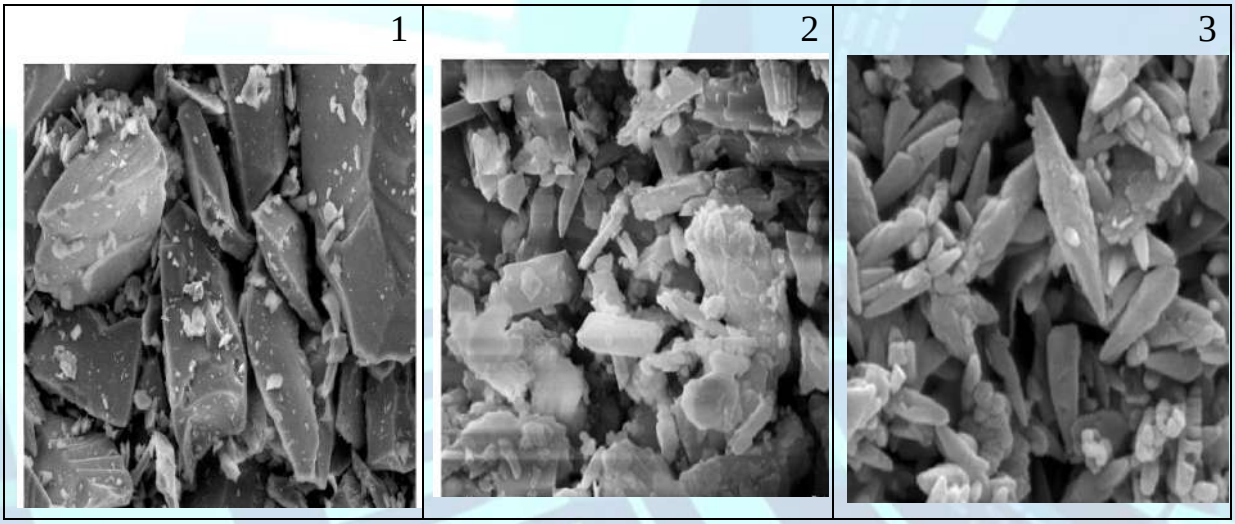


Рис. 4. Результаты анализа образцов гипса сканирующим электронным микроскопом (СЭМ): (1) – кристаллы минерального гипса №1; (2) – кристаллы минерального гипса №2; (3) – кристаллы минерального гипса №3;

3. По результатам изучения кристаллов природного гипса из различных месторождений методами СЭМ можно отметить, что при больших увеличениях в них наблюдаются включения горных пород и минералов, захваченных и запечатанных в процессе роста кристаллов. Результаты анализа СЭМ для которых образцов представлены на рисунке 4 показали, что в чистейшем гипсе (образец №1) по данным рентгеноструктурного анализа по характерным сигналам установлены сульфиды свинца и цинка (галенит и сфалерит). Что говорит о наличии этих минералов во время образования

ISSN 3030-3907

гипса. В гипсе (№2) сульфид стронция (минерал целестин) обнаружен во включениях. Совокупность микрокристаллов целестина, очевидно, образовалась раньше и была запечатана в кристалл гипса.

По результатам микроскопии глинистые компоненты были обнаружены в значительных количествах в образцах №1, №2 и №3. Включения примесных минералов и фаз, которые не регистрируются с помощью рентгеноструктурного анализа, влияют как на скорость разложения ангидрита, так и на термостойкие свойства гипса.

Обжиг гипса проводили в лабораторных условиях с использованием муфельных печей для получения полуводного (строительного гипса) гипса β-модификации. Процесс обжига длился 1 час, температура находилась в пределах 160-180 °С, обжигали измельченный гипсовый камень с размерами фракций 05-10 мм.

Обожженную крупку размалывают до остатка на сите № 02 не более 1,5 – 2,3 %. Измельчают чаще всего с использованием одно - или двухкамерных шаровых мельниц. Технологические процессы производства гипса с обжигом его во вращающихся печах непрерывные и поэтому легко осуществить их автоматическое управление. Этот способ получения гипса очень экономичен. Расход топлива колеблется в пределах 43-51 кг, электроэнергии – 13-25 кВт/ч на 1 т.

Испытания физико-химических и физико-механических свойств полученных гипсовых вяжущих (ГВ) проведены по ГОСТу 23789-2018 (табл. 3-4) [4].

Таблица 3

Физико-механические показатели β-модификации гипсовых вяжущих веществ

№	Наименование показателя	Показатели ГВ №1	Показатели ГВ №2	Показатели ГВ №3
1	Тонкость помола, остаток на сите №02, %	1,5	1,7	2,3
2	Нормальная густота В/Г, %	52	55	57
3	Сроки схватывания начало, мин. конец, мин.	5 12	7 17	8 19
4	Предел прочности на сжатие, в возрасте 2 ч, МПа	94,0	72,0	53,0

ISSN 3030-3907

5	Предел прочности на растяжение при изгибе, в возрасте 2 ч, МПа	44	32	29
6	Марка вяжущего	Г-9	Г-7	Г-5
7	Содержание метало примесей, мг	2	3	4
8	Объемное расширение, % не более	0,1	0,2	0,15
9	Примеси, нерастворимые в соляной кислоте, %	0,1	0,1	0,1

Испытания физико-химических свойств гипсовых вяжущих показывают возможность их использования в производстве вяжущих веществ, таких, как строительный, высокопрочный и эстрих гипсы, а также ангидритовый цемент [13].

Гипсовые вяжущие материалы, полученные на основе гипсовых минералов Каракалпакстана, по всем показателям соответствуют требованиям, предъявляемым ГОСТом 125-2018 [7].

Результаты исследования свойств вяжущих материалов показали, что исследуемый образец №1 соответствует марки Г-9БIII, характеризующейся нормально твердеющими свойствами и с тонким помолом, а образец №2 марки Г-7БII характеризуется с нормально твердеющими свойствами и средним помолом.

Из образца 33 получены гипсовые вяжущие марки Г-5БII, характеризующиеся с нормальными твердеющими свойствами и средним помолом.

Полученные экспериментальные результаты дают возможность рекомендовать гипсовые минералы №1 и №2 для получения строительного гипса, применяемых главным образом для производства гипсовых и гипсобетонных строительных изделий, предназначенных для внутренней части сооружений, а также для изготовления известково-гипсовых штукатурных растворов. На основе других гипсовых минералов также возможно получение строительного гипса с удовлетворительными технологическими характеристиками [11].

Высокопрочный гипс отличается от строительного гипса более крупными кристаллами не волокнистого строения, вследствие чего обладает меньшей водопотребностью.

Для получения данного вида, вяжущего производилась термообработка гипсового щебня в автоклаве-самозапарнике при температурах 120-130°С в

ISSN 3030-3907

течение 4 часов. Затем проводилось испарение при давлении 0,4-1,1 кг/см^2 в течение 5 часов и стабильное понижение температуры до 90-110°С. Процесс сушки и охлаждения проводится при атмосферном давлении до 50-60°С. При такой обработке происходит перекристаллизация двуводного гипса в крупнокристаллический полуводный α-модификацию, состоящий из длинных игольчатых прозрачных кристаллов. После окончания пропаривания щебень выгружается из автоклава и подвергается сушке, затем помолу. Полученные в результате этих операций высокопрочный гипс имеет следующие характеристики (табл. 4).

Таблица 4

Результаты испытаний α-модификации полуводного гипсовых вяжущих (ГВ)

№	Наименование показателей	Показатели ГВ №1	Показатели ГВ №2	Показатели ГВ №3
1	Тонкость помола, остаток на сите №02, %	1,2	1,6	2,0
2	Нормальная густота В/Г, %	39	41	38
3	Сроки схватывания начало, мин. конец, мин.	 4,5 20	 5 22	 5 19
4	Предел прочности на сжатие, в возрасте 2 ч, МПа	164,2	192,0	131,0
5	Предел прочности на растяжение при изгибе, в возрасте 2 ч, МПа	58	62	54
6	Марка, вяжущего	Г-16	Г-19	Г-13
7	Содержание метало примесей, мг	2 мгр.	4 мгр.	2,5 мгр.
8	Объемное расширение, % не более	0,1	0,2	0,15
9	Примеси, нерастворимые в соляной кислоте, %	0,1	0,1	0,1

Таким образом по результатам проведенных исследований установлены, что из пробы №1 получен гипс марки Г-16АIII — быстротвердеющий, тонкого помола, высокопрочный; проба №2: получен гипс марки Г-19АIII — быстротвердеющий, тонкого помола, высокопрочный; проба №3: получен гипс марки Г-13АIII — быстротвердеющий, тонкого помола, высокопрочный.

ISSN 3030-3907

Эксперименты показали, что на основе гипсовых минералов №2 возможно получение высокопрочных гипсовых вяжущих вышеприведенным способом без дополнительных расходов химических реагентов стабилизаторов схватывания и др.

4. **Заключение.** На основании вышеприведенных данных по химико-минералогическому составу можно сделать вывод о том, что гипсовые минералы Каракалпакстана могут быть рассмотрены в качестве основы для получения вяжущих веществ различного назначения.

В результате проведенных исследований предложены оптимальные параметры получения полуводного β-модификации (строительного) и полуводного α-модификации (высокопрочного) вяжущих на основе подобранных образцов. Согласно которым на производственной базе были получены строительные гипсы марок Г-19, Г-16, Г-13, Г-9, Г-7 и Г-5.

Результаты исследования установили на возможность получения всех указанных видов, форм и модификаций гипсовых вяжущих систем на основе гипсовых минералов Республики Каракалпакстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глекель Ф.Л., Копп Р.З., Ахмедов К.С. Регулирование гидратационного структурообразования поверхностно-активными веществами / Ташкент: изд-во «Фан», УзССР, - 1986. - 224 с.
2. Аимбетов Н.К., Тлеумуратова Б.С., Мамбетуллаева С.М. Динамика и потенциал природной среды Каракалпакстана / КНИИЕН Каракалпакское отделение Академии наук Республики Узбекистан. - Нукус: Илим, 2017.- С. 191-200.
3. ГОСТ 4013-2019. Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов. Технические условия. – М.: 01.06.2020.
4. ГОСТ 23789-2018. Вяжущие гипсовые. Методы испытаний. – М.: 01.05.2019.
5. Справочник. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение) / Под общ.ред. проф., д-ра техн. наук А.В. Ферронской. – М.: Изд-во АВС, 2004. – 485 с.
6. Dvorkin L.I., Dvorkin O.L. Building mineral binders // - Moscow: Infra-Engineering, 2011. pp. 36-37.
7. ГОСТ 125-2018. Вяжущие гипсовые. Технические условия. – М.: 01.05.2019.
8. Tokarev Y., Ginchitsky E., Sychugov S. Modification of gypsum binders by using carbon nanotubes and mineral additives // Procedia Engineering 12. Сер. «Modern Building Materials, Structures and Techniques» - 2017. - P. 1161-1168.

ISSN 3030-3907

9. Lanzón M., Garcia-Ruiz P.A. Effect of citric acid on setting inhibition and mechanical performance of gypsum plasters. Construction and Building Materials, 2012.
10. Туремуратов Ш.Н, Абылова А.Ж., Бекбосынова Р.Ж, Мнажов А.Н Изучение механизма и кинетики процесса дегидратации двуводного гипса // Вестник ККО АН РУз., 2024., №3., С. 32-41.
11. Mahmoud M.H.H., Rashad M.M., Ibrahim I.A., Abdel-Aal E.A. Crystal modification of calcium sulfate dihydrate in the presence of surface-active agents. Journal of Colloid and Interface Science, 2004, 270 (1), pp. 99–105.
12. Туремуратов Ш.Н. Минерально-сырьевые ресурсы Каракалпакстана для производства вяжущих и строительных материалов // Физиологически - активные соединения на основе растительных ресурсов и технология неорганических веществ: Материалы республиканской научно-практической конференции. - Нукус, 2008. - С. 3-9.
13. Абылова А.Ж., Туремуратов Ш.Н., Хамраев С.С. Низкообжиговые гипсовые вяжущие на основе гипсовых минералов Устюртского месторождения // Композиционные материалы. - 2014. -№2. – С. 75-81.

ISSN 3030-3907

IPAK QURTI G‘UMBAGIDAN CO_2 ORQALI MOY AJRATISH TEXNOLOGIYASI

Bafoev Sanjar Sanoyevich
Buxoro davlat texnika universiteti, stajyor-tadqiqotchi,
O‘zbekiston Respublikasi, Buxoro sh.
Oltiev Azim To‘yqulovich
Buxoro davlat texnika universiteti, texnika fanlari doktori, dotsent,
O‘zbekiston Respublikasi, Buxoro sh.
E-mail: azim1086a@gmail.com

Annotatsiya. Ipak qurti g‘umbagi ipakchilik sanoatining qimmatli ikkilamchi mahsuloti hisoblanadi. Uning tarkibida 30–33% oqsil, 8–15% yog‘, vitaminlar va antioksidant moddalar mavjud. Ushbu maqolada ipak qurti g‘umbagidan moy ajratishning supertanlangan CO_2 texnologiyasi ilmiy asosda tahlil qilindi. Jarayonning texnologik bosqichlari, moy chiqishi va tarkibiy ko‘rsatkichlariga ta’sir etuvchi omillar, texnologik parametrlarning (bosim, harorat, vaqt) optimallashtirish masalalari ko‘rib chiqildi. Sovuq va issiq presslash usullari bilan taqqoslama tahlil olib borilib, super tanlangan CO_2 ekstraksiyaning afzalliklari jadval va grafiklar asosida asoslab berildi.

Kalit so‘zlar: ipak qurti g‘umbagi, CO_2 ekstraksiya, super tanlangan flyuid, moy chiqishi, antioksidant, omega-kislotalar.

Аннотация. Тутовый шелкопряд-ценный вторичный продукт шелководства. Он содержит 30-33% белка, 8-15% жира, витамины и антиоксидантные вещества. В этой статье была научно проанализирована суперселективная технология извлечения СОВ из жабр шелкопряда.ннотация. Тутовый шелкопряд-ценный вторичный продукт шелководства. Он содержит 30-33 белка, 8-15% жира, витамины и антиоксидантные вещества. В этой статье была научно проанализирована суперселективная технология извлечения СОВ из жабр шелкопряда. Рассмотрены технологические этапы процесса, факторы, влияющие на производительность и структурные показатели масла, вопросы оптимизации технологических параметров (давление, температура, время). Был проведен сравнительный анализ методов холодного и горячего прессования, и преимущества экстракции суперселективного COSIY были обоснованы таблицами и графиками.

Ключевые слова: тутовый шелкопряд, COI экстракция, супер селективная флюид, выход масла, антиоксидант, омега-кислоты.

Annotation. Silkworm gumbag is a valuable secondary product of the silk industry. It contains 30-33% protein, 8-15% fat, vitamins and antioxidant substances. This article analyzed the supertanized CO_2 technology of separating oil

ISSN 3030-3907

from silkworm gumbag on a scientific basis.nnotation. Silkworm gumbag is a valuable secondary product of the silk industry. It contains 30-33% protein, 8-15% fat, vitamins and antioxidant substances. This article analyzed the supertanized CO_2 technology of separating oil from silkworm gumbag on a scientific basis. Issues of optimization of the technological stages of the process, factors affecting the oil output and structural indicators, technological parameters (pressure, temperature, time) were considered. A comparative analysis was carried out with cold and hot pressing methods, and the advantages of super-selected CO_2 extraction were justified on the basis of tables and graphs.

Keywords: silkworm gumbag, CO_2 extraction, super selective fluoride, oil release, antioxidant, omega-acids.

Kirish

Ipak qurti g‘umbagi nafaqat chiqindi mahsulot, balki yuqori qiymatli biologik manba hisoblanadi. Uning tarkibidagi yog‘ kislotalari, omega-3 va omega-6, vitamin Ye va fitosterollar moyni farmasevtika, kosmetologiya va oziq-ovqat sanoatida qo‘llash imkonini yaratadi [1–3].

Mexanik presslashda moy chiqishi past (45–58%), organik erituvchilar bilan ekstraksiyada esa yuqori (85–95%) bo‘lsada, xavfsizlik va tozalik muammolari mavjud. Shu bois supertanlangan CO_2 ekstraksiya texnologiyasi – ekologik xavfsiz va samarali usul sifatida alohida ahamiyat kasb etmoqda.

MATERIALLAR VA METODLAR

Xomashyoni tayyorlash

- **Quritish:** g‘umbagi 10-12% namlikkacha quritiladi.
- **Maydalash:** 1–3 mm zarra holiga keltiriladi.
- **Saqlash:** germetik idishlarda, 4°C da.

CO_2 ekstraksiya jarayoni

- **Bosim:** 250–350 Pa
- **Harorat:** 35–50°C.
- **Vaqt:** 3–6 soat.
- **Solvent:** CO_2 (99.9% tozalikda).
- **Jarayon bosqichlari:**

1. Xomashyoni kameraga joylashtirish.
2. CO_2 ni yuqori bosimda yuborish.
3. Ekstraksiya jarayoni.
4. Separatorda moy va CO_2 ni ajratish.
5. CO_2 ni qayta aylanishga yuborish.

NATIJALAR

ISSN 3030-3907

1-jadval

Turli usullarda olingan moy ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichlar	Sovuq presslash	Issiq presslash	CO_2 ekstraksiya
Moy chiqishi (%)	45	58	92
Vitamin Ye (mg/100g)	110	85	120
Linol kislotasi (%)	40	37	42
Olein kislotasi (%)	30	27	33
Antioksidant faolligi (%)	95	75	125

1-jadval va **1-rasm** ipak qurti g‘umbagidan moy ajratishning turli texnologiyalari - sovuq presslash, issiq presslash va supertanlangan CO_2 ekstraksiya usullarini ilmiy asosda taqqoslash uchun ishlab chiqildi.

1. Moy chiqishi (%)

- Sovuq presslashda moy chiqishi 45% ni tashkil etdi. Bu past harorat sabab hujayra devorlari to‘liq parchalanmasligi bilan izohlanadi.
- Issiq presslashda moy chiqishi yuqori (58%), chunki yuqori harorat oqsillarni denaturatsiya qiladi va hujayra devorlarini yo‘qotib, moy chiqishini osonlashtiradi.
- CO_2 ekstraksiyada chiqim eng yuqori (92%). Buning sababi - CO_2 ning gaz va suyuq holatdagi xususiyatlarini uyg‘unlashtirgan holda hujayralarni samarali parchalashi va moyni maksimal darajada chiqarishidir.

2. Vitamin Ye (mg/100g)

- Sovuq presslash vitaminlarni yaxshi saqlaydi (110 mg/100g), chunki past haroratda termik parchalanish kuzatilmaydi.
- Issiq presslashda vitamin Ye miqdori 85 mg/100g gacha tushadi. Bu yuqori harorat ta’sirida vitaminning oksidlanishi va parchalanishi bilan bog‘liq.
- SO_2 ekstraksiyada esa vitamin Ye miqdori eng yuqori (120 mg/100g). Chunki SO_2 inert muhit bo‘lib, oksidlanish reaksiyalarini cheklaydi.

3. Linol va olein kislotalari (%)

- Sovuq presslashda linol (40%) va olein (30%) kislotalari yaxshi saqlanadi.
- Issiq presslashda ular qisman yo‘qoladi (linol 37%, olein 27%), bu yuqori haroratdagi oksidlanish va izomerizatsiya bilan bog‘liq.
- CO_2 ekstraksiyada esa linol (42%) va olein (33%) kislotalari maksimal darajada ajratib olingan.

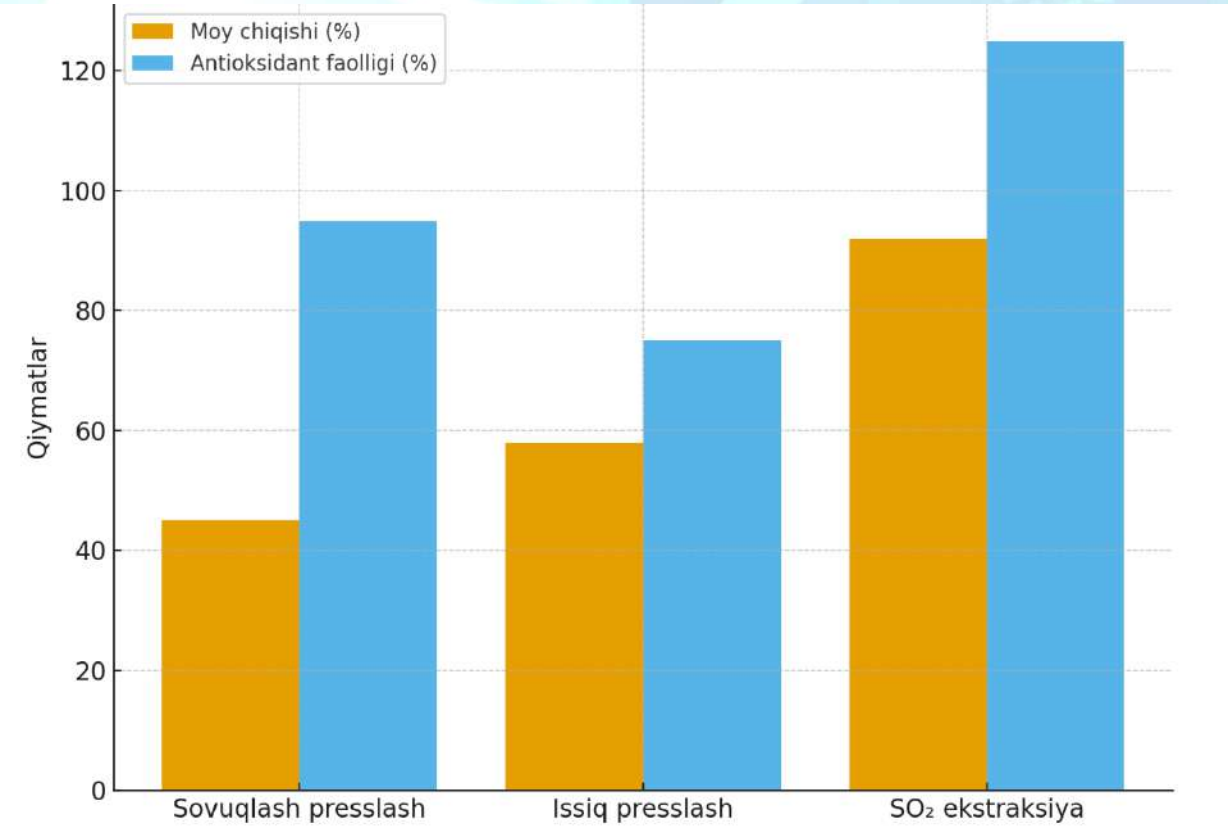
4. Antioksidant faollik (%)

- Sovuq presslashda 95% bo‘lib, antioksidant moddalarning yaxshi saqlanishini ko‘rsatadi.
- Issiq presslashda bu ko‘rsatkich 75% gacha tushadi, chunki antioksidantlar harorat ta’sirida parchalanadi.

ISSN 3030-3907

• CO_2 ekstraksiyada eng yuqori natija (125%) qayd etilgan. Bu CO_2 muhitida biologik aktiv moddalarning maksimal saqlanishi va ularning faolligining oshishi bilan izohlanadi. 1-jadval raqamli tahlilni taqdim etib, turli usullarning samaradorligini aniq ko‘rsatadi. Ushbu raqamli tahlil texnologiya tanlashda asosiy mezon bo‘lib xizmat qiladi. 1-rasm esa vizual tahlil imkonini berib, usullar o‘rtasidagi farqlarni ravshan ko‘rsatadi. Bu nafaqat raqamli, balki ko‘zga tashlanarli dalillar bilan ham ilmiy asoslangan xulosa chiqarish imkonini yaratadi. Jadval va grafiklar birgalikda turli usullar samaradorligini kompleks baholash imkonini berib, CO_2 ekstraksiyaning afzalliklarini isbotlaydi.

Shunday qilib, 1-jadval va 1-rasmning ilmiy ahamiyati shundaki, ular turli texnologiyalarni raqamli va vizual tahlil qilish imkonini berib, qaysi usul yuqori chiqim, qaysi usul yuqori biologik qiymat ta’minlaydiganini aniq ko‘rsatadi. CO_2 ekstraksiya har ikki jihatdan ham samarali usul sifatida ilmiy asoslangan.



1-rasm. Ekstraksiya usullari bo‘yicha moy chiqishi va antioksidant faollik taqqoslanishi

MUHOKAMA

Natijalar shuni ko‘rsatadiki:

• **CO_2 ekstraksiya** mexanik presslash va organik erituvchilarga nisbatan moy chiqishini maksimal darajada ta’minlaydi (92%).

• Vitamin Ye va omega-kislotalarning saqlanish darajasi yuqori bo‘lib, farmasevtika va kosmetologiya uchun qimmatli xomashyo hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

- Antioksidant faollik 125% bo‘lib, bu sovuq presslashdan 30% va issiq presslashdan qariyb 60% yuqori.
- Jmых tarkibida oqsil va peptidlar saqlanib qolishi chorvachilik va bioqo‘shimchalarda qo‘llanish imkonini yaratadi.
- CO_2 texnologiyasi ekologik xavfsiz: moyda erituvchi qoldig‘i yo‘q, CO_2 qayta aylanadi.

XULOSA

1. CO_2 ekstraksiya usuli ipak qurti g‘umbagidan moy ajratishning eng samarali va ekologik xavfsiz texnologiyasidir.
2. Moy chiqishi (92%), vitamin Ye va omega-kislotalar saqlanishi yuqori, antioksidant faollik esa boshqa usullarga nisbatan sezilarli yuqori.
3. Texnologiya farmasevtika, kosmetika va funksional oziq-ovqat sanoati uchun istiqbolli hisoblanadi.
4. Jmыхning oqsilli tarkibi qo‘shimcha iqtisodiy samaradorlikni ta’minlaydi.
5. CO_2 ekstraksiya texnologiyasini sanoat miqyosida joriy qilish “chiqindisiz ishlab chiqarish” konsepsiyasini amalga oshirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Wu, H., Feng, Y., & Zhang, L. Supercritical CO_2 extraction of silkworm pupae oil. Industrial Crops and Products, 2021.
2. Shoaib, M., Javed, M., & Ali, M. Silkworm pupae oil: Extraction, composition, and potential industrial applications. Journal of Food Science and Technology, 2020.
3. Oltiev A.T., Bafoev S.S., Amonova Z.M. va boshqalar. JMEA Journal of Modern Educational Achievements, 2024.
4. Qodirova D. Ipak qurti g‘umbagisidan olinadigan moyning kimyoviy tarkibi va xususiyatlari. Fan va texnologiya jurnali, 2022.
5. Hamidova M.M. Ipak qurti g‘umbagisi moyining tarkibi va qo‘llanilishi. Farmasevtika va biotexnologiya jurnali, 2023.

ISSN 3030-3907

IPAK QURTI G‘UMBAGIDAN MOY AJRATISNING MEXANIK PRESLASHNING SOVUQ VA ISSIQ USULLARI

Bafoev Sanjar Sanoyevich
Buxoro davlat texnika universiteti, stajyor-tadqiqotchi,
O‘zbekiston Respublikasi, Buxoro sh.
Oltiev Azim To‘yqulovich
Buxoro davlat texnika universiteti,texnika fanlari doktori, dotsent,
O‘zbekiston Respublikasi, Buxoro sh.
Email: azim1086a@gmail.com

Annotatsiya. Ipak qurti g‘umbagi tarkibida yuqori miqdorda oqsil va yog‘ saqlashi bilan ajralib turadi. Ushbu maqolada g‘umbagdan moy ajratib olishning mexanik presslash usullari – sovuq va issiq presslash jarayonlari o‘rganildi. Jarayonning texnologik bosqichlari, moy chiqishiga ta’sir etuvchi omillar va olingan moyning tarkibiy ko‘rsatkichlari tahlil qilindi. Sovuq va issiq presslash natijalari nazorat namunasiga nisbatan taqqoslandi. Natijalar jadval va grafiklar ko‘rinishida ifoda etildi, ilmiy baholash asosida umumiy xulosalar chiqarildi.

Kalit so‘zlar: ipak qurti g‘umbag‘asi, mexanik presslash, sovuq presslash, issiq presslash, moy chiqishi, vitamin Ye, antioksidant.

Annotation. Silkworm gumbag is characterized by a high content of protein and fat storage. This article explored the mechanical pressing methods of extracting oil from humbag – cold and hot pressing processes. The technological stages of the process, the factors affecting the oil output and the structural indicators of the oil obtained were analyzed. The results of cold and hot pressing were compared to the control samplennotation. Silkworm gumbag is characterized by a high content of protein and fat storage. This article explored the mechanical pressing methods of extracting oil from humbag – cold and hot pressing processes. The technological stages of the process, the factors affecting the oil output and the structural indicators of the oil obtained were analyzed. The results of cold and hot pressing were compared to the control sample. The results were expressed in tables and graphs, and general conclusions were drawn based on scientific evaluation.

Keywords: silkworm cartilage, mechanical pressing, cold pressing, hot pressing, oil release, vitamin E, antioxidant.

Аннотация. Тутовый шелкопряд отличается высоким содержанием белка и жира. В данной статье рассмотрены методы механического прессования – процессы холодного и горячего прессования-для извлечения масла из колбы. Были проанализированы технологические этапы процесса, факторы, влияющие на выход масла, структурные показатели полученного масла. Результаты холодного и горячего прессования сравнивали с контрольной

ISSN 3030-3907

выборкой.ннотация. Тутовый шелкопряд отличается высоким содержанием белка и жира. В данной статье рассмотрены методы механического прессования – процессы холодного и горячего прессования-для извлечения масла из колбы. Были проанализированы технологические этапы процесса, факторы, влияющие на выход масла, структурные показатели полученного масла. Результаты холодного и горячего прессования сравнивали с контрольной выборкой. Результаты выражались в виде таблиц и графиков, на основе научных оценок делались общие выводы.
Ключевые слова: тутовый шелкопряд, механическое прессование, холодное прессование, горячее прессование, выход масла, витамин Е, антиоксидант.

Kirish

Ipak qurti g‘umbagi ipakchilik sanoatining ikkilamchi, biroq yuqori qiymatli mahsuloti hisoblanadi. Uning tarkibida 30-33% oqsil, 8-15% yog‘, 2-3% peptid va antioksidant moddalar mavjud. Bu uni qimmatli biologik xomashyo sifatida qo‘llash imkonini yaratadi [1–3].

Mexanik presslash usuli moy ajratishning an’anaviy, ekologik xavfsiz va sodda texnologiyasi bo‘lib, kichik va o‘rta quvvatli ishlab chiqarish korxonalarida keng qo‘llaniladi. Shu bilan birga, sovuq va issiq presslash usullari biologik qiymat va moy chiqishi jihatidan bir-biridan farq qiladi.

MATERIALLAR VA METODLAR

Xomashyoni tayyorlash

Quritish: g‘umbaklar namligi 10-12% gacha tushiriladi.

Maydalash: 2-5 mm hajmdagi zarrachalar holatiga keltiriladi.

Pressga joylash: tayyorlangan xomashyo vintli yoki gidravlik pressga to‘ldiriladi.

Sovuq presslash

Harorat: ≤40°C

Bosim: 200-300 Pa

Moy chiqishi: 40–50%

Afzalligi: vitaminlar va omega sinfiga mansub kislotalarning saqlanishi, yuqori antioksidant faolligi.

Qo‘llanilishi: kosmetika, farmasevtika, bioqo‘shimchalar ishlab chiqarish.

Issiq presslash

Harorat: 80-100°C

Bosim: 250-350 bar

Moy chiqishi: 50-60%

Afzalligi: chiqim yuqori, sanoat miqyosida samarali.

Kamchiligi: vitamin va antioksidant moddalar qisman yo‘qolishi.

ISSN 3030-3907

Qo‘llanilishi: oziq-ovqat va texnik moy ishlab chiqarish.

NATIJALAR

1-jadval

Sovuq va issiq presslash natijalarining nazorat namunasiga nisbatan taqqoslash ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichlar	Nazorat namunasi	Sovuq presslash	Issiq presslash
Moy chiqishi (%)	55	45	58
Vitamin Ye (mg/100g)	90	110	85
Linol kislotasi (%)	35	40	37
Olein kislotasi (%)	28	30	27
Antioksidant faolligi (%)	70	95	75

1-jadval va 1-rasmlarda mexanik presslashning turli usullari (sovuq va issiq) hamda nazorat namunasida olingan ipak qurti g‘umbag‘asidan moy ko‘rsatkichlarini taqqoslash uchun tuzildi. Bu ilmiy tahlil quyidagi asoslarga tayanib tayyorlandi:

1. Moy chiqishi (%):

– Asosiy texnologik ko‘rsatkich hisoblanadi. Sovuq presslashda namlik va haroratning pastligi sabab moy chiqishi kamaygan (45%), issiq presslashda harorat ta’sirida oqsillarning denaturatsiyasi va hujayra devorlarining yo‘qolishi hisobiga moy chiqishi oshgan (58%). Nazorat namunasi o‘rtacha 55% ko‘rsatgan.

2. Vitamin Ye (mg/100g):

– Sovuq presslashda vitaminlar saqlanishi yuqori (110 mg/100g), chunki harorat past. Issiq usulda harorat ta’sirida vitamin Ye parchalanishi kuzatilgan (85 mg/100g). Bu natija biologik qiymatning termik ta’sirdan sezilarli darajada pasayishini ko‘rsatadi.

3. Linol va olein kislotalari (%):

– Sovuq presslash usulida yog‘ kislotalari yaxshi saqlanadi (linol – 40%, olein – 30%). Issiq presslashda esa termik oksidlanish sabab kichik pasayish kuzatiladi (linol – 37%, olein – 27%). Nazorat namunasi o‘rtacha qiymatlarni ko‘rsatadi.

4. Antioksidant faolligi (%):

– Sovuq presslashda 95% bo‘lib, bu eng yuqori ko‘rsatkich hisoblanadi. Buning sababi – antioksidant moddalarning haroratga sezgirligi. Issiq presslashda antioksidant faolligi 75% gacha tushgan. Nazorat namunasida esa 70% bo‘lgan.

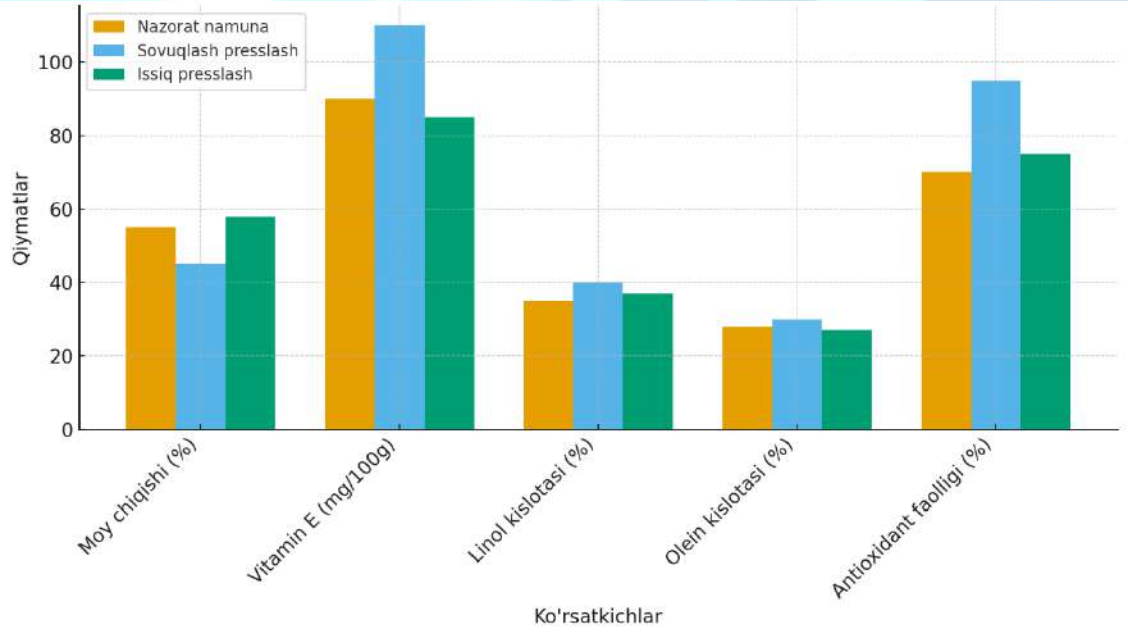
- 1-jadvalda raqamli ko‘rsatkichlar bir-biri bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri taqqoslanadi, bu esa qaysi usulda qaysi moddalar saqlanishi yoki yo‘qolishini aniq ko‘rsatish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

• 1-rasmdagi grafik vizual taqqoslash imkonini berib, har bir ko‘rsatkich bo‘yicha usullar o‘rtasidagi farqni ko‘zga tashlanarli qiladi. Bu ilmiy natijani nafaqat raqamli, balki vizual shaklda ham asoslab beradi.

• Jadval va grafiklar birgalikda texnologik jarayonlardagi tendensiyalarni ko‘rsatib, ilmiy asoslangan xulosalar chiqarishga zamin yaratadi.

Shunday qilib, 1-jadval va 1-rasmning ilmiy ahamiyati shundaki, ular mexanik presslash usullarining samaradorligini raqamli va vizual asosda taqqoslab, qaysi yo‘nalishda (biologik qiymat yoki chiqim samaradorligi) afzallik mavjudligini aniq ko‘rsatadi. Bu kelgusida texnologiyani optimallashtirish va turli sohalarda maqsadli qo‘llash uchun asosiy manba hisoblanadi.



1-rasm. Nazorat va mexanik presslash usullari bo‘yicha ko‘rsatkichlar taqqoslanishi

MUHOKAMA

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki:

• Sovuq presslash usulida biologik aktiv moddalar (vitamin Ye, linol va olein kislotalari) yuqori darajada saqlandi, antioksidant faolligi eng yuqori bo‘ldi.

• Issiq presslash usulida moy chiqishi yuqori, ammo vitamin va antioksidant moddalarning saqlanish darajasi kamaydi.

• Nazorat namunasiga nisbatan sovuq presslash sifat ko‘rsatkichlari bo‘yicha ustun, issiq presslash esa iqtisodiy samaradorlik bo‘yicha afzal.

• Jмых qoldig‘i oqsillarga boy bo‘lib, chorva ozuqasi yoki bioprodukt sifatida qayta ishlanishi mumkin.

XULOSA

1. Sovuq presslash usuli yuqori biologik qiymatga ega moy berish imkonini bersa, issiq presslashda yuqori chiqim ta’minlanadi.

ISSN 3030-3907

2. Har ikki usulni uyg‘un qo‘llash orqali mahsulot chiqishi va sifatini optimallashtirish mumkin.
3. Mexanik presslash usullari kichik va o‘rta korxonalarda qo‘llash uchun qulay, ekologik xavfsiz va energiya tejamkor hisoblanadi.
4. Ipak qurti g‘umbag‘asidan olingan moy farmasevtika, kosmetika va oziq-ovqat sanoatida keng qo‘llanish imkoniyatiga ega.
5. Jмыхning qayta ishlanishi chiqindisiz ishlab chiqarish konsepsiyasini amalga oshirishda qo‘shimcha manba bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Oltiev A.T., Bafoev S.S., Amonova Z.M. va boshqalar. JMEA Journal of Modern Educational Achievements, 2024.
2. Shoaib, M., Javed, M., & Ali, M. Silkworm pupae oil: Extraction, composition, and potential industrial applications. Journal of Food Science and Technology, 2020.
3. Wu, H., Feng, Y., & Zhang, L. Supercritical CO_2 extraction of silkworm pupae oil. Industrial Crops and Products, 2021.
4. Qodirova D. Ipak qurti gumbagidan olinadigan moyning kimyoviy tarkibi va xususiyatlari. Fan va texnologiya jurnali, 2022.
5. Hamidova M.M. Ipak qurti gumbagi moyining tarkibi va qo‘llanilishi. Farmasevtika va biotexnologiya jurnali, 2023.

ISSN 3030-3907

УДК 622.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА РУД, КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПАРАМЕТРАМИ ГРУЗОПОТОКОВ В ГЛУБОКИХ КАРЬЕРАХ

Норова Хуршида Юнусовна

доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент кафедры «Горное дело», ТГТУ.

Аннотация. В данной статье рассмотрены важнейшие вопросы контроля качества сырья при управлении грузопотоками в процессе открытой разработки месторождений. На основе научных исследований по управлению параметрами грузопотоков, представлено важнейшее звено в управлении качеством сырья это совокупность операций опробования, которые обеспечивают наилучшие технико-экономические показатели добычи и переработки сырья, выбор способа и сети опробования и обоснование эксплуатационных кондиций.

Ключевые слова: месторождение, карьер, грузопоток, параметр, руда, качество, запасы, ресурс, горные работы, горная масса, запасы, техногенный массив, опробование, система разработки.

Аннотация. Ушбу мақолада конларни очиқ усулда қазиб олиш жараёнида юк оқимини бошқаришда хомаёшнинг сифатини назорат қилишнинг энг мухим масалалари кўриб чиқилган. Юк оқимини бошқариш параметрлари буйича илмий тадқиқотлар асосида хомашёнинг сифатини бошқаришда энг мухим боғлам бу намуналар олиш операциялар йигиндисидир. Ушбу операциялар хомашёни қазиб олиш ва қайта ишлашда энг яхши техник-иқтисодий кўрсаткичларни таминлайди намуна олиш хамда эксплуатация шароитларини асосолаш имконини беради

Калит сўзлар: кон, карьер, юк оқими, параметр, руда, сифат, захира, кон ишлари, русурс, кон ишлари, кон массаси, намуна олиш , қазиб олиш тизими.

Abstract. This article addresses the key issues of raw material quality control in the management of material flows during open-pit mining operations. Based on scientific research on the management of material flow parameters, the article identifies a crucial component in quality control – the set of sampling operations. These operations ensure optimal technical and economic performance in the extraction and processing of raw materials. The paper also emphasizes the importance of selecting appropriate sampling methods and networks, as well as justifying operational conditions.

ISSN 3030-3907

Keywords: Deposit, mining, freight flow, parameter, ore, quality, reserves, mining works, techno genic mass, sampling,

Введение

При отработке месторождений глубокими карьерами расходы на транспортирование горной массы достигают 70%, при этом темпы углубления горных работ снижаются. Грузопотоки на карьерах являются важнейшей составной частью организационно-технологических схем при разработке рудных месторождений, а их организация невозможна без оперативного управления горными работами и усреднения качества полезного ископаемого.

Анализ работы горнодобывающих предприятий показал наличие ряда недостатков в организации грузопотоков при нескольких потребителях. Одним из основных факторов, оказывающих существенное влияние на качественные характеристики грузопотоков полезных ископаемых, отправляемых потребителю является высокая изменчивость качества полезного ископаемого в недрах, ограничения вместимости перегрузочных пунктов [1-7].

Исследованиями установлено [6-10], что одним из путей управления грузопотоком на глубоких карьерах является процесс управления качеством руд: выбор оптимальных кондиций руд; определение оптимального уровня потерь и разубоживания руд; выбор направления развития горных работ, обеспечивающий добычу руд с заданным уровнем качества, стабилизация качества руды или ее усреднения который мало исследованы.

Сложноструктурные месторождения золота характеризуются: значительными объемами различных по свойствам горных пород и руд в контурах карьерного поля при низких средних содержаниях полезного компонента; неоднородностью физико-механических свойств горных пород и различной блочностью массива; сложной конфигурацией рудных тел, широким диапазоном изменений размеров рудных тел при отсутствии закономерности и неравномерном их распределении в горном массиве.

Сложноструктурное месторождение Мурунтау – уникальное по масштабам природное скопление золоторудной минерализации. Исходной базой для создания модели для проигрывания различных сценариев развития горных работ, являются результаты опробования месторождения. Для проверки адекватности математической модели реальному месторождению использовались данные эксплуатационной разведки на отработанной части месторождения [10, 11]. Эта информация по своему объему также является

ISSN 3030-3907

уникальной и активно используется не только в практических, но и научно-методических целях.

Учитывая, что основой для управления качеством для сложноструктурных месторождений является опробование, а критерием служат кондиции или требования к качеству полезного ископаемого в недрах и к условиям разработки, обеспечивающие наилучшие технико-экономические показатели добычи и переработки сырья, выбор способа и сети опробования и обоснование эксплуатационных кондиций представляются важнейшим звеном в управлении качеством сырья.

Согласно статистических данных геологического опробования скважин эксплуатационной разведки месторождения Мурунтау за период с 1987 по 1994 гг. установлено, что они характеризуют объем недр в 217,9 млн. $м^3$, массой 566 млн. т. (табл. 1).

Таблица 1

Распределение проб по классам содержания золота по результатам геологического опробования скважин эксплуатационной разведки месторождения Мурунтау

Класс сод. Au , g/t	Число проб, шт.	Суммы сод., ∑Au	Среднее сод. Au в классе, у.е.	Доля (выход) проб, отн. %	Выхода проб по порогам, %	Коммуля-тивные выхода проб, %
Всего	534473	413558.	0.77	100.0	100.0	100.0
в том числе по классам содержаний золота						
до 0.2	149351	9796.2	0.07	27.9	33,4	33,4
>0.2÷0.4	59985	21340.9	0.36	11.2		
>0.4÷0.6	53320	29788.5	0.56	10.0	33,7	67,1
>0.6÷0.8	49146	37450.5	0.76	9.2		
>0.8÷1.0	46900	45213.0	0.96	8.8		
>1.0÷1.2	43893	51144.0	1.17	8.2	32,9	100
>1.2÷1.4	39803	54354.2	1.37	7.4		
>1.4÷1.6	35732	55958.1	1.57	6.7		
>1.6÷1.8	31190	55098.7	1.77	5.8		
>1.8	25153	53414.3	2.12	4.7		
< 0.4	209336	31137.1	0.15	39.1	запасы	7.6
> 0.4	325137	382421.	1.18	60.9	запасы	92.4

Согласно табл. 1, в приблизительно 1/3 разведанного объема недр (39,1%) содержание золота фоновое - 0,15 у.е. (по порогу 0,4 у.е.) и его запасы в этой доле массы не превышают 7,6% от суммарных.

При этом расширение сырьевой базы происходит за счет увеличения количества полезного ископаемого на фоне роста увеличения роста объемов горно-рудной массы и уменьшения среднего содержания [11,12].

ISSN 3030-3907

К негативным тенденциям развития горного комплекса можно отнести уменьшение количества вскрытых запасов и снижение прироста подготовленных запасов с ростом глубины карьера. Это следует учитывать при исследовании технологических схем формирования и анализа параметров рудопотока.

Для достоверной оценки параметров системы, к каким относиться процесс формирования рудопотока при разработке сложноструктурного месторождения со сложной динамикой как во времени, так и в пространстве, проведен его анализ в годовых границах добычи и отгрузки руды на завод (табл 2.).

Таблица 2

Распределение объемов и средних содержаний в добытой руде

Сорт, г/т	Всего руды в сорте, тыс.т	Содержание, г/т	Объем богатой руды	
>1,0	19280,0	2,76	-	-
1-9	19118,0	2,66	162,0	1%
1-7	18816,0	2,58	464,0	2%
1-5	18117,0	2,46	1163,0	6%
1-3	14306,0	2,15	4974,0	26%

Анализ погоризонтных сортовых планов по четырем опорным горизонтам в пределах которых добывалась руда по, показывает, что значимых изменений неравномерности оруденения не наблюдается, коэффициент вариации для поля содержаний ≥1,5 г/т колеблется в пределах 76-87% [13] .

Однако, если выделить богатые участки руды для селективной выемки, то неравномерность оставшейся руды значительно снижается: до 19-20% в руде 1,5 г/т ≤3 г/т. При этом объем селективной выемки составит около 5 млн. т руды или 25% от общей добычи. Более технологичным представляется селективная выемка богатой руды с содержанием ≥5 г/т, объемы которой составят в пределах 1,3 млн. т (5%) (рис. 1), а коэффициент вариации оставшейся в недрах руде – 31-34%,

ISSN 3030-3907

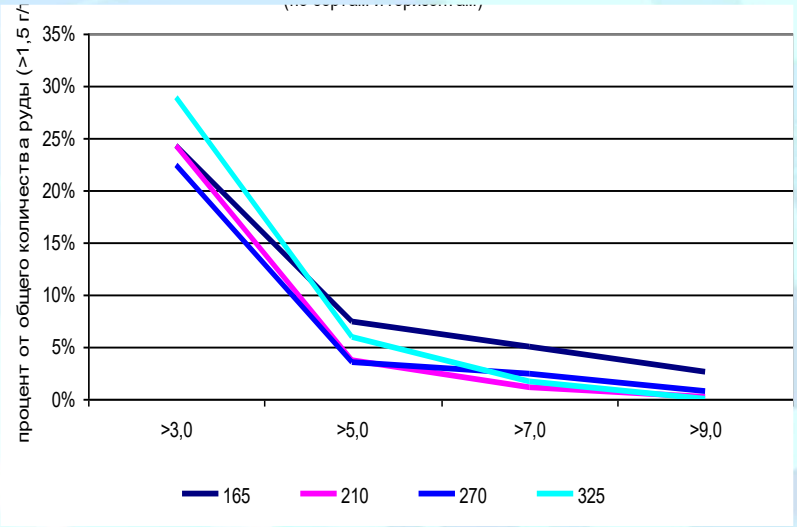


Рис.1. Изменение объемов руды, выделяемой для шихтовки (по сортам и горизонтам).

В добытой руде он не будет превышать 30%, что соизмеримо с амплитудой колебания содержания рудопотока при существующей технологии селективной выемки на стадии отгрузки руды.

Проведенный анализ изменения содержаний и объемов руды в контурах четвертой очереди отражает отличие рудных залежей, предстоящих к отработке в дальнейшем.

Задача построения выемочных контуров различных сортов руд является весьма актуальной для месторождения Мурунтау, где выемочные единицы определяются по результатам опробования, так как обычно эти руды визуально неотличимы от пустых пород. При таких условиях задача построения наиболее достоверных выемочных контуров промышленных руд имеет большое практическое значение, поскольку от эффективности ее решения в значительной степени зависят показатели потерь и разубоживания.

Важным показателем технологичности выемки руды является сложность рудного контура, чем выше сложность рудного контура, тем выше потери и разубоживание руды при ее отработке. Коэффициент сложности рудного контура определяется как отношение длины рудного контура к площади рудной зоны. Для расчета изменения коэффициента сложности рудных контуров. Использовалось программное обеспечение АС «Руда». Сопоставление сортового плана, полученного из АС «Руда», и с использованием традиционного способа приведено на рис. 3.

ISSN 3030-3907

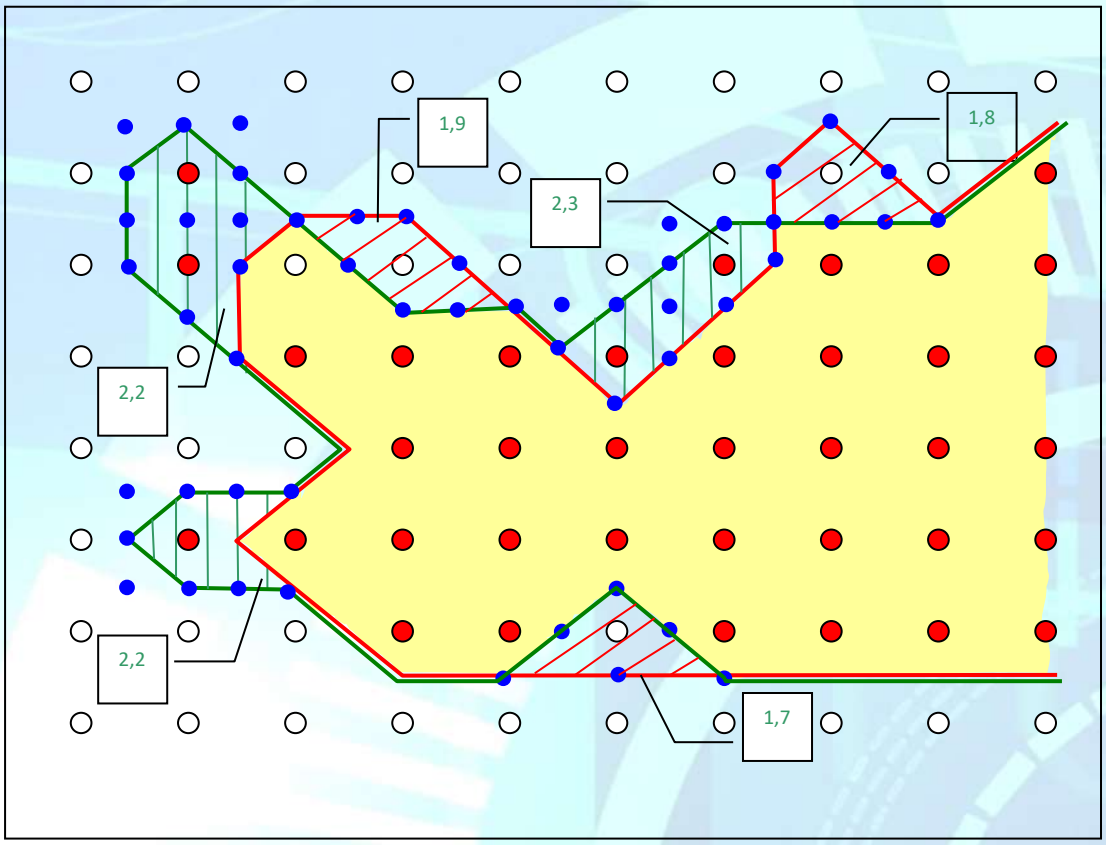




Рис. 3. Пример построения сортового плана (а) и основных показателей оконтуривания с помощью АС «Руда» (красный цвет) и традиционным методом (синий цвет).

Процедура построения сортовых планов составила ядро АС «Руда», которая успешно используется уже более 30 лет. В результате удалось

ISSN 3030-3907

увеличить выход товарных руд без снижения их качества, что позволило более чем на год продлить срок отработки запасов III очереди карьера Мурунтау без увеличения объемов вскрышных работ. За счет увеличения точности оценки качества и количества руд и резко (в 3-4 раза) уменьшились расхождения между плановыми и реальными результатами отработки участков месторождения.

В выделенном полигоне, охватывающим отработанную часть горизонтов +270, +210 и +165 м производился подсчет запасов руды. Большие полигоны, где в подсчете использовалось более 100000 проб разбивались на несколько блоков, и подсчет производился отдельно для каждого блока.

В подсчет длины рудного контура не включались те участки рудных пятен, которые располагались по границе отработанного пространства, и в том случае если в их сторону будут продолжены горные работы, т.е. рудные пятна не полностью отработаны.

Результаты

Как показывают исследования, по сорту 1,5 г/т сложность контура снижается на 0,01 - 0,03, по горизонтам имеется тенденция снижения с глубиной по 2 рудной залежи. По первой рудной залежи показатель несколько увеличивается, в виду того, что на горизонте +165,0 м руда только вскрывается, и расчет показателя сложности пришелся на краевую часть рудной залежи. Содержание металла и объемы пятен-включений (табл. 3) позволяют говорить наличии двух технологических схем их отработки.

Первая – их раздельная отработка для дальнейшего использования на рудо-сепарационном комплексе. Вторая – валовая выемка и включение в общий рудопоток.

ISSN 3030-3907

Таблица 3

Содержание золота в пятнах-включениях

горизонт	№ пятна-включения	сорт 0,7		сорт 1,0		сорт 1,5	
		т.т	г/т	т.т	г/т	т.т	г/т
165	1			10,5	0,73	31,8	1,17
	2					21,3	1,13
	3					24,3	1,32
	4			5,3	0,95	21	1,29
210	1			50	0,89	99,1	1,2
	2			30	0,79	59,1	1,23
	3					116	1,25
	4	40,6	0,59	205,1	0,86	519,3	1,22
	5					18,5	1,22
	6			6,7	0,84	22,5	1,27
270,00	1			42,70	0,87	282,40	1,24
	2			11,50	0,87	160,90	1,20
	3	24,80	0,56	54,70	0,86	91,10	1,24
	4	15,00	0,60	128,50	0,86	469,20	1,24

Таким образом, разработанные рациональные параметры сети опробования при подготовке запасов и их отработке для условий карьера Мурунтау и полученные результаты позволяют управлять параметрами грузопотоков. А различие в сложности рудных контуров для разных участков месторождения требует применения различных технологических схем отработки для обеспечения рационального извлечения запасов из недр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. В.Л.Яковлев, С.В. Корнилков. Геотехнологические проблемы и особенности ведения горных работ на глубоких карьерах: ГИАБ-№7. – М.: Горная книга,2015.- С.54-65.

2. Корнилков С.В. Технологические аспекты разработки месторождений глубокими карьерами // Глубокие карьеры: сб. докладов Всероссийские научно-техн. конф. с международ. участием 18-22 июня 2012г. / ГоИ КНЦ РАН. – Апатиты; СПб, 2012. – С. 38-52.

3. The Global Nuclear Fuel Market. Supply and demand 2009-2030 // World Nuclear Assjciation. – 2009.

4. The oretical Fundamentals of automated systems of Automated systems of uranium in-situ leaching geotechnology. P.A. Shemetov, G.N. Glotov // Сборник докладов VI Межд. научн.-практ. конф. «Актуальные проблемы урановой промышленности» 14-16 сентября 2010 г. С. 67-73.

5. Аристов И.И., Рубцов С.К., Снитка Н.П. Опыт поэтапного совершенствования методик нормирования и учета потерь разубоживания руды на карьерах Навоийского ГМК // Горный вестник Узбекистана.- 2006.- № 4.- С. 38-45.

ISSN 3030-3907

6. Ю.И.Анистратов, К.Ю.Анистратов. Проектирование карьеров. Изд. М.:2003.
7. Анистратов Ю.И. Исследование технологических грузопотоков на карьерах со скальными породами: Автореф. … докт. техн. наук. – М., 1970. – 42 с.
8. Анистратов Ю.И. Технологические процессы открытых горных работ. – М.: Недра, 1955. – 351 с.
9. Каплунов Д.Р., Чаплыгин Н.Н., Рыльникова М.В. Принципы проектирования комбинированных технологий при освоении крупных месторождений твердых полезных ископаемых // Горный журнал, 2003. – №12. – С. 21–25.
10. Шеметов П.А., Сытенков В.Н., Федянин С.Н., Наимова Р.Ш. Обоснование пороговых значений содержания золота для разделения руд месторождения Мурунтау на сорта // Горный Вестник Узбекистана. – Навоий, 2009. - № 4. - С.8-
11. Снитка Н.П., Стрыгин И.В., Оптимизация уровня потерь и разубоживания при проведении горно-эксплуатационных работ. – Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Мат. IV межд. конф. 18-25 сентября 2005 г. – Москва-Навоий, 2005. – С. 109-110.
12. Снитка Н.П. Управление качеством рудопотока при открытой разработке месторождений с условными границами рудных тел // Горный журнал. –№8, 2008. – С. 40-43.
13. Аристов И.И., Селезнев А.В., Кольцов В.Н., Беленко Н.П., Снитка Н.П. Способы и нормативы управления полнотой и качеством отработки запасов на месторождении Мурунтау // Горный вестник Узбекистана. – №1, 2007. – С. 48-

ISSN 3030-3907

ОТХОДЫ ФЛОТАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЁ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

Матмусаев Илхом Курбоналиевич,
Главный инженер МОФ-2 АО "Алмалыкский ГМК",
Шакаров Тулкин Исматович,
Кандидат технических наук, доцент Алмалыкского филиала "МИСИС",
Мухамедбаев Абдували Абдусаттарович,
Кандидат технических наук,доцент, НИП ООО «ANTENN-BRANCH»,
Эшанкулова Гулмира Рашидовна
Алмалыкского филиала "МИСИС", докторант

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по комплексной переработке отходов флотации медно-молибденовых руд МОФ-2 АО «Алмалыкский горно-металлургического комбинат» в качестве алюмосиликатного компонента для портландцементного клинкера.

Ключевые слова: флотация, отход медно-молибденовых руд, сырьевой компонент, цементный клинкер,физико-механические свойства.

Xulosa. Maqolada Portlend tsement klinkeri uchun aluminosilikat komponenti sifatida "Olmaliq kon-metallurgiya kombinati" AJ MOF-2 mis-molibden rudalari flotatsiyasi chiqindilarini kompleks qayta ishlash bo'yicha tadqiqot natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: flotatsiya, mis-molibden rudalarining chiqindilari, xom ashyo komponenti,tsement klinkeri, fizik-mexanik xususiyatlar.

Annotation. The article presents the results of a study on the integrated processing of copper-molybdenum ore flotation waste MOF-2 of Almalyk Mining and Metallurgical Combine JSC as an aluminosilicate component for Portland cement clinker.

Keywords: flotation, waste of copper-molybdenum ores, raw material component, cement clinker,physical and mechanical properties.

Введение.

Портландцементный клинкер – это полуфабрикат для производства портландцемента. Портландцементный клинкер получают путём обжига до спекания шихты, состоящей из известнякового, алюмосиликатного или других материалов (например, железосодержащей). Состав сырьевой шихты обеспечивает образование в клинкере силикатов кальция (сумма трех- и двухкальциевого силикатов 70-80 %), алюминатной и алюмоферритной фазы (20-30 %) [1,2]. Обычно, для производства портландцементного клинкера,

ISSN 3030-3907

используют в качестве карбонатного, алюмосиликатного и кремнеземистого компонентов природные материалы.

Одним из важнейших направлений технологии строительных материалов, в частности производства портландцемента, является широкое использование вторичных сырьевых ресурсов и многочисленных отходов различных производств, которая в будущем одновременно дает возможность решить задачи по созданию новых и прогрессивных технологий, своевременному обеспечению более дешевым и легкодоступным сырьем, а также охраны окружающей природной среды. В свою очередь, проблема охраны окружающей среды является комплексной проблемой и имеет глобальный характер.

Производственные отходы образуются, прежде всего, в результате несовершенства базовых технологических процессов, в том числе и на предприятиях цветной металлургии. Поэтому, в настоящее время одной из приоритетной проблемой экологии является создание ресурсосберегающих безотходных технологий, решение которых позволит снижение потребности в добыче сырья, уменьшение негативного воздействия отходов на окружающую среду. При разумном подходе к решению вопроса утилизации отходов, они могут выступать в качестве дополнительного источника сырья.

Накопленные объемы медьсодержащих техногенных минеральных ресурсов практически соответствуют объемам полезных ископаемых, поставленных на баланс месторождений. Отходы горно-металлургических производств содержат ценные компоненты минерального сырья, позволяющие отнести их к техногенным месторождениям как объектам комплексного использования сырья. Для их повторной переработки не требуются затраты, связанные с добычей руды и рудоподготовкой [3].

Отходы флотации находятся на поверхности, залегают компактно и, соответственно, как было отмечено выше, не требуют больших затрат на добычу, т.е. отпадает трудоемкий и дорогостоящий процесс - извлечение пород из монолитного массива (проходка буровзрывных скважин, заряжание и взрывание, экскавация породы и т.д.). При обогащении полезных ископаемых на подготовительные процессы отводится около половина всех производственных затрат [4].

Руды месторождения «Сары-Чеку» и «Ёшлик», перерабатываемые на МОФ-2 АО «Алмалыкский ГМК», представлены в основном кварц-пирит-халькопиритовой, пирит-халькопиритовой, кварц-молибденовой и молибденовой ассоциациями. Главные рудные минералы месторождения - пирит (среднее содержание его в руде 5,32 %) и халькопирит (1,37 %).

ISSN 3030-3907

Технологический процесс переработки медного сырья включает трехстадийное дробление до крупности 92 % класса – 16 мм, двухстадийное измельчение руды до крупности 60 % класса - 0,071 мм, коллективную медно-молибденовую флотацию руды, включающую основную и контрольную флотацию и две перечистки коллективного медно-молибденового концентрата, сгущение коллективных рудных концентратов и складирование хвостов фабрики на объединенное хвостохранилище.

Процесс флотации осуществляется в механических и пневмомеханических флотомашинах. Пенный продукт основной флотации направляется на 2-х кратную перечистку концентрата, а хвосты ее – на контрольную флотацию, хвосты контрольной флотации являются отвальными при обогащение руды.

В процессе измельчения медно-молибденовых руд в шаровой мельнице образуется железный скрап из-за износа мелющих шаров и бронефутеровки мельниц. Железный скрап представляет собой мелкодисперсное, в значительной степени окисленное железо. Кроме того, в настоящее время возрастает интерес к изысканию новых видов сырья для производства цементов, в частности, способного полностью или частично заменить глинистый компонент в составе сырьевой шихты для получения портландцементного клинкера и доступной, недефицитной минеральной добавки к цементу [5].

Материалы и методы исследования. Работа выполнена по общепринятой методике, в частности по ГОСТ 5382-2019 «Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа».

Расчеты состава трех- и четырехкомпонентной сырьевой смеси портландцементного клинкера проводили по методике [1].

Сырьевые смеси были обожжены при температурном интервале 1300 – 1420 °С с выдержкой при конечных температурах в течение 30 мин. Определение содержания несвязанной извести ($CaO_{св}$) в обожженных продуктах сырьевых смесей проводили спиртово-глицератным методом [6].

Результаты исследований. По данным химического анализа рассматриваемые отходы флотации медно-молибденовых руд МОФ-2 АО АГМК состоит в основном из оксида кремния (63,0-64,8 мас. %), оксида алюминия (около 16,0 мас. %), оксида железа (3,66-6,27 мас. %), оксида магния (2,12-2,15 мас. %), оксида кальция (1,69-2,47 мас. %), оксида серы (1,48-1,65 мас. %). Содержание щелочных оксидов натрия и калия соответственно 0,90-0,96 мас. % и 7,36-7,56 мас. %. По содержанию основных

ISSN 3030-3907

составляющих оксидов их можно отнести к перспективным источникам вторичного сырья для производства портландцементного клинкера.

Расчеты состава трех- и четырехкомпонентной сырьевой смеси портландцементного клинкера (табл. 1 и 2), показали возможность получения клинкера с содержанием основных минералов в нижеприведенных приделах (мас. %): трехкальциевый силикат (C_3S) от 51,8 до 65,2; двухкальциевый силикат (C_2S) от 13,1 до 25,1; трехкальциевый алюминат (C_3A) от 7,5 до 7,9 и четырехкальциевый алюмоферрит (C_4AF) от 13,7 до 15,4.

Такому химическому и минералогическому составу сырьевой смеси и клинкера можно прийти при содержании в сырьевой шихте известняка от 78,5 до 79,5 мас. %, отходафлотации медно-молибденовых руд от 16,6 до 17,4 мас. % и железосодержащей добавки от 3,9 до 4,1 мас. %.

Сырьевые смеси были обожжены в температурном интервале 1300 - 1420°С с выдержкой при конечных температурах в течение 30 мин. На продуктах обжига определяли содержание несвязанной извести ($CaO_{св}$). Полученные анализы дали возможность определения оптимальной температуры обжига сырьевых смесей, т.е. по содержанию $CaO_{св}$ менее 2 мас. % были сделаны соответствующие выводы (табл. 3). В зависимости от состава сырьевой шихты оптимальная температура обжига сырьевых смесей составила 1380-1420 °С. Для объективности полученных данных в ходе эксперимента параллельно обжигались образцы из производственной сырьевой смеси АО «BEKABADCEMENT».

ISSN 3030-3907

Таблица 1

Расчетный вещественный и химический состав сырьевой смеси

№№ п/п	Состав шихты, мас.%				кН	Модули		Расчетный химический состав сырьевой смеси, мас.%						
	известняк	флотоотход	лесс	ж.с.д.		n	p	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	п.п.п.
1	78,5	17,4	-	4,1	0,87	2,0	1,2	14,4	4,0	3,3	42,8	1,0	0,6	33,9
2	78,8	17,1	-	4,1	0,89	2,0	1,2	14,2	3,9	3,2	43,0	1,0	0,6	34,1
3	79,2	16,9	-	3,9	0,91	2,0	1,2	14,0	3,9	3,2	43,2	1,0	0,6	34,2
4	79,5	16,6	-	3,9	0,93	2,0	1,2	13,8	3,8	3,1	43,4	1,0	0,6	34,4
5	78,9	13,6	4,2	3,3	0,93	2,1	1,3	13,9	3,7	2,9	43,4	1,0	0,5	34,6

Таблица 2

Расчетный химический и минералогический состав клинкера

№№ п/п	Расчетный химический состав клинкера, мас.%						кН	Модули		Расчетный минералогический состав клинкера, мас.%			
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3		n	p	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
1	21,8	6,0	4,9	64,8	1,5	0,9	0,87	2,0	1,2	51,8	25,1	7,6	15,4
2	21,8	5,9	4,9	65,2	1,5	0,9	0,89	2,0	1,2	56,2	21,0	7,6	15,2
3	21,3	5,9	4,8	65,6	1,5	0,9	0,91	2,0	1,2	60,5	17,0	7,5	14,9
4	21,1	5,8	4,7	66,1	1,5	0,9	0,93	2,0	1,2	64,6	13,1	7,5	14,7
5	21,2	5,7	4,4	66,3	1,5	0,8	0,93	2,1	1,3	65,2	13,2	7,9	13,7

ISSN 3030-3907

Таблица 3

Степень усвоения извести

Номера смесей	Содержание $CaO_{св.}$ в обожженных пробах, мас.%			
	1300 °C	1350 °C	1380 °C	1420 °C
1	5,8	2,2	1,9	1,1
2	11,1	1,9	1,5	1,2
3	15,5	2,7	1,8	1,3
4	18,2	3,7	1,0	0,8
5	12,6	2,9	1,5	1,1
АО «BEKABADCEMENT»	8,8	5,0	3,7	2,2

Из приведенных данных табл. 3 видно, что производственный клинкер по содержанию $CaO_{св.}$ даже при температуре обжига 1420 °C находится за пределами нижней границы допуска равным 2 %. Клинкера где использованы отходы флотации медно-молибденовых руд этот барьер преодолен уже при 1380 °C. Следовательно, температура обжига сырьевой смеси снижается минимум на 40 °C, что в свою очередь приводит к нижению потребления технологического топлива на обжиг клинкера.

Производственный (1) и экспериментальный (2) клинкера были измельчены в лабораторной мельнице МБЛ-1 с добавлением 5% гипсового камня. Время измельчения шихты принята равным 40 минут. На продуктах измельчения определяли остатки на стандартных ситах с сеткой 02 и 008, а также удельную поверхность. Результаты определения остатка на ситах приведены табл. 4.

Таблица 4

Показатели измельчения клинкеров

Номер клинкера	Содержание клинкера, %	Содержание гипсового камня, %	Время измельчения, минут	Остатки на ситах, %	
				02	008
1	95	5	40	2,9	11,3
2	95	5	40	2,6	10,1

Удельная поверхность клинкеров определенная методом воздухопроницаемости на приборе Т-3 составил соответственно 2955 ва 3175 $см^2/г$.

Физико-механические показатели клинкеров приведены в табл. 5.

ISSN 3030-3907

Таблица 5

Физико-механические показатели клинкеров

Номер клинкера	Показатели прочности, МПа			
	изгиб		сжатие	
	2 сут.	28 сут.	2 сут.	28 сут.
1	3,5	8,4	17,3	57,6
2	4,2	7,6	18,1	52,3

Из приведенных данных табл. 5 видно, что по показателю прочности к 28 суткам экспериментальный клинкер соответствует классу прочности 42,5 и по O'MSt 337:2024 "Портландцементный клинкер. Техническиеусловия" к SEM I KP 42,5 O'MSt 337:2024.

Заключения. Применение отхода флотации медно-молибденовых руд МОФ-2 АГМК в качестве глинистого компонента сырьевой смеси позволяет расширить ассортимент используемых техногенных отходов при производстве портландцементного клинкера и позволит оздоровлению экологической обстановки в зоне промышленных предприятий.

Проведенными исследованиями показано возможность разработки нового состава сырьевой смеси, расширение сырьевой базы цементного производства и утилизация отхода флотации медно-молибденовых руд, обеспечивающего производство портландцементного клинкера без снижения активности клинкера при снижении энергетических затрат.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов: Учебник для вузов / Под ред. Тимашева В.В. – М.: Высш. школа, 1980. – 472 с.
2. Дуда В. Цемент / Пер. с нем. Е.Ш.Фельдмана; Под пед. Б.Э.Юдовича. – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.
3. Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Шлаки и штейны цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1969. – 406 с.
4. Справочник по обогащению руд. Т. Основные процессы. Разд. II «Магнитное обогащение». – М.: Недра, 1983. – С. 132–208.
5. Газиев У.А., Акрамов Х.А. Отходы промышленности в производстве строительных материалов. - Учебное пособие: Изд-во ТАСИ. – 2003. – 112 с.
6. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. Учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов. – М.: Высш. школа, 1973. – 504 с.

ISSN 3030-3907

MINTAQAMIZDA YETISHTIRILAYOTGAN JUN XOMASHYOSINING KO‘LAMI VA TEXNOLOGIK XUSUSIYATLARI

Ismoyilov I.B
Buxoro davlat texnika universiteti
Qo‘ldoshev E.I
Buxoro davlat texnika universiteti
Ismoyilov F.B
Buxoro davlat texnika universiteti
Dadaboev.F.M
Buxoro davlat texnika universiteti

Annotasiya. Maqolada hozirgi kunda Respublikamizda jun tolasiga dastlabki ishlov berish texnologiyasi aynan qorako‘l zotli qo‘y juni xomashyosi tarkibidagi begona aralashmalarni tozalash mashinalarida tolalarning fizik-mexanik xususiyatlarini hisobga olgan holda to‘la tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: jun tolasi, titish-tozalash, soda, saqlash, junni yuvish, kompleks, vodorod, : uglerod , vodorod, kislorod, azot oltingugurt.

Аннотация. В статье проведен комплексный анализ современной технологии первичной обработки шерстяного волокна в нашей республике с учетом физико-механических свойств волокон в машинах для очистки шерстяного сырья каракульской породы овец от посторонних примесей.

Ключевые слова: шерстяное волокно, очистка, сода, хранение, промывка шерсти, комплекс, водород, углерод, водород, кислород, азот, сера.

Abstract. The article provides a comprehensive analysis of modern technology for the primary processing of wool fibre in our republic, taking into account the physical and mechanical properties of fibres in machines for cleaning Karakul sheep wool raw materials from foreign impurities.

Keywords: wool fibre, cleaning, soda, storage, wool washing, complex, hydrogen, carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen, sulphur.

Kirish

Mamlakatimizda qabul qilinayotgan farmonlarda yetishtirilayotgan jun xomashyosi hajmini oshirishga qaratilgan chora tadbirlar tog‘risidagi ma’lumotlar keng yoritilmoqda, jumladan farmonida O‘zbekiston va Qoraqalpog‘iston respublikasida 2024 yil holatiga ko’ra 20711 ming tonna jun xomashyosini ishlab chiqarish shundan 8286 ming tonna jundan yigirilgan ip ishlab chiqarish maqsad qilingan. Hamda Respublikamiz Prezidentining 2021yil 8-iyuldagi PQ-5178 qaroriga asosan Respublikamiz tabiiy iqlimiga mos ravishda jun, teri xomashyosi va mayda shoxli mollarni import qilish orqali soxani rivojlantirish nazarda tutilgan. Jumladan jun xomashyosini dastlabki va qayta ishlash undan yarim tayyor, tayyor

ISSN 3030-3907

mahsulotlar ishlab chiqarish masalalari qo‘yilgan. Ushbu qarorga asosan qorako‘lchilik va jun sanoatini rivojlantirish qo‘mitasi shakillantirilib, shu qo‘mitaga junni qayta ishlash sanoati raqobatini rivojlantirish vazifalari yuklatilgan. Jun yetishtirish va qayta ishlash sohasini istiqbolli rejalari qarorda o‘z ifodasini topgan.

O‘zbekiston respublikasi mustaqillikka erishgach barcha sohalar jumladan qorako’lchilik va jun tolasini dastlabki ishlash texnologiyasi tubdan isloh qilindi. Respublikamizda tovar ishlab chiqarish va xususiy tadbirkorlikka juda katta e’tibor berildi. Buning natijasida jun mahsulotlarini dastlabki va qayta ishlash xususiy korxonalar va chet el bilan qo‘shma korxonalar jadal suratda ish boshladi.

Hozirda tabiiy tola va jun xomashyosiga bo‘lgan talab nafaqat jahonda balki O‘zbekistonda ham kundan kunga ortib bormoqda. Bu talabni qondirish uchun kimyoviy usulda sintetik tolalar olish va undan tayyor mahsulotlar tayyorlash texnologiyasi ham rivojlanib bormoqda. Biroq, sintetik tolalarning inson salomatligi uchun meditsina nuqtai nazaridan salbiy omillari mavjud. Shu sabab tabiiy to‘qmachilik tolalaridan foydalanish keng ehtiyoj sezilmoqda.Jun tolasi tabiiy xomashyo hisoblanib, undan to‘qilgan matolar bir qancha chidamlilik xususiyatlarga ega. Darhaqiqat, jun matolarining inson salomatligi uchun hech qanday salbiy ta’siri yo‘q. Jun tolasi yengil, pishiq, bo‘yaluvchan, cho‘ziluvchan haroratni yaxshi saqlovchanligi kabi xususiyatlari sabab, boshqa tolalardan yetakchi o’rinda turadi. Hozirga qadar jahon to‘qmachilik sanoatida jun xomashyosidan bo‘lgan matolar o‘z qimmatini yo‘qotgani yo‘q. Shu o‘rinda O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi ma’lumotida “ 2025- yil 26 iyul holatiga ko‘ra qo‘y va echkilarning umumiy soni 23694800 boshga yetdi va 84,1% dehqon xo’jaliklariga to‘g‘ri keldi. Qo‘y va echkilardan olingan jun 385730 tonnaga yetdi”

Qorako‘l zotiga mansub qo‘ylardan olinadigan jun dag‘al jun hisoblanib, asosan noto‘qima mahsulot tayyorlashda ishlatiladi. Ayrim xorijiy davlatlarda qorako‘l zotidan qirqib olingan dag‘al junlar tarkibidan mayin junlar ajratib olinib, yigirilib matolar to‘qiladi. Ammo bu dag‘al jundan mayin jun tolasini ajratish jarayoni murakkab bosqichlardan o‘tadi. Bu murakkab jarayon ancha iqtisodiy tomondan qimmatligi sabab sanoatda ommalashmagan. Junni dastlabki ishlash texnologiyasida uning fizik-mexanik va ximik xossalarini o’rganish muhim ahamiyatga ega. Junni bu xossalarini o’rganib undan keyingi yigiruv va to‘qimachilik sohasida ish olib borishga yetarli imkon yaratadi. Jun tolasining sifati darajasi uning ingichkaligi, uzunligi, egiluvchanligi, toblanuvchanligi kabi hususiyatlariga bog’liq.

ISSN 3030-3907

Adabiyotlardagi mavjud ma’lumotlarga ko‘ra, jun tarkibida oltingugurt miqdori ko‘paysa, uning yigiriluvchanlik xossasi yaxshilanar ekan. Romni-marsh zotiga mansub qo‘ylarning junida oltingugurt miqdori ko‘paygan sari uning uzilish pishiqligi (mustahkamligi) ortib borishi kuzatilgan.

O‘yuvchi natriyning 0,05% li eritmasi ta’sirida jun kalava pishiqligining 50% dan, cho‘ziluvchanligining 40% dan, vaznining 18% dan ko‘prog‘ini yo‘qotadi. Natijada u to‘qimachilikda foydalanish uchun yaroqsiz bo‘lib qoladi.

Jun tolalari boshqa xil to‘qimachilik tolalariga nisbatan eng kam issiqlik o‘tkazish qobiliyatiga ega. Shuning uchun ham hayvon organizmini sovuqdan saqlaydi.

Bir xil hajmdagi to‘qimachilik tolalari orasida eng yengili jundir. Jun tolalari kigizlanish xususiyatiga ega, barcha boshqa turdagi tolalar bunday xususiyatga ega emas.

Jun tolalari organizm sog‘lig‘i uchun muhim bo‘lgan ultrabinafsha nurlarni o‘tkazish va bo‘yoqlarni o‘zida puxta tutish, yuqori darajadagi qayishqoqlik kabi muhim xossalarga ega. Jun tolalarining chidamliligi, ingichkaligi ular bilan bir xil yo‘g‘onlikdagi temir simchaning chidamliligiga to‘g‘ri keladi, shu sababli ham jun buyumlarga bo‘lgan talab katta.

Jun sekin yonadi, shovqindan, elektr tokidan va tebranishdan yaxshi himoyalovchidir. Demak, kompleks xususiyatlariga ko‘ra, jun tolalari boshqa xil tolalarga nisbatan afzal hisoblanadi.

Har xil tolalar o‘rtasidagi farq qancha katta ekanligiga qarab bir xil junning ingichkaligi bir tekis, ikkinchisiniki esa notekis toifaga kiritiladi. Bundan tashqari, hayvon gavdasining turli qismlarida jun tolalarining ham ingichkaligi har xil bo‘ladi.

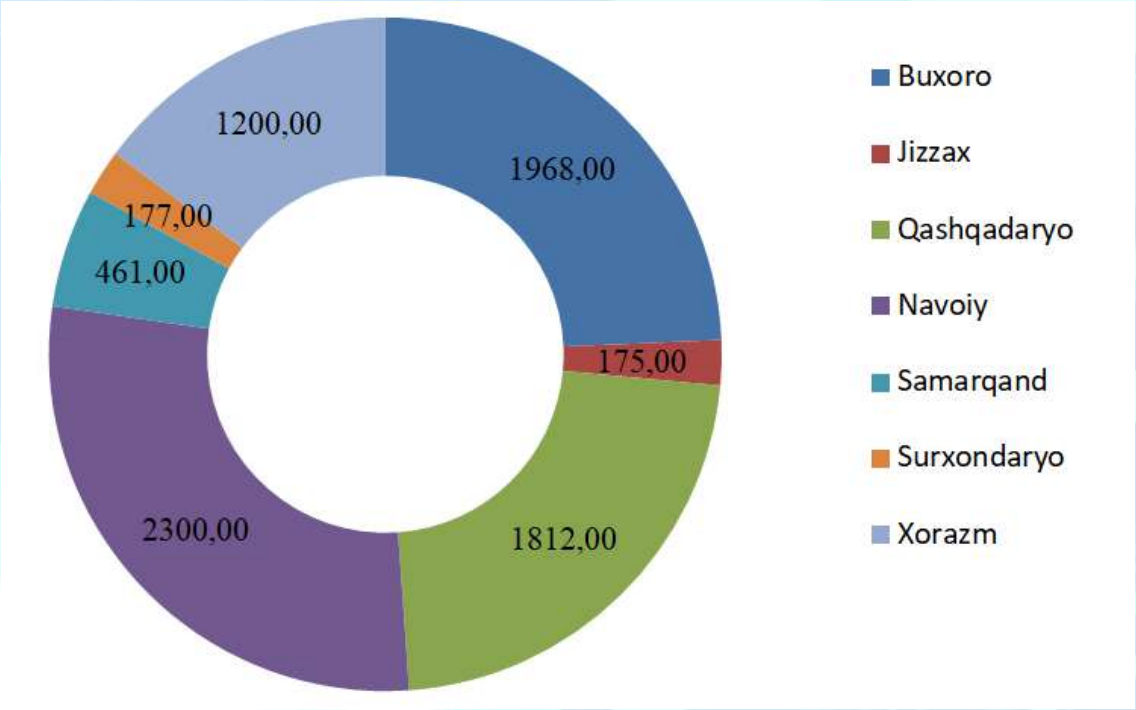
Tolaning jingalakligi yoziltirilgan, lekin tarang tortilmagan holdagi uzunligi uning *asl (haqiqiy) uzunligi* deb ataladi. Tabiiy uzunligi 5 sm dan kalta bo‘lgan jun taroqlab titish va kostyum hamda ko‘ylakbop silliq gazlama to‘qiladigan kalava tayyorlash uchun yaroqsizdir.

Hozirgi vaqtda o‘ziga xos tarzda cho‘zilgan, yigirilish xususiyatiga ega bo‘lgan mayin va egiluvchan tolalar to‘qimachilik tolalari hisoblanadi. Ular kelib chiqishiga ko‘ra tabiiy, sun’iy va sintetik xillarga bo‘linadi.

Tabiiy jundan boshqa tabiiy, suniy va sintetik tolalar bilan birgalikda foydalanish hamma turdagi tolalarning eng qimmatli xossalarini birlashtirish imkonini beradi.

Jun xomashyosi asosan qo‘ylardan qirqish usuli orqali olinadi. Eramizdan oldingi to‘rtinchi ming yillikdayoq odam qo‘ylarni urchitishda uning juni miqdorini ko‘paytirishga va sifatini yaxshilashga harakat qilgan. Insoniyat bugungi kunga kelib ushbu vazifani qisman amalga oshira oldi.

ISSN 3030-3907



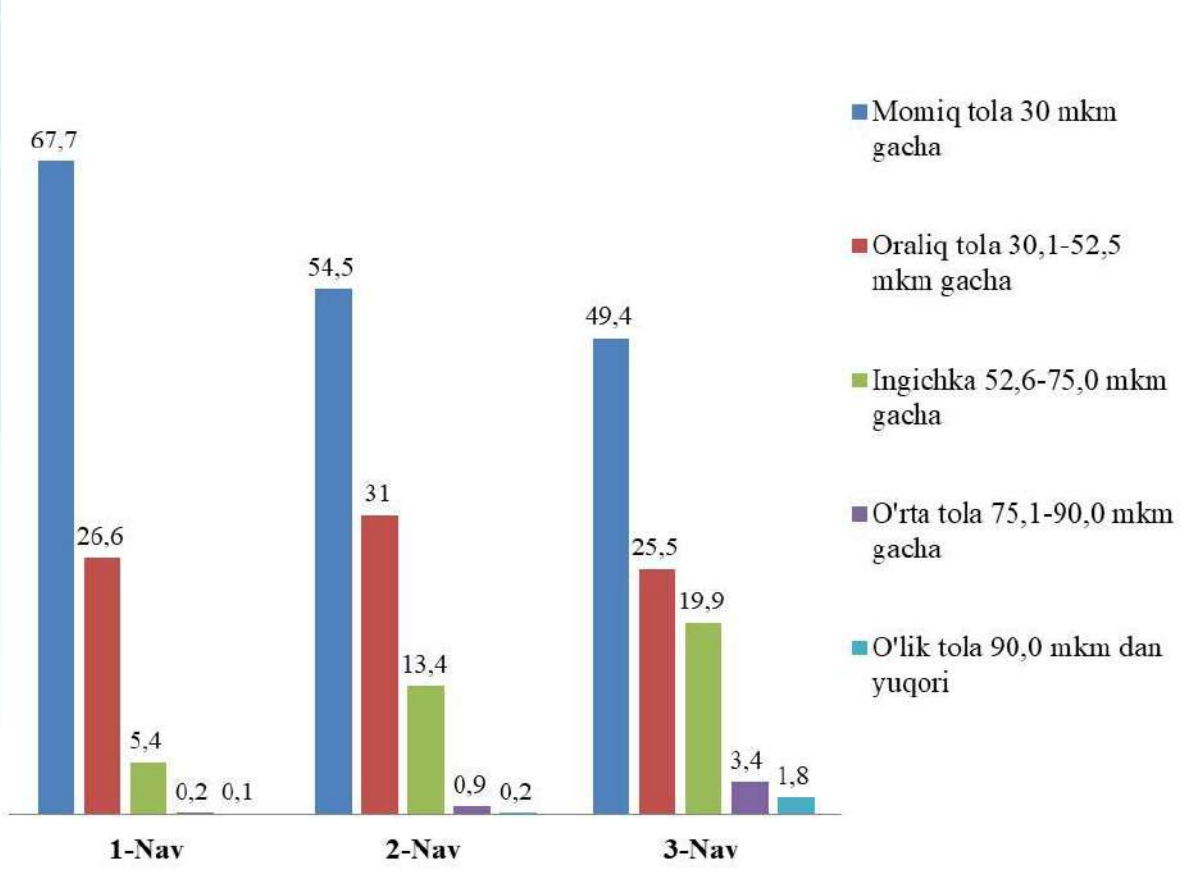
1-rasm.. Viloyatlarda boqilayotgan qorako‘l zotli qo‘ylarning ulushi, ming bosh.

Dastlabki vaqtlarda hamma qo‘ylardan ham har xil tolali, dag‘al jun olingan va bu jundan tabiiy holatda birinchi zaruriyat buyumlari — kigiz (namat), kiyim-kechak, poyabzal va hokazolar tayyorlash uchun foydalanilgan. Qalin mato, gilam, poyabzal, adyol ishlab chiqarish xomashyosi bo‘lgan dag‘al junga hozir ham ehtiyoj katta.

Hozirgi vaqtda dag‘al junli va yarim dag‘al junli qo‘ylar har xil maqsadda boqiladi, odatda, barra teri, po‘stin-mo‘yna xomashyosi, go‘sht, yog‘ va sut yetishtirish bilan bir qatorda ularning juni mahsuldorligining bir turi hisoblanadi.

Mintaqamizda umumiy boqilayotgan qo’ylarning 67.7 % ni qorako‘l zotli qo‘ylar tashkil etadi. Asosan ko‘proq jun tolasi yetishtirayotgan viloyatlarda boqilayotgan qorako‘l zotli qo’ylarning ulushi o‘rganildi va tahlil qilindi. O‘rganish natijalari quyidagi 2-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Qorakoʻl zotli qoʻy junining ingichkalik koʻrsatgichi va 3 ta navga koʻra tolalar ulushi, %

Qorakoʻl zotli qoʻylardan olinayotgan jun tolasi tarkibida 5 xil tipdagi tolalar uchraydi Ushbu 5 xil tolalar bir-biridan barcha koʻrsatgichlariga koʻra farqlanadi hamda 1,2 tipdagi tolalar ingichka va nisbatan yumshoq boʻlib, qolgan 3 ta tip esa dagʻal va moʻrt boʻladi. Ushbu 3 ta tip tolalari himoya tolalari deyiladi. Quyidagi gistogrammalarda qorakoʻl qoʻy zotidan olingan jun xomashyosining 3 ta navidagi tolalarning ingichkalik koʻrsatgichiga koʻra tolalar miqdori 2-rasmda keltirilgan

Fraksiyalarga ajratilmagan har xil dagʻal jun turlarining (ingichkaligi quyidagicha: 23,7 mkm dan 30,9 mkm gacha boʻlgani eng ingichka; 33,4 mkm dan 39,3 mkm gacha boʻlgani oʻrtacha ingichka; 40,2 mkm dan 45,8 mkm gacha boʻlgan dagʻallashgan va 46,5 mkm dan 62,5 mkm gacha boʻlgani juda dagʻal jun hisoblanadi.

Dagʻal junli qoʻy zotlaridan: qoʻy-teri — poʻstinbop, goʻshtdor- dumbali va qorakoʻl terili, qorakoʻl, sokol, malich, reshetilov, chushka, lezgin, tushino; afgʻon qoʻylari — giljon, turki, hozoragi va boshqalardan dagʻal jun olinadi.Har xil jun turlarida keratin hosil qiladigan ximiyaviy elementlar ularning tarkibida turlicha nisbatda boʻladi: uglerod salkam 50% ni, vodorod. 6—7% ni, kislorod 21—24% ni, azot 15—21% ni va oltingugurt 2—5% ni tashkil etadi.

ISSN 3030-3907

1- jadval

Qorako‘l zotli qo‘ylar junidagi qiltiq, oraliq tola va tivit tolalar miqdorining foizlardagi nisbati (I. M. Orlov ma’lumoti)

Qo‘ylarning jun tiplari va rang toifalari	Tolalar turlari foizlarda		
	Tivit tolalar(30 mkm gacha)	Oraliq tolalar(30 - 52 mkm)	Qiltiq tolalar(52-99 mkm)
Oqgul	38,2	39,8	22,0
G‘o‘zamoy	57,3	31,3	11,4
Nozik	73,4	26,3	0,3
Qiriq	83,3	17,7	—
Jigarrang	56,3	33,7	10,0
Ko‘k	50,5	40,1	9,5
Sur	57,6	34,3	8,1

O‘rta Osiyoda dag‘al jun namunalari tarkibida 0,2—0,3% sovun va 0,2—0,3% kalsiylangan soda bo‘lgan (40% li) sovun-soda eritmasida yuvish qabul qilingan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 2-sentabrdagi PF-6059-son farmoni
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 9-fevraldagi PQ-4984-son qaroriga
3. Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 6-iyuldagi 368-son qarori. https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/wool-market
5. .Respublikamiz Prezidentining 2021yil 8-iyuldagi PQ-5178 qaroriga
6. .Ismoyilov F.B Jun tolasini dastlabki ishlash texnologiyasi. Darslik. Buxoro.: «Bukhara Brilliant Cargo» nashriyoti, 2024. – 292 b.
7. ГОСТ 28491-90. Шерсть овечья немытая с отделением частей руна. Характеристика немытой шерсти.
8. Исмойилов И.Б. Чорвачилик сахасида жуннинг арзон олиш усуллари ва саноатда кенг қўлланиши. «Инсонга эътибор ва сифатли таълим йили» га бағишланган илмий-амалий анжуман. Бухоро 15-16 май 2023. .-Б.51-53 бет.
9. IsmoyilovI.B.,IsmoyilovF.B,Ko‘ldoshev.E.I, O‘zbekistonda yetishtirilayotgan jun xomashyosi mahsuldorligi va sifat ko‘rsatgichlari. Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy-texnikaviy jurnal. Buxoro: 2025. №2,;355-358b.
10. .Шерсть полугрубая и грубая неоднородная мытая сортированная ГОСТ 26588-85 Издание официального переиздание июнь 1997 г. с Изменением № 1, утвержденным в декабре.

ISSN 3030-3907

11. ГОСТ 30702-2000- Шерсть. Торговая сельскохозяйственно-промышленная классификация.
12. Слепнева. Е.В. Разработки шерстяных волокон с прогнозируемыми физико-механическими свойствами за счёт модификации исходного сырья. Дисс... канд. тех. наук- Казан. КНИТУ, Казан-2013. – 172 с.
13. Ismoyilov F.B Jun tolasini dastlabki ishlash texnologiyasi. Darslik. Buxoro.: «Bukhara Brilliant Cargo» nashriyoti, 2024 -46b
14. ГОСТ 20269-93.Шерсть. Методы определения разрывной нагрузки.
15. Rizaev Sh, Zokirov M, Sidorsov V, Ismoilov L, Ibragimov Yu. “Junshunoslik va jun tovarshunosligi”. Toshkent.: «Mehnat», 1985. – 221 b.
16. ИсмойиловФ.Б.,ИсмойиловИ.Б.Значениеиспользования наклонного очистителя первичной обработки. Universum технические науки//Москва.2023№7(112) июль, 2023г.Ст. 46-49
17. Ismoyilov I.B. Robototexnika uskunalarida junni qayta ishlashning arzon va samarador olish usullaru “Raqamli iqtisodiyod,electron hukumat va sun’iy intellekt uchun dasturiy vositalar,axborotlarni qayta ishlashning zamonaviy usullari” Respublika ilmiy-amaliy anjumani.Buxoro .20-22 oktabr 2023.-Б.178-181
18. Исмойилов И.Б.Химические свойства шерсти. «Инсонга эътибор ва сифатли таълим йили» га бағишланган илмий-амалий анжуман. Бухоро 15-16 май 2023. .-Б.50-51 бет
19. Исмойилов И.Б. Чорвачилик сахасида жуннинг арзон олиш усуллари ва саноатда кенг қўлланиши. «Инсонга эътибор ва сифатли таълим йили» га бағишланган илмий-амалий анжуман. Бухоро 15-16 май 2023. .-Б.51-53 бет
20. Ismoyilov I.B,Kuldashev E.I, Abrorov A.S, Ismoyilov F.B, Bozorov R.R. Improvement of the machine for wool scutching for obtaining ecologically clean fiber E3S Web of Conferences 390, 01010 (2023)AGRITECH-VIII2023 https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339001010
21. Исмойилов И.Б,Исмойилов Ф.Б.,Сатторова Н.Н. Новая разрыхтильная машина. «Современные инновационные технологии в легкой промышленности: проблемы и решения»материалы международной научно-практической конференции. Бухара, 2021г. 264-268 -стр.
22. Ismoyilov I.B., Dadaboyev F.M.,Madaliyev O.X. Jun namunalarini tashqi ko‘rinishini baholash uslublari.Tikuv-trikataj sanoatida innovatsion texnologiyalar,ishlab chiqarishdagi muammo,tahlil va sohani rivojlantirish istiqbollari mavzusida respublika ilmiy anjumani.Namangan,2024 1-tom.402-407,betlar
23. Ismoyilov I.B., Dadaboyev F.M.,Madaliyev O.X. Jun xom-ashosi tarkibidan begona aralashmalarni ajratish uslublari. Tikuv-trikataj sanoatida innovatsion

ISSN 3030-3907

texnologiyalar,ishlab chiqarishdagi muammo,tahlil va sohani rivojlantirish istiqbollari mavzusida respublika ilmiy anjumani.Namangan,2024 1-tom.408-414,betlar

24. Ismoyilov I.B., Alliyev N.F. Junni dastlabki tozalash jarayonida 2BT-150-SH mashinasining yangi konstruksiyadagi kolosnik panjarasini loyihalash. “Mexanika muammolarini yechishda innovatsion yechimlari va istiqbollari” mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjumani maqolalar to‘plami. Buxoro .17-18 may 2024 yil, 200-204 betlar

ISSN 3030-3907