ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 1

ISSN 3030 -3907

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

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

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

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

ISSN 3030-3907

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

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

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	The importance of proteins in medicine *Kholboev Yu. Kh.* *Abduraxmanov U.K.*	9
2	Gum metodologiyasi asosida analitik tarozilarda yuzaga keluvchi noaniqlik manbalarini modellashtirishning nazariy va amaliy jihatlari. *Axmedov B.M* *Karjaubaeva.A.I*	13
3	Furfurol asosida organik-noorganik gibrid ionitlar sintezi, tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalarining tadqiqi *Axmedov Vohid Nizomovich* *Jamilova Niginabonu Qobil qizi* *Bobomurodova Nafisa Bobomurod qizi*	21
4	Dizel bazasidagi gaz dvigatellari uchun tavsiya etiladigan motor moylarining asosiy sifat ko‘rsatkichlari *Ismailov Ergash Ulug‘bekovich*	29
5	Physicochemical characterization and thermal stability of sulfur cellulose composites obtained by inverse vulcanization *Saydullo Khamidovich Azimov* *Suvonkul Erkhonovich Nurmonov* *Umida Ruzimbayevna Baltayeva* *Orif Sharipovich Kodirov*	37
6	Metallarga mexanik ishlov berishda adaptiv boshqaruv tizimlarini qo‘llash *R.S. Ulug‘xojayev* *M.S.Maxammadziyoyev*	50
7	Elektr dvigateli tizimlarining energiya samaradorligini oshirishda tebranishga asoslangan texnik holat monitoring. *Ramazonov Bahodir G‘olib o‘g‘li*	56
8	Thermo-mechanical reliability enhancement of tube–header joints in air-cooled heat exchangers via controlled deformation management *Rakhimov Ganisher Bakhtiyorovich* *Ulug‘bek Shomurodov* *Abdulla Nasriddinov*	63
9	The effect of grain sprouts on fermentation processes and food quality *Askarova Khurshida Ekram kizi*	72
10	Production of fortified food products for children based on cereal bran *Askarova Khurshida Ekram kizi*	76
11	Problems in the architectural design of private student dormitories: local and foreign experience *A.M Umarov* *Nusratbek Kuchkorbekov*	80
12	Psixotrop moddalar aylanmasi sohasida tibbiy va farmatsevtika tashkilotlari faoliyatini takomillashtirish *Musurmonov Rabbim Ilhom o‘g‘li* *Tosheva Lola Sunnatovna* *Pasitova Zamira Oblaqulovna* *Eshkobilova Mavjuda Ergashboyevna*	90
13	Разработка и анализ передвижной механической лестницы для ухода за виноградниками и выполнения ремонтных работ *Собиров Холхужа Аббозович* *Худойбердиев Махмуджон*	101
14	Особенности течения и профилактика саркопении у пожилых людей *Шамсутдинова Гузель Баходировна*	108
15	Интеграция принципов проектирования туберкулёзных и пульмонологических больниц в архитектуру многофункциональных высотных жилых комплексов. *Ирина Вагифовна Габибова* *Хусанова Эзоза Мухтор кизи*	117
16	Взаимосвязь между полиморфизмом генов цитокинов и клиническими проявлениями рецидивирующих бронхитов у детей с тимомегалией *Маматкулова Дилрабо Хамидовна* *Шарипова Олия Аскаровна*	147

ISSN 3030-3907

	Бобомуродов Бобуржон Бобомурод ўғли	
17	O‘simlik antibiotiklari: tuzilishi va xususiyatlari *Eshmamatova Shaxrizoda* *Mamaderov Behruz* *Mansurova Dilafruz*	160
18	Лечение и профилактика ранней анемии недоношенных *Мардонова Севинч Холмирзоевна* *Тураева Исмигул Мухиддин кизи* *Облакулова Насиба Тохировна* *Рустамова Хабиба Хасановна*	166
19	Коррекция железодефицита как значимый фактор в профилактике осложнений беременности *Юлдашева Феруза Отабек кизи* *Шоназарова Доногул Абдували кизи* *Рустамова Хабиба Хасановна*	176
20	Моделирование трехмерных реагирующих струй на основе двухпараметрической модели турбулентности и численные реультаты исследования влияния исходного значения диссипации кинетической энергии турбулентности на параметры факела *Ходжиев С.* *Пиримов А.*	188
21	Arundo donax o‘simligi alkaloidlari asosida yangi hosilalar sintezi, tuzilishi va biologik faolligini o‘rganish *Xolmatov M.X.* *Beknazarov H.S.* *Turayev E.R.* *Allaberdiyev F.X.*	196
22	Kanakunjutning shifobaxsh xususiyatlari *To‘rayev Dilshodbek Jo‘rabek o‘g‘li* *Bozorov Sardor Zafar o‘g‘li* *Berkinov Diyorbek Asliddin o‘g‘li* *Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich*	202
23	Yengil sanoatda muhandislik va texnologik jarayonlarning innovatsion usullari *Sirojova Muxabbat Sodiq qizi*	209
24	Синтез и исследование четвертичных аммонийных солей на основе реакции n,n-диметиланилина с бензилхлорацетатом *Бекмуродов Зеҳниддин Озод ўғли* *Бурихонов Бахтиёр Холмирзаевич*	215
25	Совершенствование тактико-технических подходов в лечении пищеводных кровотечений на фоне портальной гипертензии *Азимова Гулноза Равшановна*	222
26	Tabiiy gazni quritish va tozalash jarayonining gidrodinamikasi *Q.K. Jumayev* *G‘.B. Zaripov* *G‘. G‘ Habibullayev*	232
27	Tabiiy gazni quritish va tozalash jarayonini markazdan qochma kuch maydonida jadallashtirush *Q.K. Jumayev* *G‘.B. Zaripov* *G‘. G‘ Habibullayev*	238
28	Разработка композиционных полимерных материалов и оптимизация технологии ротационного формования резервуаров для сельскохозяйственных машин защиты растений. *Юлдашев Нодирбек Бахрамович* *Юлдашев Бекзод Бахрамович* *Негматов Сойибжон Садикович*	244
29	Ўзбекистонда машинавий ўқитиш усулларини ахборот-таҳлилий фаолиятда қўллашдаги муаммолар хусусида *Ахмедов Фирдавс Камол ўғли*	250
30	Исследование иммунной и гормональной системы у детей с осложненной пневмонией *Шарипова Олия Аскаровна* *Маматкулова Дилрабо Хамидовна*	260
31	Modeling hydrogeological data based on the splayn method *Bakhramov Sayfiddin* *Khushvaktov Jaloliddin*	274

ISSN 3030-3907

	Gulboyev Abror	
32	Lingvistik lug‘atlar yordamida o‘quvchilarning muloqot madaniyatini shakllantirishning pedagogik asoslari *Xusanova Gulruxsor To‘lqin qizi* *Aliyeva Muhlisa Baxodir qizi*	287
33	“Nutrelon xorazm” mobil ilovasining algoritmi *Atajanova Zulfiya Nasrulla qizi*	293
34	Fungicidal and bactericidal properties of n9-substituted derivatives of 6-benzylaminopurine *Baymuratova Gulbaxar Orinbayevna*	300
35	Comparative density functional theory study of cis and trans isomers of biuret monometaphosphate (bmmf): electronic structure, reactivity descriptors, and coordination properties *Gulyayra Kholikova* *Maftuna Narzullayeva* *Fariza Gaybulloyeva* *Uktam Mardonov* *Baxtiyor Ganiev*	309
36	Oleanol kislotaning biologik faol aminobirikmalar bilan komplekslarini olish *Shahnoza Boboyorova* *Ozoda Salohiddinova* *Rahmat Esanov* *Maxmudjon Gafurov*	329
37	“Boburnoma - buyuk shoh va shoir xotiralari” *Davlatmurodova Farangiz Shavkat qizi*	338
38	Refining of cottonseed oil using an alkaline extract solution derived from cotton stalk ash and evaluation of the physicochemical properties of the refined oil *Boltaev Mirjalol* *Serkaev Kamar*	343
39	Герундий *Юсупов Джангир Олтинбекович* *Ибрагимова Севда Джахангировна* *Бекназарова Мохия Кенжаевна*	356
40	Application and development prospects of dynamic pumps in modern industry *Norboyev Abduahat Tohir o‘g‘li* *Tolibov Behruz Turg‘unboy o‘g‘li* *Pardaliyev Baxodir Marat o‘g‘li* *Yusupov Otabek Ulug‘bek o‘g‘li*	361
41	$MapbI_3$ perovskit kvant nuqtalarning xona haroratida sintezi hamda tozalash usuli *Norboyev Qodirbek Mardonqul o‘g‘li* *Tashpulatov Xurshid Shukorovich* *Toshpulatov Doston Tolmas o‘g‘li* *Normurodov Otajon Uktamovich* *Xursandov Jasurbek Muhammad o‘g‘li*	368
42	Tarkibida vismut-kobalt saqlagan ftalosianin qo‘shmetalli birikmasining iq-spektroskopik tahlili *N. Qosimova* *J. Fayziyev* *O. J. Axmedov*	375
43	Квантово-химическое и экспериментальное исследование реакций пиридина с эфирами монохлоруксусной кислоты *Ражабова Гулноза Рустам кизи* *Бурихонов Бахтиёр Холмирзаевич* *Бердимуродов Элёр Тухлиевич*	382
44	Artificial intelligence algorithms in adaptive control systems: development and application *Tuychiyev Olimjon Alimjonovich* *Riskulova Sitora Uktam qizi*	390
45	Синтез и исследование четвертичных аммониевых солей на основе реакции этиленхлоргидрина с трибутиламином *Ахмадова Рушана Сирожиддин кизи* *Бурихонов Бахтиёр Холмирзаевич* *Журакулова Нигора Холматовна*	396
46	Paxta tarkibidagi mayda iflosliklarni ajratish usullari tahlili *Ikromov Shaxobiddin Shamsutdin o‘g‘li*	404

ISSN 3030-3907

	Xashimov Sabitxan *Muradov Rustam Muradovich* *Toshpo'latov Mansurbek Bekpo'latovich*	
47	Zamonaviy ta'lim muhitida blended learning modelini learning analytics vositalari orqali monitoring qilish va sifatini oshirish *Shamuratov Alimbay Kamiljanovich*	410
48	Shtm-1300/300 shnekli-tishli maydalagichining ishchi organlari yeyilishini kamaytirish orqali samaradorligini oshirish *Kamolov Nuriddin Bomurotovich* *Suleymanova Mukaddas Baxtiyarovna* *Raxmonov Izzat Ilxomovich* *Kaxxarov Orif Odilovich*	419
49	Farg'ona viloyatida jamoat yo'lovchi transporti yo'nalishlari tarmog'ining shakllanishi va uning hududiy rivojlanishdagi o'rni tahlili *Nazarov Anvar Aripovich* *Siddiqov Beknazar Jumanazar o'g'li*	430
50	Para-aramid tolali trikotaj materiallari *Turaxujayeva Nilufar Nazirjanovna*	437
51	Tarqoq parametrli nochiziq magnit zanjirlarda yuqori garmonikalar tahlili *Amirov Sulton Fayzullayevich* *Sattorov Toshpo'lot Ahmad o'g'li* *Murodov Behruzjon Barot o'g'li*	446
52	Poliefir hamda epoksi emulsiya qoplamasi asosida ishlab chiqarilgan uzluksiz bazalt tolalarining fizik-mexanik ko'rsatkichlarini o'rganish *Tojidinov Mashhurbek Baxodirovich* *Vafayev Oybek Shukurlayevich* *O'rolov Sanjar Bahrom O'G'Li*	458
53	Tarixiy poetika va uning hozirgi davrdagi ahamiyati *Ibragimova Azada Gulumbayevna*	465
54	Multinational enterprises' fdi ownership strategy *Imomova Mokhizoda Azim kizi*	473
55	Tarkibida qalay saqlovchi ftalotsianin birikmalari sintezida boshlangich moddalar nisbati va olingan moddaning iq spektri taxlili *Ch.A. Musayev* *J. B. Fayziyev* *O. J. Axmedov*	477

ISSN 3030-3907

THE IMPORTANCE OF PROTEINS IN MEDICINE

Kholboev Yu. Kh.
Andijan State Medical Institute Doctor of Chemical Sciences
Abduraxmanov U.K.
Andijan State Medical Institute Professor PhD in Chemistry Associate Professor

Abstract. Proteins are one of the most important biomolecules in living organisms. They perform many essential biological functions and play a critical role in medical science. Proteins are involved in the structure of cells, regulation of metabolic processes, immune defense, and transportation of substances in the body. In modern medicine, proteins are used for diagnosis, treatment, and prevention of many diseases. This article discusses the structure and classification of proteins, their biological functions, and their significance in medicine.

Keywords: proteins, amino acids, enzymes, antibodies, hormones, medical biochemistry, therapeutic proteins.

Annotatsiya. Oqsillar tirik organizmlardagi eng muhim biomolekulalardan biridir. Ular ko‘plab hayotiy zarur biologik funksiyalarni bajaradi va tibbiyot fanida muhim o‘rin tutadi. Oqsillar hujayra tuzilmasida, modda almashinuvi jarayonlarini tartibga solishda, immun himoyada hamda organizmda moddalarni tashishda ishtirok etadi. Zamonaviy tibbiyotda oqsillar turli kasalliklarni aniqlash, davolash va oldini olishda keng qo‘llaniladi. Ushbu maqolada oqsillarning tuzilishi va tasnifi, ularning biologik funksiyalari hamda tibbiyotdagi ahamiyati yoritiladi.

Kalit so‘zlar: oqsillar, aminokislotalar, fermentlar, antitanachalar, gormonlar, tibbiy biokimyo, terapevtik oqsillar.

Аннотация. Белки являются одними из наиболее важных биомолекул в живых организмах. Они выполняют множество жизненно необходимых биологических функций и играют ключевую роль в медицинской науке. Белки участвуют в формировании клеточных структур, регуляции метаболических процессов, иммунной защите и транспорте веществ в организме. В современной медицине белки широко используются для диагностики, лечения и профилактики различных заболеваний. В данной статье рассматриваются структура и классификация белков, их биологические функции, а также их значение в медицине.

Ключевые слова: белки, аминокислоты, ферменты, антитела, гормоны, медицинская биохимия, терапевтические белки.

1. INTRODUCTION.

Proteins are complex organic macromolecules composed of amino acids linked by peptide bonds. They are essential components of all living cells and

ISSN 3030-3907

tissues. The word "protein" originates from the Greek word *proteios*, meaning "primary" or "most important." In the human body, proteins are responsible for many biological processes including enzyme catalysis, cell signaling, immune protection, and structural support [1]. Due to these functions, proteins have significant importance in medicine, biotechnology, and pharmacology. Proteins are formed from **20 standard amino acids**, and their specific sequence determines their biological activity [2]. In medicine, the study of proteins helps scientists understand disease mechanisms and develop new therapeutic drugs.

2. STRUCTURE OF PROTEINS.

Proteins have four levels of structural organization. Each level contributes to the final biological activity of the protein molecule [3].

Table 1.

Levels of Protein Structure

Structure Level	Description	Example
Primary structure	Linear sequence of amino acids connected by peptide bonds	Insulin
Secondary structure	Local folding such as α-helix or β-sheet	Keratin
Tertiary structure	Three-dimensional folding of the entire polypeptide chain	Myoglobin
Quaternary structure	Combination of multiple protein subunits	Hemoglobin

The correct folding of proteins is very important. Misfolded proteins can cause serious diseases such as **Alzheimer's disease, Parkinson's disease, and prion diseases**.

3. BIOLOGICAL FUNCTIONS OF PROTEINS.

Proteins perform a wide variety of biological functions necessary for life.

Table 2.

Major Functions of Proteins in the Human Body

Function	Example Protein	Medical Importance
Enzymatic function	Amylase, pepsin	Catalyze biochemical reactions
Structural function	Collagen, keratin	Maintain tissue structure
Transport function	Hemoglobin	Transport oxygen in blood
Hormonal function	Insulin	Regulate metabolism
Immune protection	Antibodies	Protect against infections
Storage	Ferritin	Store essential elements

These functions demonstrate why proteins are fundamental for normal physiological processes [4].

ISSN 3030-3907

4. PROTEINS IN MEDICAL DIAGNOSIS.

Proteins are widely used as **biomarkers** in medical diagnostics. Changes in protein concentration in blood or tissues can indicate the presence of disease.

Table 3.

Diagnostic Protein Biomarkers

Protein Biomarker	Disease Indication
Troponin	Heart attack
C-reactive protein (CRP)	Inflammation
Hemoglobin A1c	Diabetes monitoring
Prostate-specific antigen (PSA)	Prostate cancer
Albumin	Liver or kidney disease

Modern diagnostic methods such as **ELISA, immunoassays, and electrophoresis** rely heavily on protein detection.

5. THERAPEUTIC PROTEINS IN MEDICINE.

Therapeutic proteins are widely used to treat many diseases. Biotechnology allows the production of recombinant proteins that act as medicines [5].

Table 4.

Examples of Therapeutic Proteins

Protein Drug	Disease Treated
Insulin	Diabetes mellitus
Interferons	Viral infections, cancer
Monoclonal antibodies	Cancer, autoimmune diseases
Erythropoietin	Anemia
Growth hormone	Growth disorders

These protein-based drugs are safer and more targeted compared with many traditional chemical drugs.

6. PROTEINS AND THE IMMUNE SYSTEM.

Proteins play a central role in immune defense. Antibodies (immunoglobulins) are specialized proteins produced by B-lymphocytes that recognize and neutralize pathogens. Vaccines also work by stimulating the body to produce protective antibodies [6]. Many modern vaccines use **protein antigens** or **recombinant proteins**.

7. NUTRITIONAL AND CLINICAL IMPORTANCE OF PROTEINS.

Adequate protein intake is essential for human health. Protein deficiency can lead to severe health problems such as:

- **Kwashiorkor**
- **Muscle wasting**
- **Immune system weakness**

ISSN 3030-3907

- **Delayed growth in children**

Table 5.

Protein Requirements for Different Age Groups

Age Group	Recommended Daily Protein Intake
Children	1.0–1.2 g/kg body weight
Adults	0.8 g/kg body weight
Pregnant women	1.1 g/kg body weight
Elderly	1.0–1.2 g/kg body weight

Proper nutrition ensures the body has enough amino acids to synthesize necessary proteins.

8. Modern Research on Proteins Advances in **proteomics**, **biotechnology**, and **genetic engineering** have significantly expanded the role of proteins in medicine. Scientists now study protein structures and interactions to develop:

- new drugs
- personalized medicine
- targeted cancer therapies
- diagnostic biosensors

Protein engineering also allows scientists to design proteins with improved therapeutic properties.

9. CONCLUSION. Proteins are fundamental molecules that perform numerous essential functions in the human body. Their importance in medicine is evident in diagnostics, therapeutic drug development, immune protection, and nutritional health. Modern biomedical research continues to explore the potential of proteins for improving disease treatment and prevention. Understanding protein structure and function remains one of the most important areas of medical and biochemical research.

REFERENCES

1. Nelson, D., Cox, M. (2017). *Lehninger Principles of Biochemistry*. W.H. Freeman.
2. Berg, J., Tymoczko, J., Gatto, G. (2019). *Biochemistry*. W.H. Freeman.
3. Voet, D., Voet, J. (2016). *Biochemistry*. Wiley.
4. Lodish, H. et al. (2021). *Molecular Cell Biology*. W.H. Freeman.
5. Alberts, B. et al. (2022). *Molecular Biology of the Cell*. Garland Science.
6. Walsh, G. (2018). *Biopharmaceuticals: Biochemistry and Biotechnology*. Wiley.

ISSN 3030-3907

GUM METODOLOGIYASI ASOSIDA ANALITIK TAROZILARDA YUZAGA KELUVCHI NOANIQLIK MANBALARINI MODELLASHTIRISHNING NAZARIY VA AMALIY JIHATLARI.

Axmedov B.M
O‘zbekiston Respublikasi Kadastr palatasi boshqarma boshlig‘i, professor, texnika fanlari doktori
Karjaubaeva.A.I
Toshkent davlat texnika universiteti, “Metrologiya, texnik jihatdan tartibga solish, standartlashtirish va sertifikatlashtirish” kafedrasi 2-kurs magistranti

Annotatsiya. Analitik tarozilarni kalibrlash jarayonida o‘lchash natijalarining ishonchliligini ta’minlash metrologiya sohasining asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi, chunki yuqori aniqlikdagi o‘lchashlarda noaniqlikni to‘g‘ri baholash natijaning sifatini belgilab beradi. Zamonaviy metrologiyada noaniqlikni baholashning xalqaro tan olingan yondashuvi sifatida GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) standarti qabul qilingan bo‘lib, u o‘lchash natijasini bir nechta kirish kattaliklarining funksiyasi sifatida qarashni talab etadi [1]. Tadqiqot jarayonida Mettler-Toledo firmasining MA204/A rusumli analitik tarozisi tanlandi. Analitik tarozining diskretligi d=0,001g bo‘lib, yuqori aniqlikga tarozi hisoblanadi.Modellashtirish jaroyoning amaliy bosqichi shuni ko‘rsattiki, agar dominant manbalar 30–50% ga kamaytirilsa, umumiy noaniqlik 25–40% gacha pasayishi mumkin, bu esa amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega natija hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: analitik tarozi, dreyf, diskretlik, sezgirlik va korrelyatsiya koeffitsiyenti, eksentriklik nuqtalari va boshqalar.

Аннотация. Обеспечение достоверности результатов измерений при калибровке аналитических весов является одной из основных задач метрологии, поскольку при высокоточных измерениях корректная оценка неопределённости определяет качество получаемого результата. В современной метрологии в качестве международно признанного подхода к оценке неопределённости принят стандарт GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement), согласно которому результат измерения рассматривается как функция нескольких входных величин [1]. В ходе исследования в качестве объекта была выбрана аналитическая весы модели MA204/A фирмы Mettler-Toledo. Дискретность аналитических весов составляет d = 0,001 г, что характеризует их как высокоточное измерительное средство. Практическая реализация процесса математического моделирования показала, что при снижении доминирующих источников неопределённости на 30–50% суммарная

ISSN 3030-3907

неопределённость может уменьшиться на 25–40%, что представляет значительный практический интерес.

Ключевые слова: аналитические весы, дрейф, дискретность, коэффициент чувствительности и корреляции, эксцентриситет и др.

Abstract. Ensuring the reliability of measurement results during the calibration of analytical scales is one of the main tasks of the field of metrology, since in high-precision measurements, the correct assessment of uncertainty determines the quality of the result. The GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) standard is the internationally recognized approach to uncertainty assessment in modern metrology, which requires the measurement result to be viewed as a function of several input quantities [1]. In the course of the research, the analytical scale MA204/A of the firm Mettler-Toledo was selected. The discretization of the analytic scales is d = 0.001 G, which is a scale to high accuracy.The practical stage of the modeling process showed that if the dominant sources are reduced by 30–50%, the overall uncertainty can be reduced by 25–40%, which is a practically significant result.

Keywords: analytical balance, drift, discreteness, sensitivity and correlation coefficient, eccentricity points, etc.

KIRISH.

Analitik tarozilarni kalibrlash jarayonida o‘lchash natijalarining ishonchliligini ta’minlash metrologiya sohasining asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi, chunki yuqori aniqlikdagi o‘lchashlarda noaniqlikni to‘g‘ri baholash natijaning sifatini belgilab beradi. Zamonaviy metrologiyada noaniqlikni baholashning xalqaro tan olingan yondashuvi sifatida GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) standarti qabul qilingan bo‘lib, u o‘lchash natijasini bir nechta kirish kattaliklarining funksiyasi sifatida qarashni talab etadi [1]. Ushbu yondashuvga ko‘ra, har bir ta’sir etuvchi omil alohida baholanadi va ularning umumiy ta’siri yig‘indi noaniqlik orqali aniqlanadi. Analitik tarozilar uchun bu masala ayniqsa dolzarb hisoblanadi, chunki ular mikrogramm darajasidagi o‘zgarishlarga sezgir bo‘lib, tashqi muhit va texnik omillar ularning ko‘rsatkichiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi mumkin [2]. Shu sababli, analitik tarozilarni kalibrlash jarayonida noaniqlik manbalarini aniqlash, ularni matematik modellashtirish va umumiy noaniqlikka qo‘shadigan ta’sirini baholash muhim ilmiy vazifa hisoblanadi.

Kalibrlash jarayonida xatolik quyidagi funksional bog‘liqlik orqali ifodalanadi:

$$E = I - m_{ref}, \qquad (1)$$

ISSN 3030-3907

bu yerda E — o‘lchash xatoligi, I — tarozi ko‘rsatkichi, m_ref — etalon massa hisoblanadi. Ammo amaliyotda o‘lchash jarayoniga bir nechta qo‘shimcha omillar ta’sir ko‘rsatadi, shuning uchun to‘liq matematik model quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$E = I - m_{ref} + \sum_{i=1}^{n} \Delta_i \quad (2)$$

Analitik tarozilarni kalibrlash jarayonida noaniqlik manbalarini to‘g‘ri identifikatsiya qilish matematik modellashtirishning asosiy bosqichlaridan biri hisoblanadi, chunki noaniqlikni baholash aniqligi bevosita kirish kattaliklarining to‘liq va to‘g‘ri hisobga olinishi bilan bog‘liq bo‘ladi. GUM talablariga ko‘ra, har bir ta’sir etuvchi omil alohida kirish kattaligi sifatida qaralib, uning standart noaniqligi baholanishi lozim [1]. Mazkur tadqiqotda noaniqlik manbalari ikki asosiy guruhga ajratildi, ya’ni tarozi ko‘rsatkichi bilan bog‘liq omillar va etalon tosh bilan bog‘liq omillar. Birinchi guruhga tarozining nol nuqtasidagi xatoligi, diskretlik (raqamlashtirish xatoligi), takrorlanuvchanlik va yukning nomarkaziy joylashishi kabi omillar kiritildi, ikkinchi guruhga esa havo muhiti ta’siri, tarozi toshining dreyfi va uning nominal massa noaniqligi kiritildi [2].

Tarozi ko‘rsatkichi bilan bog‘liq noaniqlik manbalari ichida takrorlanuvchanlik muhim o‘rin tutadi, chunki u o‘lchash natijalarining tasodifiy tarqalishini ifodalaydi. Takrorlanuvchanlikni baholash uchun bir xil yuklamada bir nechta o‘lchashlar amalga oshirilib, ularning o‘rta arifmetik qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\bar{I} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} I_i \quad (3)$$

bu yerda $\bar{I}$ — o‘rta arifmetik qiymat, I_i — alohida o‘lchash natijalari, n — o‘lchashlar soni hisoblanadi. Keyingi bosqichda o‘lchash natijalarining tarqalishini baholash uchun standart og‘ish quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(I_i - \bar{I})^2} \quad (4)$$

ushbu qiymat tasodifiy noaniqlikning asosiy ko‘rsatkichi bo‘lib, u o‘lchash jarayonining barqarorligini tavsiflaydi [3]. Takrorlanuvchanlikdan kelib chiqadigan standart noaniqlik esa quyidagicha aniqlanadi:

$$u_{rep} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

bu yerda u_{rep} — takrorlanuvchanlikdan kelib chiqadigan standart noaniqlik hisoblanadi. Ushbu formula GUM talablariga muvofiq ravishda Tip A baholash usuliga tegishli bo‘lib, eksperimental ma’lumotlar asosida hisoblanadi [1].

Analitik tarozilarni kalibrlash jarayonida yukning nomarkaziy joylashishi (eksentriklik) muhim noaniqlik manbasi hisoblanadi, chunki yuk platforma markazidan chetga siljiganda tarozi ko‘rsatkichida qo‘shimcha og‘ishlar yuzaga keladi va bu holat o‘lchash natijasiga sistematik ta’sir ko‘rsatishi mumkin [2].

ISSN 3030-3907

Ushbu omilni baholash uchun yuk turli nuqtalarda joylashtirilib, markaziy holat bilan solishtiriladi va absolyut xatolik quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\Delta I_i = I_i - I_0 \quad (6)$$

bu yerda ΔI_i — i-nuqtadagi xatolik, I_i — i-nuqtadagi ko‘rsatkich, I_0 — markazdagi ko‘rsatkich hisoblanadi. Eksentriklikdan kelib chiqadigan standart noaniqlik to‘g‘ri burchakli taqsimot qonuniga asoslanib quyidagicha baholanadi:

$$u_{ecc} = \frac{\Delta I_{max}}{\sqrt{3}} \quad (7)$$

bu yerda ΔI_{max} — maksimal aniqlangan farq bo‘lib, u platformaning turli nuqtalaridagi o‘lchash natijalarining eng katta og‘ishini ifodalaydi. Ushbu baholash usuli Tip B toifasiga kiradi va normativ hujjatlarda tavsiya etilgan yondashuv hisoblanadi [3].

Tarozi ko‘rsatkichi bilan bog‘liq yana bir muhim omil — diskretlik (raqamlashtirish xatoligi) bo‘lib, u o‘lchash natijalarining cheklangan aniqlikda qayd etilishi bilan bog‘liq. Diskretlikdan kelib chiqadigan standart noaniqlik ham to‘g‘ri burchakli taqsimot asosida quyidagicha aniqlanadi:

$$u_d = \frac{d}{\sqrt{3}} \quad (8)$$

bu yerda **d** — tarozi bo‘linma qiymati hisoblanadi. Ushbu omil ayniqsa kichik massalarni o‘lchashda sezilarli ahamiyatga ega.

Etalon tosh bilan bog‘liq noaniqlik manbalari ichida havo muhiti ta’siri alohida o‘rin tutadi, chunki havo zichligi tufayli yuk va etalon tosh o‘rtasida Arximed kuchi farqi yuzaga keladi. Ushbu ta’sirdan kelib chiqadigan noaniqlik quyidagi munosabat asosida baholanadi:

$$u_{air} = \frac{mpe}{\sqrt{3}} \quad (9)$$

bu yerda **mpe** — ruxsat etilgan maksimal xatolik hisoblanadi. Shu bilan birga, tarozi toshining vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishi (dreyf) ham hisobga olinadi va u quyidagi ifoda orqali baholanadi:

$$u_{drift} = \frac{D}{\sqrt{3}} \quad (10)$$

bu yerda **D** — dreyf diapazoni bo‘lib, odatda mpe ga teng deb qabul qilinadi [2].Shu tariqa, barcha asosiy noaniqlik manbalari matematik model tarkibiga kiritilib, ularning standart noaniqliklari aniqlanadi.

Aniqlangan barcha noaniqlik manbalarini yagona matematik model doirasida birlashtirish uchun ularning yig‘indi standart noaniqligini hisoblash talab etiladi. Bu esa GUM standartiga muvofiq ravishda kvadratlar yig‘indisi qonuniga asoslanadi [1]. Ushbu qonunga ko‘ra, agar kirish kattaliklari o‘zaro korrelyatsiyalanmagan deb qabul qilinsa, yig‘indi standart noaniqlik quyidagi formula orqali aniqlanadi:

ISSN 3030-3907

$$u_c(E) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (c_i \cdot u_i)^2} \quad (11)$$

Mazkur tadqiqotda qabul qilingan matematik model chiziqli bo‘lganligi sababli sezgirlik koeffitsiyentlari quyidagicha aniqlanadi:

$$c_i = \frac{\partial E}{\partial x_i} \quad (12)$$

bu yerda $\mathbf{x_i}$ — kirish kattaliklari hisoblanadi. Agar (2)-formulaga muvofiq model $E = I - m_{ref} + \sum \Delta_i$ ko‘rinishda bo‘lsa, u holda barcha parametrlar uchun sezgirlik koeffitsiyentlari absolyut qiymatda 1 ga teng bo‘ladi. Bu esa hisob-kitoblarni sezilarli darajada soddalashtiradi. Shu sababli (11)-formula quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$u_c(E) = \sqrt{u_{rep}^2 + u_{ecc}^2 + u_d^2 + u_{air}^2 + u_{drift}^2}, \quad (13)$$

ushbu ifoda analitik tarozilarni kalibrlash jarayonida noaniqlikni baholash uchun asosiy hisoblanadi.Keyingi bosqichda kengaytirilgan noaniqlik aniqlanadi, u quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$U = k \cdot u_c \quad (14)$$

Odatda **k = 2** deb qabul qilinadi, bu taxminan 95% ishonchlilik darajasiga mos keladi [1]. Ushbu yondashuv metrologiya amaliyotida keng qo‘llanilib, o‘lchash natijalarining ishonchli intervalini aniqlash imkonini beradi. Shu tariqa, barcha noaniqlik manbalari yagona matematik model doirasida birlashtirilib, ularning umumiy ta’siri baholanadi.

Matematik modelni amaliy jihatdan qo‘llash uchun har bir noaniqlik manbasi bo‘yicha aniq hisob-kitoblar amalga oshirildi va ularning qiymatlari eksperimental ma’lumotlar asosida baholandi. Tadqiqotda 200 g etalon tosh bilan o‘tkazilgan 10 ta o‘lchash natijalari asosida takrorlanuvchanlik aniqlandi va standart og‘ish **s = 0.000042 g** ekanligi qayd etildi. Ushbu qiymatdan kelib chiqib, (5)-formulaga muvofiq standart noaniqlik quyidagicha hisoblandi:

$$u_{rep} = 0.000042 / \sqrt{10} = 0.000013 \text{ g} \quad (15)$$

ushbu natija tasodifiy noaniqlikning juda kichik ekanligini ko‘rsatadi va tarozining yuqori barqarorlikka ega ekanligini tasdiqlaydi. Yukning nomarkaziy joylashishi ta’siri eksperimental ravishda baholanib, maksimal farq $\mathbf{\Delta I_{max}}$ = **0,0005 g** ekanligi aniqlandi va (7)-formulaga muvofiq standart noaniqlik quyidagicha topildi:

$$u_{ecc} = 0.0005 / \sqrt{3} = 0.000289 \text{ g} \quad (16)$$

bu qiymat umumiy noaniqlikka sezilarli ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Diskretlik uchun **d = 0,0001 g** deb qabul qilinib, (8)-formulaga asosan:

$$u_d = 0.0001 / \sqrt{3} = 0.000058 \text{ g} \quad (17)$$

ISSN 3030-3907

qiymati olindi. Etalon tosh bilan bog‘liq noaniqlik manbalari uchun **mpe = 0,0003 g** deb qabul qilinib, (9) va (10)-formulalarga muvofiq:

$$u_{air} = 0.000173 \text{ g}, u_{drift} = 0.000173 \text{ g} \quad (18)$$

qiymatlar aniqlandi. Ushbu natijalardan ko‘rinib turibdiki, takrorlanuvchanlikdan kelib chiqadigan noaniqlik eng kichik ulushga ega bo‘lib, asosiy ta’sir eksentriklik va dreyf hissasiga to‘g‘ri keladi, bu esa keyingi tahlil bosqichida muhim ahamiyatga ega bo‘ladi.

Aniqlangan barcha standart noaniqliklarni yagona model doirasida birlashtirish uchun yig‘indi standart noaniqlik (13)-formulaga muvofiq hisoblandi. Bu jarayonda har bir manbaning kvadratik ulushi hisobga olindi, chunki aynan ushbu yondashuv GUM standartida tavsiya etilgan va u noaniqliklarni mustaqil manbalar sifatida qarashni nazarda tutadi [1]. Hisob-kitoblarni amalga oshirishda oldingi bosqichda aniqlangan qiymatlar qo‘llanildi, ya’ni:

u_{rep} = 0,000013 g,u_{ecc} = 0,000289 g, u_d = 0,000058 g, u_{air} = 0,000173 g,u_{drift} = 0,000173 g.

Ushbu qiymatlar (13)-formulaga qo‘yilib, yig‘indi standart noaniqlik quyidagicha aniqlandi:

$$u_c = \sqrt{[(0.000013)^2 + (0.000289)^2 + (0.000058)^2 + (0.000173)^2 + (0.000173)^2]} \quad (19)$$

hisoblash natijasida: u_c = 0.00034 g qiymati olindi. Ushbu natija analitik tarozining umumiy standart noaniqligini ifodalaydi va u barcha manbalarning yig‘indi ta’sirini qamrab oladi.

Keyingi bosqichda kengaytirilgan noaniqlik (14)-formulaga muvofiq hisoblandi:

$$U = 2*0.00034 = 0.00068 \text{ g} \quad (20)$$

bu yerda **k = 2** deb qabul qilingan bo‘lib, bu taxminan 95% ishonchlilik darajasiga mos keladi [1]. Olingan natijalarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, umumiy noaniqlikning asosiy qismi eksentriklik va dreyf hissasiga to‘g‘ri keladi, chunki ularning kvadratik ulushi boshqa manbalarga nisbatan ancha katta hisoblanadi. Takrorlanuvchanlik esa juda kichik qiymatga ega bo‘lib, uning ta’siri deyarli sezilmaydi. Bu esa analitik tarozilarda asosiy muammo tasodifiy emas, balki sistematik omillar bilan bog‘liq ekanligini ko‘rsatadi. Shu tariqa, hisob-kitob natijalari matematik modelning to‘g‘ri tuzilganligini va uni amaliyotda qo‘llash mumkinligini tasdiqlaydi.

Yig‘indi standart noaniqlik aniqlanganidan so‘ng, har bir manbaning umumiy noaniqlikka qo‘shadigan ulushini baholash muhim ahamiyatga ega bo‘lib, bu jarayon **noaniqlik budjeti tahlili** deb ataladi va u o‘lchash jarayonida

ISSN 3030-3907

qaysi omillar ustun ta’sirga ega ekanligini aniqlash imkonini beradi [1]. Ushbu maqsadda har bir manbaning nisbiy ulushi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\delta_i = (u_i^2 / u_c^2)\ 100\% \qquad (21)$$

bu yerda $\boldsymbol{\delta_i}$ — i-manbaning ulushi,$\boldsymbol{u_i}$ — alohida noaniqlik,$\boldsymbol{u_c}$ — yig‘indi standart noaniqlik hisoblanadi.Hisob-kitob natijasida eksentriklik uchun: $\delta_{ecc} = (0.000289)^2 / (0.00034)^2 * 100\% \approx 72\%$ (22), dreyf uchun:$\delta_{drift} \approx 26\%$ (23)

Diskretlik uchun taxminan 3% va takrorlanuvchanlik uchun 0,05% atrofida qiymatlar olindi. Ushbu natijalardan ko‘rinib turibdiki, umumiy noaniqlikning asosiy qismi eksentriklik va dreyf hissasiga to‘g‘ri keladi, bu esa ularni dominant manbalar sifatida qarash mumkinligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, takrorlanuvchanlik va diskretlik kabi omillar juda kichik ulushga ega bo‘lib, ularning ta’siri amalda deyarli sezilmaydi. Bu holat GUM talablariga mos keladi, chunki noaniqlikni kamaytirishda asosiy e’tibor katta ulushga ega manbalarga qaratilishi lozim [1]. Shu tariqa, noaniqlik budjeti tahlili natijasida o‘lchash jarayonidagi asosiy muammolar aniqlandi va ularni bartaraf etish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish imkoniyati yaratildi.

Xulosa o‘rnida shuni aytish kerakki, noaniqlikni kamaytirish samaradorligini baholash uchun dominant manbalar 30–50% ga kamaytirilsa, umumiy noaniqlik 25–40% gacha pasayishi mumkin, bu esa amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega natija hisoblanadi. Bu holat modellashtirish natijalarining amaliy qo‘llanilishini yanada asoslaydi va ularning ishonchliligini tasdiqlaydi.

Shu bilan birga, mazkur tadqiqot natijalari asosida laboratoriyalarda noaniqlikni baholash va nazorat qilish bo‘yicha standartlashtirilgan usullarni joriy etish mumkin bo‘lib, bu o‘lchash natijalarining xalqaro talablarga muvofiqligini ta’minlaydi [3]. Shu tariqa, ishlab chiqilgan yondashuv nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham yuqori ahamiyatga ega bo‘lib, uni metrologiya amaliyotida keng qo‘llash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. JCGM 100:2008. O‘lchash ma’lumotlarini baholash — o‘lchash noaniqligini ifodalash bo‘yicha qo‘llanma (GUM). Xalqaro metrologiya qo‘mitalari, 2008.
2. EURAMET cg-18 (2015). Avtomatik bo‘lmagan tarozilarni kalibrlash bo‘yicha qo‘llanma. Yevropa milliy metrologiya institutlari uyushmasi.
3. OIML R 111-1:2004. E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3 sinf tarozi toshlari — metrologik va texnik talablar. Xalqaro qonuniy metrologiya tashkiloti.
4. ISO/IEC 17025:2017. Sinov va kalibrlash laboratoriyalarining vakolatliligiga qo‘yiladigan umumiy talablar. Xalqaro standartlashtirish tashkiloti.
5. BIPM. Xalqaro birliklar tizimi (SI). 9-nashr. Xalqaro o‘lchovlar va tarozilar byurosi, 2019.

ISSN 3030-3907

6. Koks M.G., Harris P.M. Metrologiyada eng yaxshi amaliyot bo‘yicha qo‘llanma №6: Noaniqlikni baholash. Milliy fizika laboratoriyasi, Buyuk Britaniya, 2006.
7. Willink R. O‘lchash noaniqligi va ehtimollik nazariyasi. Cambridge University Press, 2013.
8. Bell S. O‘lchash noaniqligi bo‘yicha boshlang‘ich qo‘llanma. Milliy fizika laboratoriyasi, 1999.
9. Taylor J.R. Xatoliklar tahliliga kirish: fizik o‘lchashlarda noaniqliklar. University Science Books, 1997.
10. Rabinovich S.G. O‘lchash xatoliklari va noaniqliklari: nazariya va amaliyot. Springer, 2005.
11. Ku H.H. Xatoliklarni tarqatish formulalaridan foydalanish bo‘yicha izohlar. Milliy standartlar byurosi jurnali, 1966.
12. EURAMET cg-13 (2015). Temperatura sensorlarini kalibrlash bo‘yicha qo‘llanma.
13. Bich W., Cox M., Harris P. “O‘lchash noaniqligini ifodalash bo‘yicha qo‘llanma” rivojlanishi. *Metrologia* jurnali, 2006.
14. ISO 9001:2015. Sifat menejmenti tizimlari — talablar. Xalqaro standartlashtirish tashkiloti.
15. OIML D 28:2004. Havoda tortish natijasining shartli qiymati. Xalqaro qonuniy metrologiya tashkiloti.

ISSN 3030-3907

FURFUROL ASOSIDA ORGANIK-NOORGANIK GIBRID IONITLAR SINTEZI, TUZILISHI VA FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINING TADQIQI

Axmedov Vohid Nizomovich
Professor, Buxoro davlat texnika universiteti, O‘zbekiston Respublikasi, Buxoro
Jamilova Niginabonu Qobil qizi
Doktorant(DSc), Buxoro davlat texnika universiteti, O‘zbekiston Respublikasi, Buxoro
Bobomurodova Nafisa Bobomurod qizi
Talaba, Buxoro davlat texnika universiteti, O‘zbekiston Respublikasi, Buxoro
E-mail: Jamilova0807@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada organik sintezda yuqori asosli sistemalarning qo‘llanilishi va ularning reaksion faollikka ta’siri o‘rganildi. Yuqori asosli muhitlarda anionlarning kam sorbsiyalanishi hisobiga ularning asoslik xossasi ortishi va kompleks hosil bo‘lish mexanizmi yoritildi.Tadqiqotda vinil efirlar va ularning polimer kimyosidagi ahamiyati ko‘rib chiqildi. Molekulyar massa kreoskopik usul bilan aniqlanib, ionitlarning mexanik mustahkamligi baholandi.Shuningdek, 1-(furanil-2)penten-4-in-2-ol-1 ning akril kislota bilan sopolimerlanishi o‘rganilib, reaksiya unumining harorat va monomer nisbatiga bog‘liqligi aniqlangan. Regressiya tahlili natijalarining ishonchliligi tasdiqlangan.Umuman olganda, tadqiqot polimer sintezi jarayonlarini optimallashtirish va ularning kinetik qonuniyatlarini aniqlashga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: yuqori asosli sistemalar, organik sintez, vinil efirlar, polimerlanish, sopolimerlanish, kreoskopik usul, molekulyar massa, ionitlar, mexanik mustahkamlik, akril kislota, radikal initsiatsiya, reaksiya kinetikasi, polimer materiallar, yuqori asoslik muhit.

Аннотация. В статье изучено применение высокоосновных систем в органическом синтезе и их влияние на реакционную активность. Показано, что в высокоосновных средах вследствие слабой сорбции анионов усиливаются их основные свойства и раскрывается механизм комплексообразования. Рассмотрены виниловые эфиры и их значение в химии полимеров. Молекулярная масса определялась криоскопическим методом, а также оценивалась механическая прочность ионитов. Кроме того, исследована сополимеризация 1-(фуранил-2)пентен-4-ин-2-ол-1 с акриловой кислотой, установлена зависимость выхода реакции от температуры и соотношения мономеров. Подтверждена достоверность результатов регрессионного анализа. В целом исследование направлено на

ISSN 3030-3907

оптимизацию процессов синтеза полимеров и выявление их кинетических закономерностей.

Ключевые слова: высокоосновные системы, органический синтез, виниловые эфиры, полимеризация, сополимеризация, криоскопический метод, молекулярная масса, иониты, механическая прочность, акриловая кислота, радикальная инициация, кинетика реакции, полимерные материалы, высокоосновная среда.

Abstract. The article investigates the application of highly basic systems in organic synthesis and their effect on reaction activity. It is shown that in highly basic media, due to the weak sorption of anions, their basic properties are enhanced and the mechanism of complex formation is revealed. Vinyl ethers and their significance in polymer chemistry are also considered. Molecular mass was determined by the cryoscopic method, and the mechanical strength of ion-exchange resins was evaluated. In addition, the copolymerization of 1-(furanyl-2)penten-4-in-2-ol-1 with acrylic acid was studied, and the dependence of reaction yield on temperature and monomer ratio was established. The reliability of the regression analysis results was confirmed. Overall, the study is aimed at optimizing polymer synthesis processes and identifying their kinetic regularities.

Keywords: highly basic systems, organic synthesis, vinyl ethers, polymerization, copolymerization, cryoscopic method, molecular mass, ion-exchange resins, mechanical strength, acrylic acid, radical initiation, reaction kinetics, polymer materials, highly basic medium.

KIRISH.

Keyingi yillarda organik sintezda yuqori asosli sistemalar qo‘llanilishiga qiziqish tobora ortib bormoqda. Yuqori asosli sistema, kompleks asos bo‘lib, kuchli ionli Lyuis asoslari hosil qiladi. Ishqoriy metall ioni kompleks hosil qilishi natijasida anion bilan kam solvatlanadi, bunda anionning asoslik xossasi ortishiga sabab metall kationi kompleks kation hosil qiladi va zaryadning delokallanishi hisobiga dissotsilanish ortadi. Kompleks hosil qiluvchi ligandlar sifatida elektronodonor, dipolyar aproton erituvchilar – sulfoksidlar, aminlar, ammiak, poliefirlar qo‘llanilishi mumkin [1].

Spirtlarning vinil efirlari polimerlar kimyosi, organik sintez va boshqa ko‘pgina sohalarda ishlatiladi va qimmatli mahsulot hisoblanadi. Adabiyotlarda tadqiqot obyekti sifatida bir necha funksional guruhga ega bunday birikmalarning olinish va qo‘llanilish sohalarini o‘rganish ilm-fan, shuningdek sanoat uchun ham muhim ahamiyatga egadir. Bu sohada olimlar tomonidan ko‘plab izlanishlar olib borilgan [2].

Birinchi marta 1977 yilda B.A.Trofimov yuqori asosli sistemalarga quyidagicha ta’rif berdi: yuqori asosli sistema deganda kuchli asos va erituvchi

ISSN 3030-3907

yoki reagentdan tashkil topgan, kationni o‘ziga bog‘lab olish xossasiga ega bo‘lgan muhit tushuniladi. Keyinchalik bu tushuncha uglerod-uglerodli uchbog‘ tutgan birikmalar ishtirokidagi klassik reaksiyalarga sistematik ravishda qo‘llanildi. Bu tushuncha yuqori asosli sistemalarni «ko‘zgudagi aksi» kabi yuqori kislotali sistemalarga ham mos keladi. Yuqori asos-ion holatdagi kuchli asosni (Brensted asoslari) ligand bilan kompleksidir. Bu asos kationlar bilan (Lyuis asoslari) ta’sirlashganda kam solvatlangan anionlar holatiga o‘tadi (gidroksil guruhi tutmagan qutbli erituvchilar muhitida). Yuqori asoslarga quyidagi Gammet kislotalari (H) qiymati 18,5 yuqori bo‘lgan funksiyaga ega bo‘lgan sistemalar kiradi. Muhitga kislotali xossa beruvchi gidroksil guruhi tutgan erituvchilarda (suv va spirtlarda) bunday yuqori asosli sistemalar hosil qilib bo‘lmaydi [3].

Molekulyar massani aniqlash, sinov moddasi qo‘shilganda sof erituvchining qotish haroratining o‘zgarishiga asoslanadi. Avval, sof erituvchining muzlash harorati aniqlanadi. Erituvchi sifatida benzol ishlatilgan, uning $T_{suyuq.}$ = 5,51 ℃, kreoskopik doimiysi K = 5,069. Muzlash haroratini aniqlash 2.1-rasmda ko‘rsatilgan qurilmada amalga oshiriladi. Muzlash haroratini aniqlash uchun uzun probirkaga (2) 0,0001 g aniqlikda o‘lchangan 0,1-0,2 g miqdorda sinov moddasidan solinadi. Erituvchi (benzol) esa sinovdagi modda massasidan 25 marta ko‘p miqdorda solinadi. Shundan so‘ng probirkaga termometr (4) va aralashtirgich (3) joylashtiriladi va tiqin bilan mahkamlanadi ammo termometr idish devorlariga tegmasligi va termometr uchi eritmada bo‘lishi kerak. So‘ngra probirka muzli vannaga joylashtiriladi(1). Sinov moddasining eritmasini bir tekis sovitish uchun aralashtirgich (3) bilan aralashtiriladi. Kristallar paydo bo‘lgach aralashtirish to‘xtatiladi. Harorat muntazam ravishda (har 10 soniyada) kuzatiladi. Aniqlangan muzlash haroratiga simob ustuni uchun tuzatma kiritish kerak, bu quyidagi formulaga ko‘ra hisoblanadi:

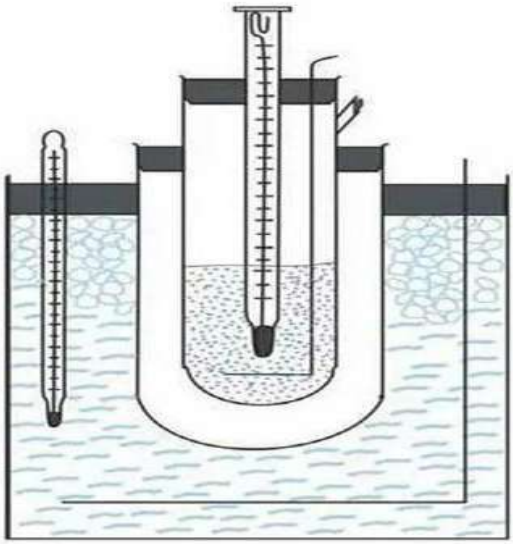
$$\Delta t = k \bullet h \bullet (t - t_1),$$

bu yerda k - termometr naychasidagi simobning aniq hajmli kengayish koeffitsienti, harorat 10 ℃ ga oshganda, u 0,000159 ℃ sifatida qabul qilinadi; h – probirkadan chiqadigan simob ustuni balandligi, termometr shkalasi darajasida ifodalanadi; t - topilgan muzlash harorati; t_1 - termometrga rezina bilan biriktirilgan yordamchi termometr bilan aniqlanadigan simob ustunining o‘rtacha harorati, yordamchi termometrning simob ustunining o‘rtasida joylashgan.
Molekulyar massani hisoblash quyidagi formula bo‘yicha amalga oshiriladi:

$$M = \frac{5{,}069 \cdot 1000 \cdot m}{m_b \cdot (t_b - (t_m + \Delta t))}$$

ISSN 3030-3907

bu yerda m-tekshiriladigan moddaning namunasi, grammda; m_b - benzol massasi; t_b - benzolning muzlash nuqtasi; t_m- tekshirilayotgan moddaning muzlash harorati; Δt - termometr tuzatmasi.



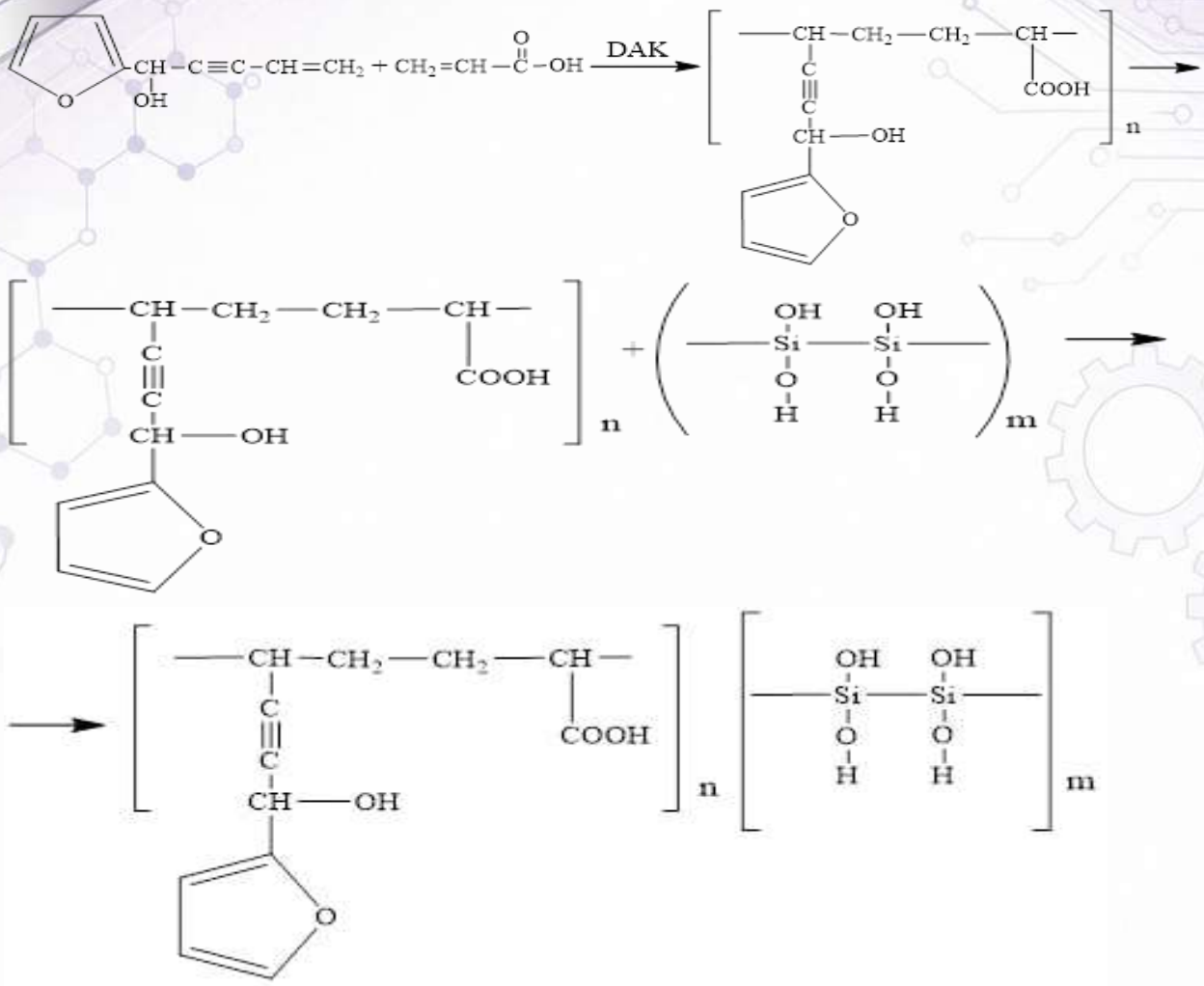
1-rasm. Kreoskopik usulda molekulyar massasini aniqlash qurilmasi

Mexanik mustahkamlik.

Ionitning mexanik kuchi tebranish apparatida silkinish usuli bilan aniqlandi. 50 ml suvda bo‘kkan kationit 150 ml li o‘lchov silindriga solinib ustiga 100 ml distillangan suv solib tiqin bilan bekitiladi. Silindr 10 soat davomida (100 urish/min) gorizontal holatda vibratsion apparatda silkitiladi. Qisman bo‘ktirish jarayonidan so‘ng 0,5 sm li elak orqali elanadi va elakda qolgan kationit hajmi aniqlanadi. Kationning silkinishlardan so‘ng qolgan hajmini dastlabki hajmiga foiz nisbati orqali mexanik mustahkamligi topiladi.

Sintez qilingan (oligo)polimerning polisilikat kislota matrisaligida olingan granulalari o‘zining ion almashinish sig‘imi yuqoriligi bilan ajralib turadi. Olib borilgan jarayonni umumiy holda quyidagi reaksiya sxemasi bilan ifodalash mumkin.

ISSN 3030-3907

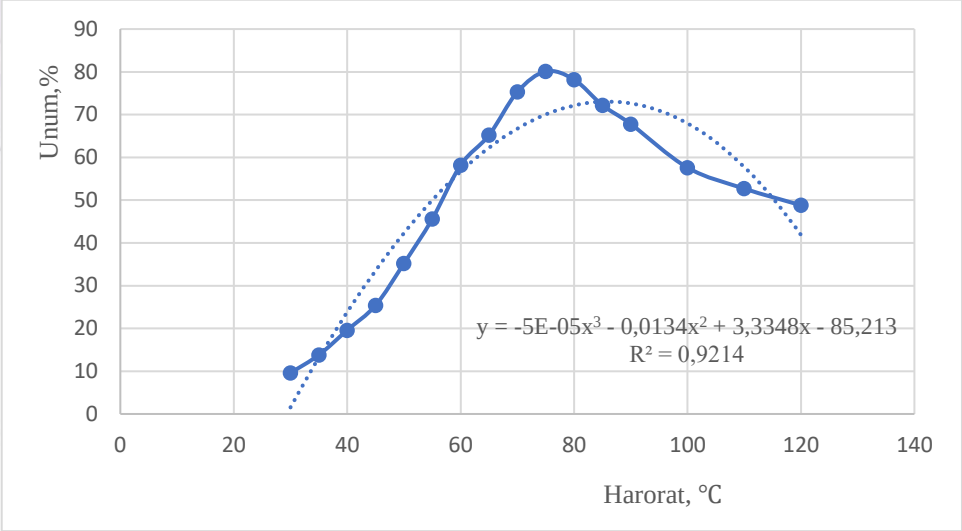


Tadqiqot natijalaridagi ma’lumotlar asosida mahsulot unumining haroratga bog‘liqlik grafigi tuzildi. Ushbu qonuniyatni yuqori haroratlarda vinilatsetilenning eruvchanligini kamayishi, natijada uning reaksion sistemadagi miqdori kamayib, reaksiya tezligi va 1-(furanil-2)penten-4-in-2-ol-1 unumining pasayishi bilan tushuntiriladi.

1-(furanil-2)penten-4-in-2-ol-1ning akril kislota bilan o‘zaro DAK ishtirokida sopolimerlanishi amalga oshirildi.

1-(furanil-2)penten-4-in-2-ol-1ning akril kislota sistemaning sopolimerlanishi divinilfurfurol efirida akril kislota (DAK) ishtirokida 75 - 95 ℃ haroratda 2-5 soat davomida amalga oshirildi.

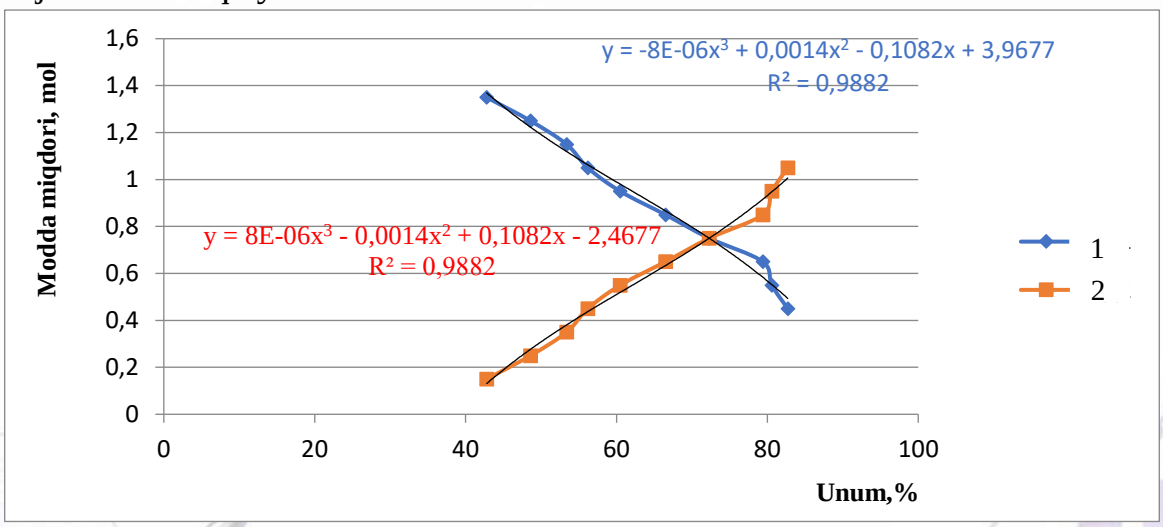
ISSN 3030-3907



2-rasm. 1-(furanil-2)penten-4-in-2-ol-1ning akril kislota bilan reaksiyasi unumining haroratga bog‘liqligi (reaksiya davomiyligi 3 soat)

Spirt, DMFA, tuluol eriydigan qora rangli kukunsimon mahsulot olindi. Radikal sopolimerlanish vinil guruhi bo‘yicha boradi.

Dastlabki reaksiyaga kirishuvchi komponentlarning miqdorlarini olingan mahsulot unumi, qovushqoqligi va molekulyar massalariga ta’siri o‘rganildi. Bunda reaksiyaga kirishuvchi komponentlarning miqdori 1:9 dan 9:1 gacha oraliqda o‘zgartirildi. Yuqorida aytib o‘tilganidek, initsiator sifatida DAK dan foydalanildi va reaksiya 75-95 °C haroratda olib borildi. Reaksiyada reaksiyaga kirishuvchi moddalarning dastlab nisbatiga muvofiq reaksiyaning parametrlari (unum, qovushqoqlik, molekulyar massa) o‘zgarishi o‘rganildi va olingan natijalarni tasdiqlaydi.



3-rasm. 1-(furanil-2)-penten-4-in-2-ol-1 ning akril kislota bilan sopolimerlanish reaksiyasida 1-(furanil-2)-penten-4-in-2-ol-1 miqdorining unumga bog‘liqligi; 2- 1-(furanil-2)-penten-4-in-2-ol-1 ning akril kislota bilan sopolimerlanish reaksiyasida akril kislota miqdorining unumga bog‘liqligi

ISSN 3030-3907

3-rasmdan ko‘rinib turibdiki, reaksiyaga kirishuvchi monomerlarning miqdorini unumga bog‘liqligi matematik dastur asosida tahlil etilganda, olingan natijalarning matematik qayta ishlanishidan olingan regressiya tenglasmasida R ning qiymati birga yaqinlashganligi olingan natijalarning matematik qayta ishlash bilan bir xilligini ko‘rsatibgina qolmasdan natijalarning to‘g‘riligini tasdiqlaydi. Shuningdek, monomerlarning har biri uchun olingan regressiya tenglamasining va chiziqlarning bir-biriga teskari proporsionalligi ham natijalarning to‘g‘riligini tasdiqlaydi. Har ikkala monomerning ham miqdorini o‘zgarishi bir xil tenglama bilan amalga oshishini ko‘rsatdi. Nazariy hisoblar amaliy tajribalarni to‘ldiradi.

XULOSA.

Ushbu tadqiqot natijalari organik sintezda yuqori asosli sistemalarning muhim rol o‘ynashini va ularning reaksion faollikni sezilarli darajada oshirishini ko‘rsatdi. Yuqori asosli muhitlarda anionlarning kam solvatlanishi va kompleks hosil bo‘lishi jarayonlari hisobiga asoslik xossalari kuchayadi, bu esa reaksiyalarning samaradorligini oshiradi.Vinil efirlar va ularning polimer kimyosidagi ahamiyati o‘rganilib, ularning turli sohalarda qo‘llanilishi istiqbolli ekanligi aniqlandi. Kreoskopik usul yordamida molekulyar massa aniqlash va ionitlarning mexanik mustahkamligini baholash natijalari olingan materiallarning fizik-kimyoviy xossalarini chuqur tahlil qilish imkonini berdi.Shuningdek, 1-(furanil-2)penten-4-in-2-ol-1 ning akril kislota bilan sopolimerlanish jarayoni o‘rganilib, reaksiya unumining harorat va monomer nisbatiga bog‘liqligi isbotlandi. Regressiya tahlili natijalari tajriba ma’lumotlarining ishonchliligini tasdiqladi.Umuman olganda, olingan natijalar polimer sintez jarayonlarini optimallashtirish, yangi materiallar olish texnologiyalarini takomillashtirish hamda ularning kinetik qonuniyatlarini chuqurroq o‘rganish uchun ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

REFERENCES

1. Firuz O., Vohid A. Synthesis of ionites based on cremnisole //Universum: технические науки. – 2022. – №. 4-13 (97). – С. 19-21.
2. Abror o‘g‘li, A. A. (2023). Improving the physico-chemical properties of urea furfural resin. *American Journal of Pedagogical and Educational Research*, *12*, 268-271.
3. Davron o‘g‘li, N. D. (2023). Application of urea-formaldehyde and urea-furfural resins in different solvents. *American Journal of Pedagogical and Educational Research*, *12*, 265-267.
4. Firuz O., Vokhid A. Synthesis and properties of complex forming ionites //Universum: технические науки. – 2023. – №. 2-6 (107). – С. 38-40.

ISSN 3030-3907

5. Ostonov F., Akhmedov V., Olimov B. Preparation of hybrid composites by sol-gel method and analysis of its properties //Scientific Collection «InterConf». – 2022. – №. 123. – С. 256-259.
6. Zuhriddin, R., & Niginabonu, J. (2022). Production of polyethylene terephthalate. Universum: технические науки, (5-11 (98)), 58-62.
7. O‘G‘Li, R. Z. K., & Qizi, J. N. Q. (2022). Analysis of importance and methods of production of block sopolymers based on polyetylenterephtalate. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 3(1), 51-55.
8. Zuhriddin, R., Niginabonu, J., Aminjon, V., & Temurbek, D. (2022). Mechanisms of eterification of tereftalic acid with etylenglycol. Universum: технические науки, (5-11 (98)), 63-67.
9. Nigina J., Mizrob Z. Production of vinyl ethers of furfuryl alcohol //Universum: химия и биология. – 2023. – №. 9-2 (111). – С. 57-62.
10. Bobir, O., Vokhid, A., Gulnoz, G., & Sherzod, R. (2022). Synthesis and properties of nitrogen-retaining corrosion inhibitors. Universum: химия и биология, (4-2 (94)), 43-46.
11. Ostonov F. Кремнийорганик бирикмалар билан модификацияланган акрил бирикмаларининг олиниши //центр научных публикаций (BuxDU. uz). – 2020. – Т. 1. – №. 1.
12. Olimov, B. B., & Rakhmatov, S. (2022). Synthesis and use of corrosion inhibitors on the basis of diatomic phenols in the oil and gas industry. In Kimyo va tibbiyot: nazariyadan amaliyotgacha (pp. 141-143).
13. Chavez-Sifontes, M. H., Domine, M. E., & Valencia, S. (2015). Synthesis of furan derivatives via cascade-type reactions catalyzed by solid acids. *Catalysis Today*, *257*, 305-317.

ISSN 3030-3907

DIZEL BAZASIDAGI GAZ DVIGATELLARI UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN MOTOR MOYLARINING ASOSIY SIFAT KO‘RSATKICHLARI

Ismailov Ergash Ulug‘bekovich
Toshkent davlat transport universiteti, Transport energetik qurilmalari kafedrasi assistenti
E-mail: ergashbek2707@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada dizel konstruktiv bazasida siqilgan tabiiy gazda ishlashga moslashtirilgan dvigatellar(keying o‘rinlarda CNG dvigatellar) uchun motor moylarini tanlashda e’tibor berilishi zarur bo‘lgan asosiy sifat ko‘rsatkichlari tahlil qilindi. Dizel va CNG yonilg‘ilarida dvigatel ichki muhitining farqi, issiqlik kuchlanishlari, NOx ta’siri, oksidlanish, nitrolanish, TBN kamayishi, TAN ortishi va qovushqoqlik barqarorligi masalalari o‘zaro bog‘liq holda ko‘rib chiqildi. Gaz dvigatellarida qurum miqdori kam bo‘lsa-da, yuqori harorat va blow-by gazlari ta’sirida motor moyining kimyoviy qarishi tezlashishi mumkinligi asoslandi. O‘zbekistonning issiq iqlim va shahar transporti ekspluatatsiyasi sharoitlari motor moyining xizmat muddatiga qo‘shimcha ta’sir ko‘rsatishi ta’kidlandi. Moy resursini uzaytirishda antioksidantlar, detergentlar, dispersantlar, ZDDP, borli organik birikmalar va ester asosli prisadkalarning roli yoritildi.

Kalit so‘zlar: gaz dvigateli, dizel bazasi, motor moyi, CNG, oksidlanish, nitrolanish, TBN, TAN, low-ash moy, borli prisadka.

Аннотация. В статье рассмотрены основные показатели качества моторных масел, рекомендуемых для газовых двигателей, переоборудованных на базе дизельной конструкции и работающих на сжатом природном газе. Проанализированы различия внутренней среды двигателя при использовании дизельного топлива и CNG, тепловые напряжения, влияние NOx, процессы окисления, нитрования, снижения TBN, роста TAN и изменения вязкостной стабильности. Обосновано, что при меньшем образовании сажи в газовых двигателях высокая температура и воздействие blow-by газов могут ускорять химическое старение моторного масла. Отмечено, что жаркий климат Узбекистана и условия эксплуатации городского транспорта дополнительно влияют на срок службы масла. Рассмотрена роль антиоксидантных, моющих, диспергирующих, противоизносных, боорганических и сложноэфирных присадок в увеличении ресурса двигателя и моторного масла.

Ключевые слова: газовый двигатель, дизельная база, моторное масло, CNG, окисление, нитрование, TBN, TAN, малозольное масло, борная присадка.

ISSN 3030-3907

Abstract. The article examines the main quality indicators of engine oils recommended for gas engines converted from diesel-based platforms and operating on compressed natural gas. The differences in the internal engine environment when using diesel fuel and CNG are analyzed, with emphasis on thermal stresses, NOx influence, oxidation, nitration, TBN depletion, TAN increase, and viscosity stability. It is substantiated that although gas engines generate less soot, elevated temperature and blow-by gases may accelerate the chemical aging of engine oil. The hot climate of Uzbekistan and the operating conditions of urban transport are also considered as factors affecting oil service life. The role of antioxidant, detergent, dispersant, anti-wear, organoboron, and ester-based additives in extending engine and lubricant service life is discussed.

Keywords: gas engine, diesel-based engine, engine oil, CNG, oxidation, nitration, TBN, TAN, low-ash oil, boron additive.

KIRISH.

Avtomobil transportida siqilgan tabiiy gazdan foydalanish yonilg‘i sarfini kamaytirish, atmosferaga chiqariladigan ayrim zararli komponentlarni pasaytirish va mahalliy energiya resurslaridan foydalanish imkoniyati bilan bog‘liq muhim yo‘nalishlardan biridir. Amaliyotda ko‘plab og‘ir transport vositalari, ayniqsa avtobuslar va yuk avtomobillari, dizel dvigateli konstruktiv bazasi saqlangan holda gaz yonilg‘isida ishlashga moslashtiriladi.

Dizel dvigatelida motor moyining qarishi ko‘pincha qurum, yonilg‘i bilan suyulish, oltingugurtli birikmalar, mexanik aralashmalar va kislotalanish bilan bog‘liq bo‘ladi. Siqilgan tabiiy gazda ishlaydigan dvigatelda esa qurum kamroq hosil bo‘ladi, lekin yonish harorati, chiqindi gaz harorati, NOx ta’siri va blow-by gazlarining moy bilan o‘zaro ta’siri muhimlashadi. Shu sababli CNG dvigatellarida motor moyi ko‘proq oksidlanish va nitrolanishga qarshi barqaror bo‘lishi kerak [1,4,5].

Dizel bazasidagi gaz dvigatelining murakkab tomoni shundaki, u konstruktiv jihatdan dizel dvigateliga yaqin bo‘lsa ham, yonish jarayoni gaz-havo aralashmasi xususiyatlari bilan belgilanadi. Natijada silindr-porshen guruhi, klapanlar, podshipniklar va gaz taqsimlash mexanizmi uchun moylash sharoiti o‘zgaradi.

O‘zbekiston sharoitida bu masala yanada dolzarbdir. Yoz oylarida atrof-muhit haroratining yuqoriligi, shahar avtobuslarining tez-tez to‘xtash va harakatlanish rejimi, changli yo‘l muhiti hamda uzoq muddatli yuklama motor moyining real xizmat muddatiga bevosita ta’sir qiladi. Moyning kimyoviy barqarorligi, prisadkalar paketi, low-ash formulatsiyasi va ekspluatatsion monitoring ko‘rsatkichlari birgalikda baholanishi kerak.

ISSN 3030-3907

Ushbu maqolaning maqsadi — dizel bazasidagi gaz dvigatellari uchun tavsiya etiladigan motor moylarining asosiy sifat ko‘rsatkichlarini tahlil qilish, ularning dvigatel xizmat muddatiga ta’sirini asoslash hamda motor moyi resursini uzaytirishda kimyoviy prisadkalar rolini ko‘rsatishdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Motor moyi ichki yonuv dvigatelida faqat ishqalanishni kamaytiruvchi suyuqlik emas, balki issiqlikni olib chiqish, korroziyadan himoya qilish, kislotalarni neytrallash, cho‘kindilarni nazorat qilish va ishqalanish yuzalarida himoya plyonkasi hosil qilish vazifalarini ham bajaradi. Shu sababli motor moyining ekspluatatsion qiymati uning qovushqoqligi bilangina emas, balki oksidlanish barqarorligi, TBN, TAN, disperslash qobiliyati, sulfatli kul miqdori xossalari bilan ham belgilanadi.

CIMAC tavsiyalarida dvigatel moyi degradatsiyasida yuqori harorat, oksidlanish, nitrolanish, erimaydigan mahsulotlar, yeyilish metallari va cho‘kindi hosil bo‘lishi muhim omillar sifatida ko‘rsatilgan [4].

V. Macián va hammualliflar tomonidan og‘ir yuklamali transport vositalari real park sharoitida o‘tkazilgan tadqiqotlarda CNG dvigatellarida ishlagan moylarda oksidlanish va nitrolanish ko‘rsatkichlari muhim degradatsiya belgisi sifatida qayd etilgan [1], [2].

Tabiiy gaz dvigatellari uchun moylar bo‘yicha amaliy manbalarda ham dizel va gaz dvigatellari moylash talablari o‘xshash bo‘lishi bilan birga, muhim farqlar mavjudligi ta’kidlanadi. Gaz dvigatellarida yonish nisbatan to‘liqroq kechadi va qurum kam hosil bo‘ladi, lekin ishchi haroratning yuqoriligi oksidlanish va nitrolanish barqarorligini asosiy talablardan biriga aylantiradi [5].

O‘zbekiston olimlari ishlarida motor moylarining real ekspluatatsiya sharoitida o‘zgarishi alohida e’tiborga olingan. Z.X. Alimova tomonidan O‘zbekistonning issiq iqlim sharoitida motor moylarining ekspluatatsion xossalari o‘zgarishi va moylarning oksidlanishga qarshi barqarorligini oshirish masalalari o‘rganilgan [9], [10].

Sh.P. Magdiyev, J.S. Avliyokulov va Sh.Sh. Abdullayev ishlarida motor moylarini ekspluatatsiya sharoitida almashtirish muddatlarini aniqlash masalasi ko‘rib chiqilgan [11]. A.Z. Xamidullayevna tomonidan og‘ir texnika dvigatellarida ishlagan moylar sifati tadqiq qilingan bo‘lib, yuklama va ekspluatatsiya sharoiti moyning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlariga sezilarli ta’sir qilishi ko‘rsatilgan [12]. G.M. Muxamadiyev esa motor moylari resursini prisadkalar yordamida oshirishni dvigatel ishonchliligini ta’minlash yo‘llaridan biri sifatida ko‘rib chiqqan [13].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, dizel bazasidagi gaz dvigatellari uchun motor moylarini tanlash kompleks yondashuvni talab qiladi. Bunda

ISSN 3030-3907

yonilg‘i turi, dvigatel konstruksiyasi, harorat rejimi, mahalliy ekspluatatsiya sharoiti va prisadkalar paketi birgalikda baholanishi zarur.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Maqolada analitik-tahliliy yondashuv qo‘llanildi. Tadqiqot obyekti sifatida dizel konstruktiv bazasida siqilgan tabiiy gazda ishlashga moslashtirilgan dvigatellar uchun tavsiya etiladigan motor moylari olindi. Tahlil predmeti esa mazkur moylarning fizik-kimyoviy va ekspluatatsion sifat ko‘rsatkichlari hisoblanadi.

Baholash quyidagi mezonlar asosida olib borildi: dizel va CNG yonilg‘ilarida dvigatel ichki muhitining farqi; issiqlik kuchlanishlarining motor moyiga ta’siri; oksidlanish va nitrolanish jarayonlarining moy degradatsiyasidagi o‘rni; TBN va TAN ko‘rsatkichlarining xizmat muddati bilan bog‘liqligi;

Ekspluatatsiya sharoitida bunday ko‘rsatkichlarni baholash uchun yangi va ishlatilgan moy namunalarini solishtirish muhimdir. Amaliy tadqiqotda moy namunalarini belgilangan masofa yoki moto-soat oralig‘ida olish, masalan, 3000 km interval bilan nazorat qilish, TBN, TAN, qovushqoqlik va oksidlanish-nitrolanish ko‘rsatkichlarini dinamik tahlil qilish imkonini beradi. Oksidlanish va nitrolanishni aniqlashda FTIR/DIR usullari qo‘llanishi mumkin. CIMAC hujjatlarida DIR usuli yangi va ishlatilgan moy spektrlarini solishtirish orqali oksidlanish va nitrolanish bo‘yicha degradatsiyani baholashda qo‘llanilishi qayd etilgan [4].

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Dizel dvigatelida yonish jarayoni siqish orqali alangalanish va diffuzion yonish mexanizmi asosida kechadi. Yonilg‘i silindrga purkaladi, yuqori haroratli siqilgan havo bilan aralashadi va yonadi. Bunday sharoitda motor moyiga qurum, mexanik aralashmalar, yonilg‘i bilan suyulish va kislotalanish mahsulotlari ta’sir qiladi. Shu sababli dizel moylarida dispersant va detergent komponentlarning roli yuqori bo‘ladi.

1-jadval.

Dizel va CNG dvigatellarida motor moyiga ta’sir qiluvchi asosiy omillar

Ko‘rsatkich	Dizel dvigateli	CNG dvigateli
Yonish xarakteri	Siqish orqali alangalanish, diffuzion yonish	Gaz-havo aralashmasining yonishi
Asosiy degradatsiya omili	Qurum, mexanik aralashmalar, kislotalanish	Oksidlanish, nitrolanish, yuqori harorat
Qurum hosil bo‘lishi	Yuqori	Past
NOx ta’siri	Mavjud, lekin ustuvor emas	Muhim degradatsiya omili

ISSN 3030-3907

Detergent talabi	Yuqori	O‘rtacha, lekin low-ash muhim
Dispersant talabi	Yuqori	Nisbatan pastroq
Antioksidant talabi	Yuqori	Juda yuqori
Katalizatorga moslik	Har doim ham asosiy emas	Muhim talab
Klapan cho‘kindisi xavfi	O‘rtacha	Yuqori

Dizel bazasidagi gaz dvigatellari uchun tavsiya etiladigan motor moyi bir vaqtning o‘zida bir nechta vazifani bajarishi kerak: yuqori haroratda moy plyonkasini saqlash, kislotalanishni cheklash, oksidlanish va nitrolanishga qarshi turish, ishqalanishni kamaytirish va klapan-katalizator tizimida cho‘kindi hosil bo‘lishini cheklashi kerak.

2-jadval.

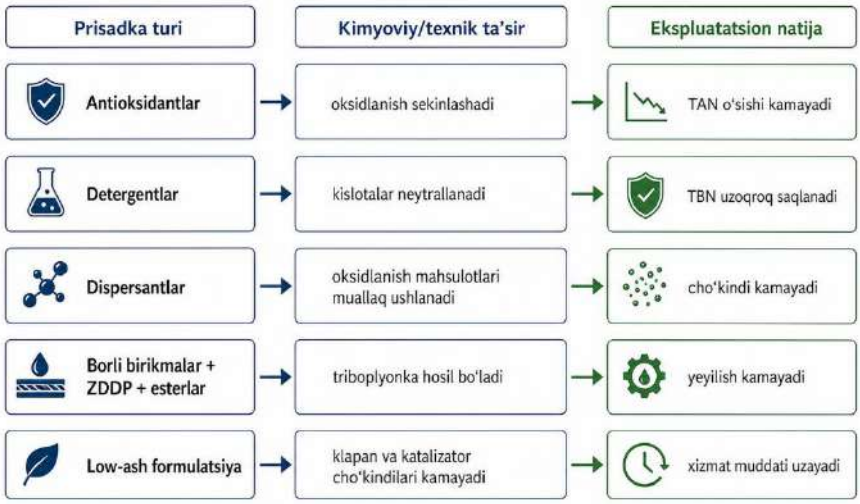
Gaz dvigatellari uchun motor moyining muhim xossalari

Xossa	Ekspluatatsion vazifasi	Kutiladigan natija
Termooksidlanish barqarorligi	Yuqori haroratda moy qarishini sekinlashtiradi	Moy almashish oralig‘i uzayadi
Nitrolanishga chidamlilik	NOx va blow-by gazlari ta’sirini kamaytiradi	TAN o‘sishi cheklanadi
TBN zaxirasi	Kislotalarni neytrallaydi	Korroziya xavfi kamayadi
TAN nazorati	Oksidlanish va kislotalanish darajasini ko‘rsatadi	Moy holatini baholash osonlashadi
Qovushqoqlik barqarorligi	Yuqori haroratda moy plyonkasini saqlaydi	Yeyilish kamayadi
Yuqori viskozlik indeksi	Harorat o‘zgarishida oqimlilikni barqaror saqlaydi	Sovuq va qizigan rejimda himoya yaxshilanadi
Past sulfatli kul	Klapan va katalizator cho‘kindilarini kamaytiradi	Chiqindi gaz tizimi himoyalanadi
Antiwear xossa	Metall yuzalarda himoya qatlam hosil qiladi	Dvigatel resursi ortadi
Antifriction xossa	Mexanik yo‘qotishlarni kamaytiradi	Yoqilg‘i tejamkorligi yaxshilanadi

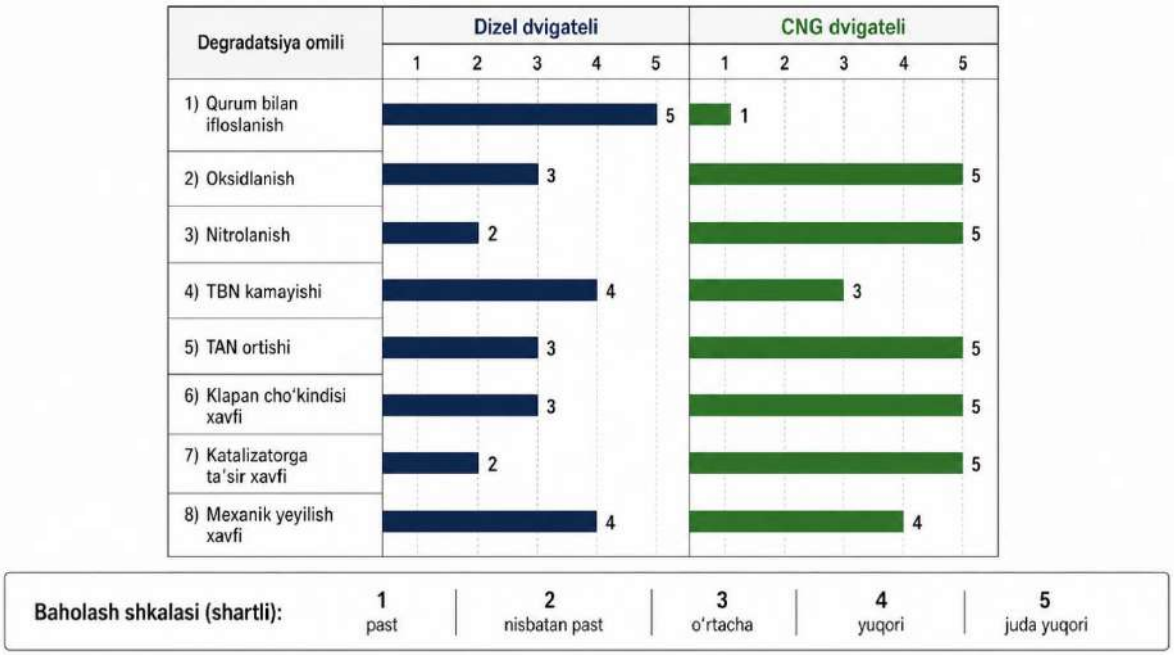
Motor moyining xizmat muddati baza moy sifati va prisadkalar paketiga bog‘liq. Dizel bazasidagi gaz dvigatellarida ishlatiladigan moylarda prisadkalar faqat moyning ayrim ko‘rsatkichlarini yaxshilash uchun emas, balki yuqori

ISSN 3030-3907

haroratli va NOx ta’sirli muhitda himoya funksiyasini saqlab qolish uchun ham zarurdir.



1-rasm. Prisadkalar orqali motor moyi xizmat muddatini uzaytirish sxemasi



2-rasm. Dizel va CNG dvigatellarida moy degradatsiyasining taqqoslanishi

Ushbu taqqoslashdan ko‘rinadiki, CNG dvigatelida moyning “tozaligi” muammosi dizel dvigatelidagidan boshqacha shakllanadi. Gaz dvigatelida qurum kam bo‘lsa ham, oksidlanish, nitrolanish va kislotalanish jarayonlari kuchayishi mumkin. Shu sababli bunday dvigatellar uchun tavsiya etiladigan moylar yuqori haroratda oksidlanishga chidamli, low-ash, TBN/TAN muvozanati saqlangan va kuchli antiwear prisadkalar paketiga ega bo‘lishi kerak.

XULOSA.

Dizel bazasidagi gaz dvigatellari uchun motor moylarini tanlashda klassik dizel dvigateli uchun qo‘llaniladigan yondashuv yetarli emas. Dvigatel va motor moyining xizmat muddatini uzaytirish uchun moy yuqori termooksidlanish

ISSN 3030-3907

barqarorligi, nitrolanishga chidamlilik, TBN zaxirasini saqlash, TAN o‘sishini cheklash, barqaror qovushqoqlik, past sulfatli kul miqdori, antiwear va antifriction xossalarga ega bo‘lishi zarur. Ayniqsa gaz dvigatellarida low-ash formulatsiya klapan va katalizator tizimlarini himoyalash uchun muhim hisoblanadi.

O‘zbekiston sharoitida yuqori tashqi harorat, changli muhit, shahar transportidagi tez-tez to‘xtash-harakatlanish rejimi va uzoq muddatli yuklama motor moyi resursiga bevosita ta’sir qiladi. Shuning uchun dizel bazasidagi gaz dvigatellari uchun moy tanlashda xalqaro tavsiyalar bilan birga mahalliy ekspluatatsiya sharoitlarini ham hisobga olish lozim. Shu sababli kelgusida borli va ester asosli prisadkalar ishtirokidagi motor moylarini gaz dvigatellarida laboratoriya va real ekspluatatsiya sharoitida tadqiq etish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Macián V., Tormos B., Miró G., Pérez T. Assessment of low-viscosity oil performance and degradation in a heavy duty engine real-world fleet test. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*. 2016. DOI: 10.1177/1350650115619612.
2. Macián V., Tormos B., Salavert J.M. Comparative Study of Engine Oil Performance on CNG/Diesel Engines on an Urban Transport Fleet. *SAE Technical Paper*. 2010-01-2100. 2010. DOI: 10.4271/2010-01-2100.
3. Pytel K. et al. Proactive Maintenance and Data-Driven Optimization of Mineral Lubricating Oil in a Gas Engine Cogeneration System: Extending Oil Change Intervals for Cost Savings and a Reduced Environmental Footprint. *Energies*. 2025;18(1):154. DOI: 10.3390/en18010154.
4. CIMAC. *Guidelines for Diesel Engines Lubrication — Lubricating Oil Degradation*. Recommendation No. 22. International Council on Combustion Engines. 2004.
5. Lubes’n’Greases. The Natural Progression for Natural Gas Engine Oils. *Lubes’n’Greases Magazine*. 2022.
6. Rudnick L.R. *Lubricant Additives: Chemistry and Applications*. Boca Raton: CRC Press; 2003.
7. Mortier R.M., Fox M.F., Orszulik S.T. *Chemistry and Technology of Lubricants*. Dordrecht: Springer; 2010.
8. Heywood J.B. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: McGraw-Hill; 1988.
9. Alimova Z.X. Izmeneniya ekspluatatsionnykh svoystv motornykh masel, rabotayushchikh v usloviyakh zharkogo klimata Respubliki Uzbekistan. 2021.

ISSN 3030-3907

10. Alimova Z.X. Uluchshenie stabilnosti smazochnykh materialov protiv okisleniya. 2021.
11. Magdiyev Sh.P., Avliyokulov J.S., Abdullayev Sh.Sh. Opredelenie srokov zameny motornykh masel v usloviyakh ekspluatatsii. *Resursosberegayushchie tekhnologii na transporte*. 2022;2022:486–488.
12. Xamidullayevna A.Z. Issledovaniya kachestva masel avtosamosvalov, rabotayushchikh v dvigatelyakh karernoy tekhniki Respubliki Uzbekistan. 2024.
13. Muxamadiyev G.M. Povyshenie nadyozhnosti raboty dvigateley vnutrennego sgoraniya za schyot uvelicheniya resursa raboty motornykh masel putyom vvedeniya prisadok. *Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies*. 2022;2(4):444–449.

ISSN 3030-3907

UDC 665.6/.7:66.095.26

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION AND THERMAL STABILITY OF SULFUR CELLULOSE COMPOSITES OBTAINED BY INVERSE VULCANIZATION

Saydullo Khamidovich Azimov
Head of the "NEFTGAZ-MALAKA" Training and Research Center, JSC "O'ZLITINEFTGAZ", Tashkent, Uzbekistan
Email: saydullo_84@mail.ru
ORCID: 0009-0005-8802-9848
Suvonkul Erkhonovich Nurmonov
Professor, National University of Uzbekistan, Tashkent
E-mail: nurmonov_se@mail.ru
ORCID: 0000-0001-6840-3031
Umida Ruzimbayevna Baltayeva
Doctoral Candidate (PhD), National University of Uzbekistan, Tashkent
E-mail: baltayevaumida31@gmail.com
ORCID: 0009-0002-1340-5085
Orif Sharipovich Kodirov
Associate Professor, National University of Uzbekistan, Tashkent
E-mail: oqsh@bk.ru
ORCID: 0009-0007-6337-958X

Abstract. The article presents the results of a comprehensive physicochemical study of sulfur-cellulose composites (SCC) synthesized by inverse vulcanization from waste elemental sulfur (S_8) and activated cotton husk. Chemical interaction of the components was proven by elemental analysis, FTIR spectroscopy, X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy with energy-dispersive X-ray analysis (SEM/EDX), thermogravimetry (TGA) and differential scanning calorimetry (DSC). The introduction of sulfur groups leads to the disappearance of crystalline sulfur reflections on diffractograms, the appearance of characteristic S–S (470 cm^{-1}) and C–S (420 cm^{-1}) bands in IR spectra, and homogeneous distribution of sulfur and carbon at the microscale. The synthesized composite (SCC-2, S:Org = 55:45) exhibits high thermal stability: the onset decomposition temperature in an inert atmosphere is 272 °C, in an oxidizing atmosphere – 265 °C, which is 50 °C higher than that of a mechanical mixture. The obtained results substantiate the suitability of SCC as a thermostable additive for drilling fluids operating in HTHP conditions up to 180 °C.

Keywords: sulfur-cellulose composite, inverse vulcanization, FTIR spectroscopy, X-ray diffraction, thermogravimetry, thermal stability, polysulfide bonds, drilling fluid.

Annotatsiya. Maqolada invers vulkanizatsiya usuli yordamida chiqindi elementar oltingugurt (S_8) va faollashtirilgan paxta qobig‘i asosida sintez qilingan oltingugurt-sellyuloza kompozitlarining (OSK) kompleks fizik-kimyoviy tadqiqoti natijalari keltirilgan. Element tahlili, Fure IK-spektroskopiyasi, rentgenofazaviy tahlil (XRD), energiyadispersion rentgen tahlili bilan skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM/EDX), termogravimetriya (TGA) va differensial skanerlovchi kalorimetriya (DSK) usullari bilan komponentlarning kimyoviy o‘zaro ta’siri isbotlandi. Oltingugurt guruhlarining kiritilishi oltingugurtning kristall reflekslarining difraktogrammalarda yo‘qolishiga, IK-spektrlarda S–S (470 sm^{-1}) va C–S (420 sm^{-1}) xususiyatli polosalarining paydo bo‘lishiga hamda oltingugurt va uglerodning mikro darajada bir tekis taqsimlanishiga olib keladi. Sintez qilingan kompozit (OSK-2, S:Org = 55:45) yuqori termik barqarorlikka ega: inert atmosferada parchalanish boshlanish harorati 272 °C, oksidlovchi muhitda esa 265 °C ni tashkil etadi, bu mexanik aralashmaga nisbatan 50 °C yuqori. Olingan natijalar OSK ni 180 °C gacha bo‘lgan HTHP sharoitlarida ishlaydigan burg‘ilash eritmalari uchun termostabil qo‘shimcha sifatida qo‘llash mumkinligini asoslaydi.

Kalit so‘zlar: oltingugurt-sellyuloza kompoziti, invers vulkanizatsiya, Fure IK-spektroskopiyasi, rentgenofazaviy tahlil, termogravimetriya, termik barqarorlik, polisulfid bog‘lari, burg‘ilash eritmasi.

Аннотация. В статье представлены результаты комплексного физико-химического исследования серо-целлюлозных композитов (СЦК), синтезированных методом инверсной вулканизации из отходной элементарной серы (S_8) и активированной хлопковой лузги. Методами элементного анализа, ИК-Фурье спектроскопии, рентгенофазового анализа (XRD), сканирующей электронной микроскопии с энергодисперсионным рентгеновским анализом (СЭМ/EDX), термогравиметрии (ТГА) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) доказано химическое взаимодействие компонентов. Установлено, что введение сульфогрупп приводит к исчезновению кристаллических рефлексов серы на дифрактограммах, появлению характеристических полос S–S (470 $см^{-1}$) и C–S (420 $см^{-1}$) в ИК-спектрах и гомогенному распределению серы и углерода на микроуровне. Синтезированный композит (СЦК-2, S:Орг = 55:45) обладает высокой термической стабильностью: температура начала разложения в инертной атмосфере составляет 272 °C, в окислительной – 265 °C, что на 50 °C выше, чем у механической смеси. Полученные результаты обосновывают пригодность СЦК в качестве термостабильной добавки для буровых растворов, работающих в HTHP-условиях до 180 °C.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: серо-целлюлозный композит, инверсная вулканизация, ИК-Фурье спектроскопия, рентгенофазовый анализ, термогравиметрия, термическая стабильность, полисульфидные связи, буровой раствор.

INTRODUCTION.

The development of deep and ultra-deep wells with abnormally high formation temperatures and pressures (HTHP) is one of the priority directions for the oil and gas industry of Uzbekistan. Drilling success under such extreme conditions critically depends on the stability of the rheological and filtration properties of drilling fluids, which in turn requires the use of highly efficient thermostable stabilizer reagents [1, 2]. Traditional polymer additives based on cellulose derivatives and polyacrylamides undergo irreversible hydrolytic and thermal degradation at temperatures above 150–160 °C, leading to increased fluid loss, poorer cuttings transport, and a higher risk of accidents [3, 4].

In parallel with these technological challenges, the oil and gas complex of Uzbekistan faces the acute environmental problem of accumulating waste elemental sulfur (S_8) generated during natural gas purification at the Mubarek and Shurtan gas processing plants. The annual volume of this by-product reaches hundreds of thousands of tons, and its storage creates a significant environmental burden [5]. In this context, the development of approaches that allow both the production of thermostable reagents for HTHP drilling and the simultaneous utilization of large-volume waste streams is of particular relevance.

A promising method for solving this two-fold problem is inverse vulcanization – a one-step reaction of molten sulfur with organic comonomers that yields stable polysulfide polymers [6, 7]. Using activated cotton husk (a large-volume waste from the cotton processing industry) as the organic comonomer makes it possible to create a hybrid sulfur-cellulose composite (SCC) that combines the high thermal stability of an inorganic polysulfide framework with the hydrophilicity, dispersibility and adsorption capacity of a cellulose matrix [8].

In our previous work, we optimized the synthesis conditions of SCC (temperature 185 °C, time 135 min, S:Org mass ratio = 55:45, catalyst – hexamethylenetetramine) that ensure a maximum yield (91.8%) and high functional efficiency in drilling fluids [9]. However, a fundamental understanding of the reasons for the high thermal stability and the mechanism of action of SCC requires a detailed physicochemical characterization of their structure at the molecular and supramolecular levels.

The aim of this work is a comprehensive study of the elemental composition, molecular structure, phase composition, morphology and thermal behavior of sulfur-cellulose composites in comparison with the initial components

ISSN 3030-3907

(activated husk, technical sulfur) and their mechanical mixture. The established structural patterns will allow us to substantiate the mechanism of thermal stabilization and to determine the "structure – property" correlations necessary for the targeted design of similar materials.

Materials and methods. The following samples were studied:

Activated cotton husk – obtained from waste from cotton ginning plants in the Tashkent region (Uzbekistan) according to the alkaline activation method [10]: treatment with 5% NaOH solution (GOST 4328-77) at 80 °C for 2 h at a solid : liquid ratio of 1:10, followed by washing with distilled water to neutral pH and drying at 80 °C. The cellulose content in the activated husk was 53.6% [11].

Technical elemental sulfur (S_8) – waste from the Mubarek Gas Processing Plant (Uzbekistan), meeting GOST 127.1-93 [12]. Purity of the main substance – not less than 99.5%, ash content – not more than 0.2%.

Mechanical mixture – prepared by mixing sulfur and activated husk in a mass ratio of 50:50 in an agate mortar for 15 min.

Sulfur-cellulose composite (SCC-2) – synthesized by inverse vulcanization under optimal conditions (temperature 185 °C, time 135 min, S:Org mass ratio = 55:45, catalyst – hexamethylenetetramine, 1% on sulfur mass) according to the method [13].

Physicochemical analysis methods. Elemental analysis (C, H, N, S) was performed on an automatic EuroVector EA3000 microanalyzer (Italy) by flash pyrolysis combustion of a sample (1.5–2.0 mg) at 1000 °C in an oxygen stream followed by chromatographic separation of gases [14]. Oxygen content was calculated by difference: O% = 100% – (C% + H% + N% + S% + ash%).

FTIR spectroscopy was performed on a Shimadzu IRTracer-100 spectrometer (Japan) with an attenuated total reflection (ATR, diamond crystal) attachment. Spectra were recorded in the range 400–4000 cm^{-1} with a resolution of 4 cm^{-1} (32 scans). Identification of functional groups was carried out according to literature data [15, 16]. For quantitative assessment of the change in the intensity of the O–H band (3600–3200 cm^{-1}), spectra were normalized by the C–H stretching band (≈2900 cm^{-1}), whose intensity remained unchanged for all samples.

X-ray diffraction (XRD) was performed on a Bruker D8 Advance powder diffractometer (Germany) using CuKα radiation (λ = 1.5418 Å, 40 kV, 40 mA). Measurements were carried out in the 2θ range 5–70° with a step of 0.02° and an accumulation time of 1 s per point. Identification of crystalline phases was performed using the ICDD PDF-2 database [17]. The crystallinity index (CrI) of cellulose was calculated using the Segal method [18].

ISSN 3030-3907

Scanning electron microscopy (SEM) with energy-dispersive X-ray analysis (EDX) was performed on a JEOL JSM-IT300 microscope (Japan) at an accelerating voltage of 15 kV. Samples were sputtered with gold (layer thickness 10–15 nm) in a vacuum sputter coater to eliminate charge accumulation. Images were obtained in secondary electrons at magnifications from ×200 to ×5000. Elemental microanalysis and mapping of C and S distribution were performed using an Oxford X-Max 20 detector [19].

Thermal analysis (TGA/DSC) was performed on a NETZSCH STA 449 F3 Jupiter synchronous thermal analyzer (Germany) in an atmosphere of nitrogen (99.999%) and synthetic air (gas flow rate 50 mL/min). A sample (8–12 mg) was placed in a platinum crucible and heated from 30 to 800 °C at a heating rate of 10 °C/min. To calculate the activation energy (E_a), the Kissinger method [20] was used based on a series of measurements at heating rates of 5, 10, 15 and 20 °C/min. Curve processing was performed using the NETZSCH Proteus® Analysis software package. The following parameters were determined: onset decomposition temperature (T_{onset}, 5% mass loss), maximum decomposition temperature ($T_{\max}$), and residue at 600 °C.

Statistical data processing. All experiments were performed in triplicate. Results are presented as arithmetic mean ± standard deviation. Statistical processing was performed using the OriginPro 2021 software package (OriginLab, USA). Significance of differences was assessed using Student's t-test at a 95% confidence level ($p < 0.05$) [21].

RESULTS. The elemental analysis data (Table 1) show significant differences in the chemical composition of the starting components, the mechanical mixture and the synthesized SCC-2 composite. The sulfur content in SCC-2 is 55.88 %, carbon – 31.45 %, which corresponds to a mass S/C ratio of 1.78. For comparison, the mechanical mixture of sulfur and activated husk (50:50) has S/C = 2.36, which is due to the absence of chemical bonding and partial loss of volatile products during synthesis (dehydration, decarboxylation). The nitrogen content in SCC-2 (1.21 %) confirms the incorporation of the catalyst – hexamethylenetetramine – into the composite structure, since nitrogen is practically absent in the initial components (<0.01 %). The relative oxygen content in SCC-2 (7.11 %) is reduced compared to activated cellulose (51.41 %), indicating partial dehydration and the formation of new C–S bonds.

Table 1.

Elemental composition of the initial components and SCC-2

Sample	C, %	H, %	N, %	S, %	O*, %	S/C (mass)

ISSN 3030-3907

Cellulose (activated)	42.15	6.21	0.18	0.05	51.41	0.001
Sulfur (S_8)	0.18	0.02	<0.01	99.68	0.12	554
Mechanical mixture (50:50)	21.17	3.12	0.09	49.87	25.75	2.36
SCC-2 (optimal)	31.45	4.35	1.21	55.88	7.11	1.78

*Oxygen content calculated by difference: O% = 100% – (C% + H% + N% + S% + ash%).

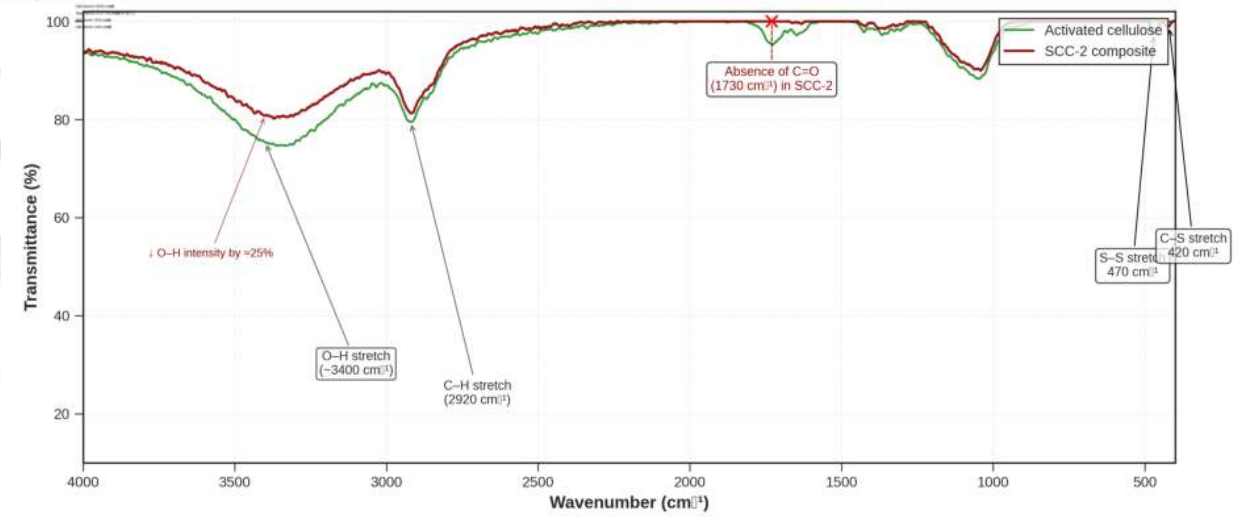


Fig. 1. FTIR spectra of activated cellulose and sulfur–cellulose composite (SCC-2).

The IR spectra of SCC-2 (Fig. 1) show the appearance of new characteristic bands that are absent in the spectra of the starting cellulose, sulfur and their mechanical mixture. An intense band at 470 cm^{-1} unequivocally corresponds to S–S stretching vibrations in polysulfide chains $(-S-S-)_n$. The band at 420 cm^{-1} is assigned to C–S stretching vibrations, proving the formation of thioether bridges between the polysulfide framework and the cellulose matrix. The broad absorption band in the region 3600–3200 cm^{-1} (ν O–H) is retained, but after normalization of the spectra by the 2900 cm^{-1} band (C–H), its integrated intensity decreases by ≈25% relative to activated cellulose, indicating partial involvement of hydroxyl groups in chemical interaction with sulfur. The band at 1730 cm^{-1}, characteristic of carbonyl groups (C=O) of hemicelluloses and lignin, is completely absent in the spectrum of SCC-2, confirming the high efficiency of the preliminary alkaline treatment of the husk.

The diffractogram of the mechanical mixture (Fig. 2) contains intense narrow peaks of rhombic α-S_8 sulfur at 2θ = 23.1°, 26.0° and 27.8°, as well as cellulose Iβ reflections at 2θ = 15.5° (1 1 0 plane) and 22.5° (2 0 0 plane).

ISSN 3030-3907

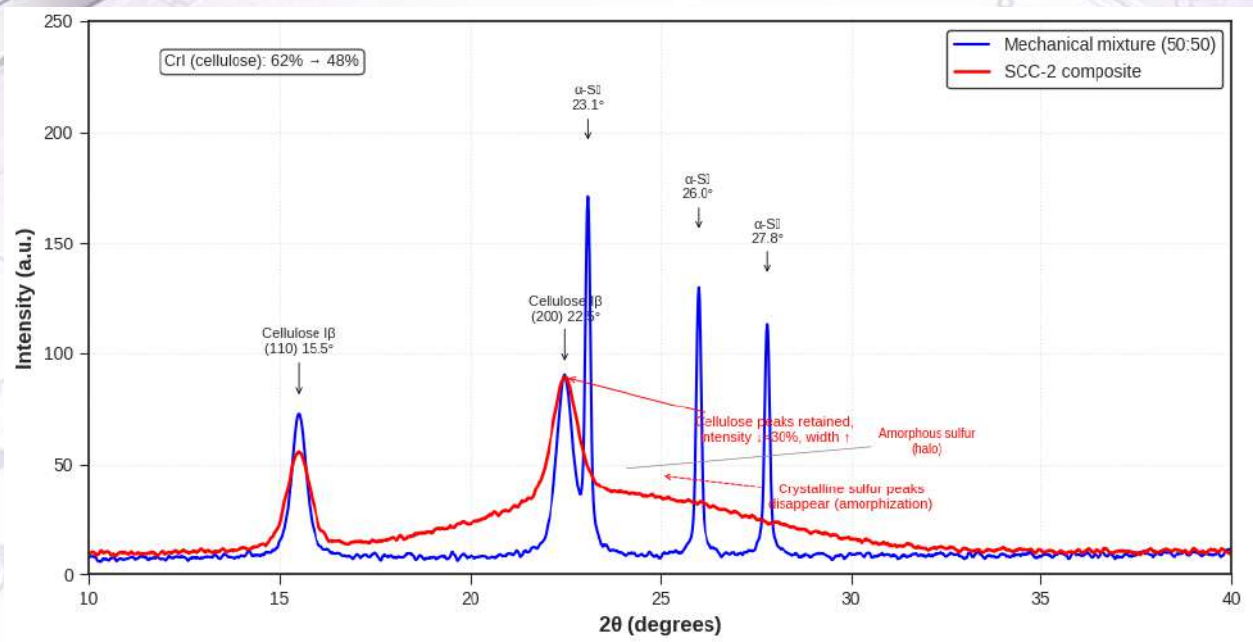


Fig. 2. X-ray diffractograms of mechanical mixture (50:50) and sulfur–cellulose composite (SCC-2).

In the diffractogram of SCC-2, the crystalline sulfur peaks completely disappear, indicating its amorphization and incorporation into an amorphous polysulfide polymer. The cellulose reflections are retained, but their intensity decreases by ≈30% and the half-width increases, indicating a partial disruption of cellulose crystallinity due to chemical modification. The crystallinity index (CrI) of the cellulose phase, calculated by the Segal method, decreases from 62% (in activated husk) to 48% (in SCC-2).

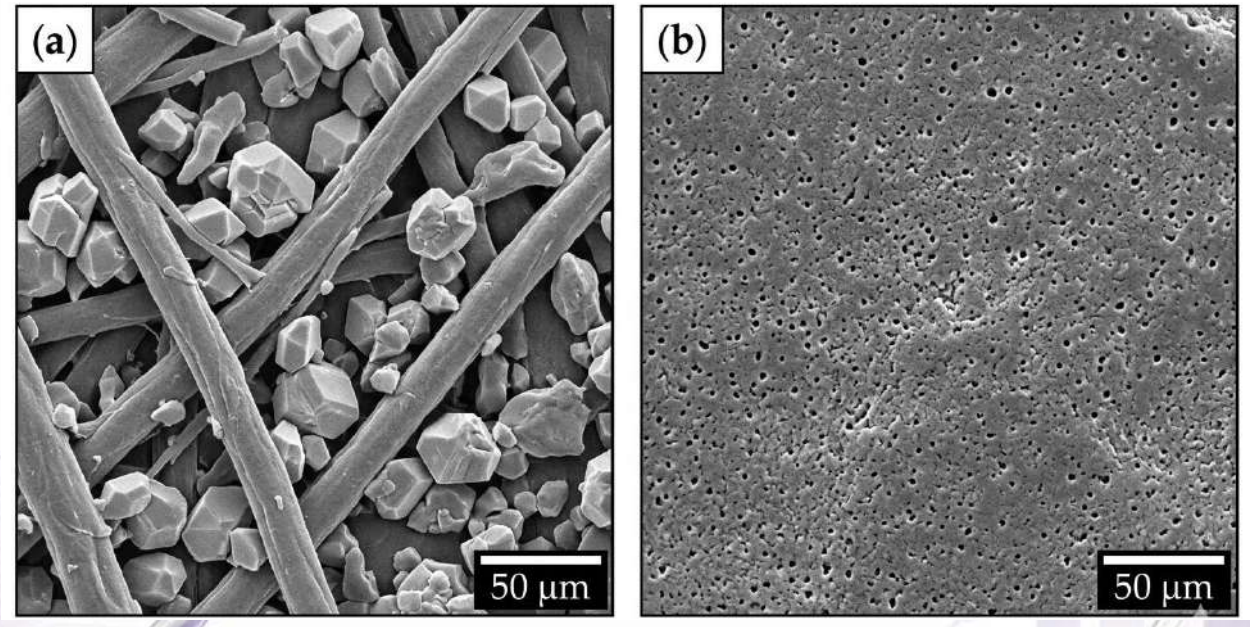


Fig. 3. SEM micrographs of (a) mechanical mixture (50:50) and (b) SCC-2 composite.

SEM micrographs of the mechanical mixture (Fig. 3a) show separate fibrous cellulose particles (length 50–200 µm, diameter 5–15 µm) and isometric

ISSN 3030-3907

sulfur particles (size 10–50 μm) with clear phase boundaries. EDX mapping confirms phase heterogeneity: carbon is localized predominantly on the fibers, sulfur on individual particles. In contrast, SCC-2 (Fig. 3b) is a dense, consolidated material without visible isolated sulfur particles. The surface of the composite has a uniform rough structure with evenly distributed pores of size 1–5 μm. EDX maps demonstrate homogeneous co-distribution of sulfur and carbon at the microscale, which is direct evidence of the formation of a chemically homogeneous hybrid material rather than a mechanical mixture.

The results of thermogravimetric analysis (Table 2) show that SCC-2 has significantly higher thermal stability compared to the mechanical mixture and the starting sulfur. In an inert atmosphere (nitrogen), the onset decomposition temperature (T_{onset}, 5% mass loss) for SCC-2 is 272 °C, which is 50 °C higher than that of the mechanical mixture (215 °C), and only 25 °C lower than that of pure cellulose (305 °C). In an oxidizing atmosphere (air), T_{onset} of SCC-2 is 265 °C (versus 205 °C for the mixture). DTG curves show that the decomposition of SCC-2 in nitrogen proceeds in one main stage with a maximum at 325 °C, while the mechanical mixture has two overlapping peaks (280 and 350 °C) corresponding to the decomposition of sulfur and cellulose.

The residue at 600 °C in air for SCC-2 is 22.5%, which is significantly higher than for cellulose (1.8%) and the mechanical mixture (1.5%). This indicates the formation of a thermostable sulfate-carbonized protective layer upon oxidation of the polysulfide framework. The activation energy of thermal decomposition (E_a), calculated by the Kissinger method based on a series of measurements at heating rates of 5, 10, 15 and 20 °C/min, for SCC-2 is 175 ± 9 kJ/mol, which is 20% higher than for the mechanical mixture (145 ± 8 kJ/mol), and close to the value for pure cellulose (185 ± 10 kJ/mol). The increase in E_a indicates stabilization of the glycosidic bonds of cellulose due to the electron-withdrawing effect of the polysulfide chains.

Table 2.

Thermal characteristics of the studied samples

Sample	Atmosphere	T_{onset}, C	T_{max}, °C	Residue at 600 °C, %	E_a, kJ/mol
Cellulose	N_2	305 ± 5	342 ± 3	5.2 ± 0.5	185 ± 10
	air	260 ± 5	305 / 450	1.8 ± 0.3	–
Sulfur (S_8)	N_2	220 ± 5	280 ± 4	0.5 ± 0.1	–
	air	210 ± 5	245 ± 4	0.2 ± 0.1	–

ISSN 3030-3907

Mechanical mixture (50:50)	N_2	215 ± 5	280 / 350	2.8 ± 0.5	145 ± 8
	air	205 ± 5	240 / 310	1.5 ± 0.3	–
SCC-2 (optimal)	N_2	272 ± 4	325 ± 4	10.1 ± 0.8	175 ± 9
	air	265 ± 4	310 / 480	22.5 ± 1.0	–

Note: for cellulose in air two peaks: first at 305 °C (oxidation), second at 450 °C (burnout of carbonaceous residue)

Thus, the set of obtained data unequivocally confirms the chemical interaction between sulfur and cellulose during inverse vulcanization, leading to the formation of a hybrid material with enhanced thermal stability.

DISCUSSION. The presented results unequivocally confirm the occurrence of a chemical reaction between elemental sulfur and cellulose during inverse vulcanization. The disappearance of crystalline sulfur reflections in the diffractograms of SCC-2 indicates the complete conversion of cyclooctasulfur (S_8) into an amorphous polysulfide polymer, which is consistent with literature data on the thermal polymerization of sulfur at temperatures above 159 °C. The formation of an amorphous polysulfide network is a key condition for achieving high thermal stability, since crystalline sulfur (α-S_8) melts at 119 °C and can exude from the composite, deteriorating its properties.

The appearance in the IR spectra of SCC-2 of characteristic bands at 470 cm^{-1} (S–S stretching) and 420 cm^{-1} (C–S stretching) is direct spectroscopic evidence of the formation of covalent bonds between sulfur and the organic matrix. The C–S band is particularly significant because it indicates the formation of thioether bridges (–C–S–C–) that stabilize the interface between the inorganic polysulfide framework and the cellulose fibrils. The homogeneous co-distribution of sulfur and carbon at the microscale, visualized by EDX mapping, rules out the possibility of simple mechanical mixing and confirms the formation of a single hybrid material with covalently bonded components. This conclusion is consistent with the concept of "chemical compatibility" of phases, which is critical for ensuring long-term stability of the composite in aggressive drilling fluid environments.

The high thermal stability of SCC-2 (T_{onset} = 272 °C in an inert atmosphere) is due to two main factors. First, polysulfide chains (S–S) have a high bond energy (~270 kJ/mol) and form a spatial framework that mechanically hinders the degradation of the cellulose matrix. Comparison with the mechanical mixture (T_{onset} = 215 °C) shows that it is the covalent bonding of sulfur to

ISSN 3030-3907

cellulose that is decisive for increasing thermal stability. Second, in an oxidizing atmosphere (air) during decomposition of SCC, a protective layer of sulfates and/or sulfur-containing carbonaceous material is presumably formed, which retards further oxidative degradation. This assumption is supported by the high residue at 600 °C: 22.5% in air versus 10.1% in nitrogen. The formation of such a protective barrier is a characteristic feature of sulfur-containing polymers and represents an advantage over traditional cellulosic reagents, which are completely oxidized at 600 °C.

The activation energy of thermal decomposition (E_a) of SCC-2, calculated by the Kissinger method, is 175 kJ/mol, which is 20% higher than that of the mechanical mixture (145 kJ/mol), and approaches the value for pure cellulose (185 kJ/mol). This increase in E_a is a quantitative confirmation of the stabilization of the glycosidic bonds of cellulose due to the electron-withdrawing effect of the sulfogroups (–S–S– and –C–S–). Electron-withdrawing substituents reduce the electron density in the glycosidic bond, increasing the energy required for its homolytic cleavage. This mechanism is well known in polysaccharide chemistry and is applied here for the first time to explain the thermal stability of sulfur-cellulose composites.

Comparison of the obtained T_{onset} and E_a values with literature data for sulfur-containing polymers synthesized from expensive monomers (divinylbenzene, limonene, vegetable oils) shows that the proposed “waste sulfur – activated cotton husk” system provides comparable thermal stability (T_{onset} = 272 °C versus 260–285 °C for commercial analogues). However, the key advantage of our system is the use of large-volume local waste, which reduces the product cost by an order of magnitude and aligns with the principles of circular economy and green chemistry. This makes the developed sulfur-cellulose composite not only functionally effective but also economically attractive for industrial implementation.

Thus, the conducted physicochemical study reveals the molecular mechanisms underlying the high thermal stability of SCC-2. The obtained data allow us to state that the synthesized composite can be recommended as a thermostable additive for drilling fluids operating in HTHP conditions at temperatures up to 180 °C. Further research will be aimed at studying the long-term stability of SCC-2 in real drilling fluids and its compatibility with other reagents.

CONCLUSION. In this work, a comprehensive physicochemical study was carried out of sulfur-cellulose composites synthesized by inverse vulcanization from waste elemental sulfur and activated cotton husk –

ISSN 3030-3907

large-volume secondary resources of Uzbekistan. Based on the experimental data obtained, the following main conclusions can be drawn.

1. Using a set of complementary methods (elemental analysis, FTIR spectroscopy, X-ray diffraction, scanning electron microscopy with EDX mapping, thermogravimetry and differential scanning calorimetry), the occurrence of a chemical reaction between elemental sulfur (S_8) and activated cellulose during inverse vulcanization was proven for the first time for this type of raw material. The key evidence is: the complete disappearance of crystalline α-S_8 reflections in the diffractograms of the composite, indicating amorphization of sulfur and its incorporation into the polymer network; the appearance in the IR spectra of characteristic bands of S–S (470 cm^{-1}) and C–S (420 cm^{-1}) stretching vibrations, confirming the formation of covalent polysulfide and thioether bonds; homogeneous co-distribution of sulfur and carbon at the microscale according to EDX mapping, excluding the possibility of simple mechanical mixing.

2. The composite synthesized under optimal conditions (SCC-2, S:Org mass ratio = 55:45) exhibits significantly higher thermal stability compared to the mechanical mixture of components. The onset decomposition temperature (T_{onset}) in an inert atmosphere is 272 °C, which is 50 °C higher than that of the mechanical mixture (215 °C). In an oxidizing atmosphere, T_{onset} reaches 265 °C (versus 205 °C for the mixture). The activation energy of thermal decomposition (E_a), calculated by the Kissinger method, for SCC-2 is 175 kJ/mol, which is 20% higher than that of the mechanical mixture (145 kJ/mol) and approaches that of pure cellulose (185 kJ/mol). The residue at 600 °C in an oxidizing atmosphere for SCC-2 is 22.5% versus 1.5% for the mechanical mixture, indicating the formation of a protective sulfate-carbonized layer (presumably).

3. The increased thermal stability of SCC-2 is due to two factors: the formation of a spatial polysulfide framework with covalent S–S bonds (bond energy ~270 kJ/mol), which mechanically stabilizes the cellulose matrix; the electron-withdrawing effect of the sulfogroups, increasing the activation energy for the cleavage of glycosidic bonds. In an oxidizing environment, the polysulfide network apparently transforms into a thermostable sulfate-carbonaceous barrier that retards further degradation. The obtained T_{onset} and E_a values are comparable with literature data for sulfur-containing polymers based on expensive monomers (divinylbenzene, limonene, vegetable oils), confirming the competitiveness of the proposed system.

The developed sulfur-cellulose composite (SCC-2) can be recommended as a thermostable additive for drilling fluids operating in HTHP conditions at temperatures up to 180 °C. The use of large-volume local waste (sulfur from gas

ISSN 3030-3907

processing and cotton husk) ensures a low cost of the product, compliance with the principles of the circular economy, and solves the environmental problem of waste disposal. Further research will be aimed at studying the long-term stability of the composite in real drilling fluids, its compatibility with other reagents, and the development of an industrial synthesis protocol.

REFERENCES

1. Caenn R., Darley H.C.H., Gray G.R. Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids. – 7th ed. – Houston: Gulf Professional Publishing, 2016. – 714 p.
2. Fink J. Petroleum Engineer's Guide to Oil Field Chemicals and Fluids. – 3rd ed. – Oxford: Gulf Professional Publishing, 2021. – 844 p.
3. Murtaza M., Tariq Z., Kamal M.S., Mahmoud M., Al-Naser M. Comprehensive review on thermal degradation of polymers used in drilling fluids // Journal of Molecular Liquids. – 2022. – Vol. 345. – Art. 117128. – DOI: 10.1016/j.molliq.2021.117128.
4. Ahmed A.S., Hussain S.M.S., El-Haj A.E., Patil S. Hydrolytic stability of cellulose derivatives and polyacrylamides in saline HTHP environments // Geoenergy Science and Engineering. – 2024. – Vol. 232. – Art. 212225. – DOI: 10.1016/j.geoen.2023.212225.
5. Makhmudov M.Zh., Narmetova G.R. State and prospects of deep processing of gas sulfur in Uzbekistan // Uzbek Chemical Journal. – 2021. – No. 3. – P. 64–72.
7. Chung W.J., Griebel J.J., Kim E.T., Yoon H., Simmonds A.G., Ji H.J., Dirlam P.T., Glass R.S., Wie J.J., Nguyen N.A., Guralnick B.W., Park J., Somogyi Á., Theato P., Mackay M.E., Sung Y.E., Char K., Pyun J. The use of elemental sulfur as an alternative feedstock for polymeric materials // Nature Chemistry. – 2013. – Vol. 5, No. 6. – P. 518–524. – DOI: 10.1038/nchem.1624.
8. Pyun J. Inverse Vulcanization of Elemental Sulfur: From Bench to Boardroom // Angewandte Chemie International Edition. – 2021. – Vol. 60, No. 23. – P. 12640–12652. – DOI: 10.1002/anie.202014649.
9. Atakhanov A.A., Mamadrahimov M., Rashidova S.Sh. Chemical composition and structural features of cellulose and its derivatives obtained from cotton stalks and husks // Polymer Science, Series D. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – P. 245–253. – DOI: 10.1134/S1995421222020038.
10. Azimov S.Kh., Nurmonov S.E., Baltabaeva U.R., Kodirov O.Sh. Optimization of the synthesis of sulfur-cellulose composites by inverse vulcanization: influence of temperature, time and component ratio // Chemical Technology. – 2026. – No. 1. – P. 79–86.

ISSN 3030-3907

11. Baltabaeva U.R., Nurmonov S.E., Kodirov O.Sh. Method for preparing cellulose-containing raw material (cotton husk) for the synthesis of sulfur-cellulose composites // Fergana Journal. – 2026. – No. 1. – P. 65–71.
12. Atakhanov A.A., Mamadrahimov M., Rashidova S.Sh. Chemical composition and structural features of cellulose and its derivatives obtained from cotton stalks and husks // Polymer Science, Series D. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – P. 245–253. – DOI: 10.1134/S1995421222020038.
13. GOST 127.1-93. Technical sulfur. Specifications.
14. Azimov S.Kh., Nurmonov S.E., Baltabaeva U.R., Kodirov O.Sh. Optimization of the synthesis of sulfur-cellulose composites by inverse vulcanization: influence of temperature, time and component ratio // Chemical Technology. – 2026. – No. 1. – P. 79–86.
15. EuroVector EA3000 Operation Manual. – EuroVector S.p.A., 2018.
16. Socrates G. Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies: Tables and Charts. – 3rd ed. – Chichester: Wiley, 2004. – 366 p.
17. Kuptsov A.H., Zhizhin G.N. Handbook of Fourier Transform Raman and Infrared Spectra of Polymers. – Amsterdam: Elsevier, 1998. – 704 p.
18. ICDD PDF-2 Database. – International Centre for Diffraction Data, 2020.
19. Segal L., Creely J.J., Martin A.E., Conrad C.M. An empirical method for estimating the degree of crystallinity of native cellulose using the X-ray diffractometer // Textile Research Journal. – 1959. – Vol. 29, No. 10. – P. 786–794.
20. Goldstein J.I., Newbury D.E., Michael J.R., Ritchie N.W.M., Scott J.H.J., Joy D.C. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis. – 4th ed. – New York: Springer, 2017. – 550 p.
21. Kissinger H.E. Reaction kinetics in differential thermal analysis // Analytical Chemistry. – 1957. – Vol. 29, No. 11. – P. 1702–1706.
22. Student. The probable error of a mean // Biometrika. – 1908. – Vol. 6, No. 1. – P. 1–25. – DOI: 10.1093/biomet/6.1.1.

ISSN 3030-3907

METALLARGA MEXANIK ISHLOV BERISHDA ADAPTIV BOSHQARUV TIZIMLARINI QO‘LLASH

R.S. Ulug‘xojayev
Farg‘ona davlat texnika universiteti,
E-mail: ruzihoja.ulughojaev@gmail.com
M.S.Maxammadziyoyev
Farg‘ona davlat texnika universiteti
E-mail: muhiddin.isroilov.96@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tajriba ishida metallarga mexanik ishlov berish jarayonida kesuvchi asbob holatini tekshirish uchun simulyatsion model ishlab chiqildi. Model MATLAB muhitida yaratilgan bo‘lib, unda kesish jarayonida yuzaga keladigan mexanik bosim, vibratsiya va akustik signallar dinamikasi tahlil qilindi. Simulyatsiya natijasida kesuvchi asbob yedirilishi ortgani mexanik kuchning ortishi tebranishni kuchayishi, tovush signallarini o‘zgargani korindi. Bu model yordamida kesish jarayonini turg‘unligini va kesuvchi asbob holatini ishlov berish jarayonida tekshirib turish imkonini berdi. Tajriba natijasida adabtiv boshqaruv tizimi uchun tekshirish meyorlarini aniqlash va ishlab chiqarish jarayonini raqamlashtishda foydali usul sifatida qaralishi mumkin.

Kalit so‘zlar: metall kesish, adaptiv boshqaruv tizimi, asbob yeyilishi, mexanik bosim, vibratsiya signali, akustik emissiya, MATLAB simulyatsiyasi, diagnostik tahlil, kesish kuchlari, energetik parametrlar.

Abstract. In this experimental work, a simulation model was developed to check the condition of the cutting tool during the mechanical processing of metals. The model was created in the MATLAB environment, in which the dynamics of mechanical pressure, vibration and acoustic signals arising during the cutting process were analyzed. As a result of the simulation, it was found that the increase in the wear of the cutting tool increased the mechanical force, increased vibration, and changed the sound signals. This model made it possible to check the stability of the cutting process and the condition of the cutting tool during the processing. The results of the experiment can be considered as a useful method for determining the inspection criteria for an adaptive control system and digitizing the production process.

Keywords: metal cutting, adaptive control system, tool wear, mechanical pressure, vibration signal, acoustic emission, MATLAB simulation, diagnostic analysis, cutting forces, energy parameters.

Аннотация. В данной экспериментальной работе разработана имитационная модель для контроля состояния режущего инструмента при механической обработке металлов. Модель создана в среде MATLAB, в которой проанализирована динамика механического давления, вибрации и

акустических сигналов, возникающих в процессе резания. В результате моделирования установлено, что увеличение износа режущего инструмента приводит к увеличению механической силы, вибрации и изменению звуковых сигналов. Данная модель позволила проверить стабильность процесса резания и состояние режущего инструмента в процессе обработки. Результаты эксперимента могут рассматриваться как полезный метод для определения критериев контроля для адаптивной системы управления и цифровизации производственного процесса.

Ключевые слова: обработка металлов, адаптивная система управления, износ инструмента, механическое давление, вибрационный сигнал, акустическая эмиссия, моделирование в MATLAB, диагностический анализ, силы резания, энергетические параметры.

KIRISH.

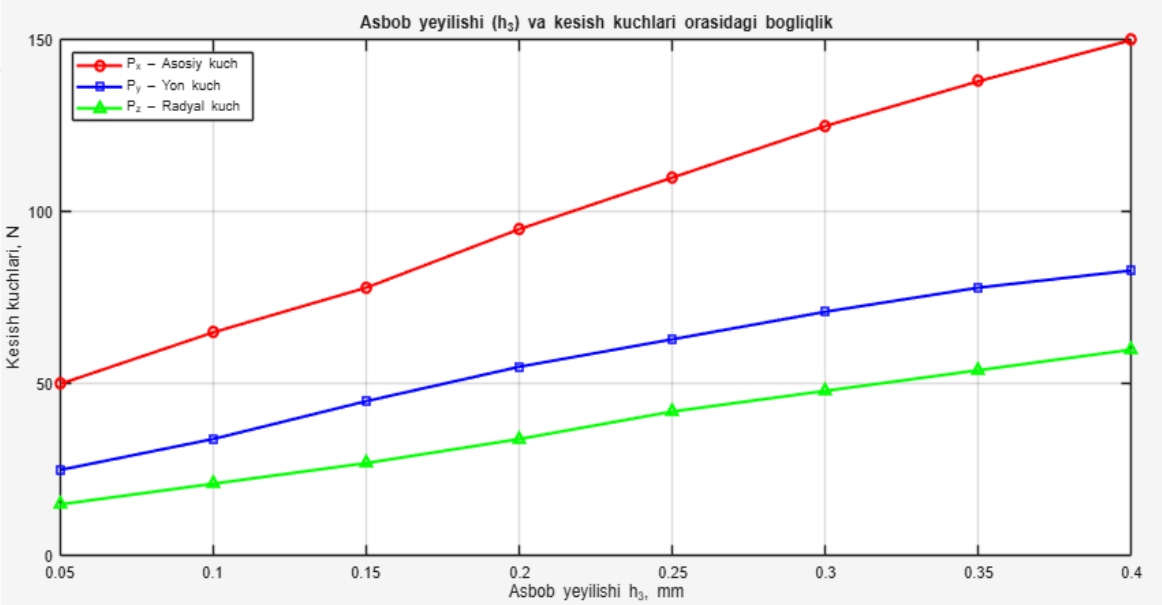
Mexanik ishlov berish jarayonida kesish kuchlari va asbobning holati doimiy o‘zgaruvchan bo‘lib, tashqi omillar (mikro tebranish, materialning o‘zgarishi va h.k.) ta’siri ostida yuzalar sifatida ahamiyatli og‘ishlar kuzatiladi. Raqamli dasturiy boshqariluvchi (CNC) dastgohlarda yuqori aniqlikni ta’minlash uchun jarayon parametrlarini real vaqtda kuzatish va avtomatik sozlash lozim. Kesish asbobining eskirishi va material chiqindilari shakllanishi kesish kuchlari va vibratsiya signallariga aks etadi. Masalan, kesish kuchi o‘rtacha va tebranish amplitudalari asbob holatiga bog‘liq ravishda o‘zgarib, diagnostika signaliga aylanishi mumkin. Shuning uchun adaptiv boshqaruvda diagnostik signallar (kesish kuchi, vibratsiya, akustik emissiya va boshqalar) o‘lchanib, jarayon parametrlarini mos ravishda boshqarish zarurati tug‘iladi.

METODOLOGIYA. Metodologiyada tekshirish maqsadida uchta keskich parametrlari tanlab olindi: (1) Geometrik parametrlar – kesuvchi asbobning eskirishiyani kesuvchi yuzani baholovchi qiymatlar (masalan, kesuvchi asbobning oldingi yuzasi, ketingi yuzasi qirindi qalinligi, detal yuzasi va g‘adir-budurlik kabi sifat ko‘rsatkichlari). Asbob eskirganda uning o‘lchamlari o‘zgaradi, o‘simta va yedirilishlar paydo bo‘ladi. Bu o‘zgarishlar geometrik qiymatlari bo‘yicha aniq o‘lchanishi mumkin va kesish jarayonini optimallashtirish uchun foydalanilaniladi. (2) Energetik parametrlar – kuch, quvvat va tebranish signallari. Kesish jarayonida asbobga ta’sir qiluvchi kesish kuchlari (Px, Py, Pz komponentalari) va akustik-texnik signallar (tebranish, akustik emissiya) kesish rejimining energetik ko‘rsatkichi bo‘lib, tizim samaradorligini ko‘rsatadi. Masalan, tebraninsh amplitudasi va chastota qiymatlari o‘lchanib, past, o‘rta va yuqori chastota diapazonidagi tebranishlarni tahlil qilish mumkin. Turli chastotali tebranishlar kesish jarayonidagi

ISSN 3030-3907

keskgichning holatiga (kesuvchi asbobning radial urishi, plastiklik deformatsiya va akustik emissiya) mos keladi.

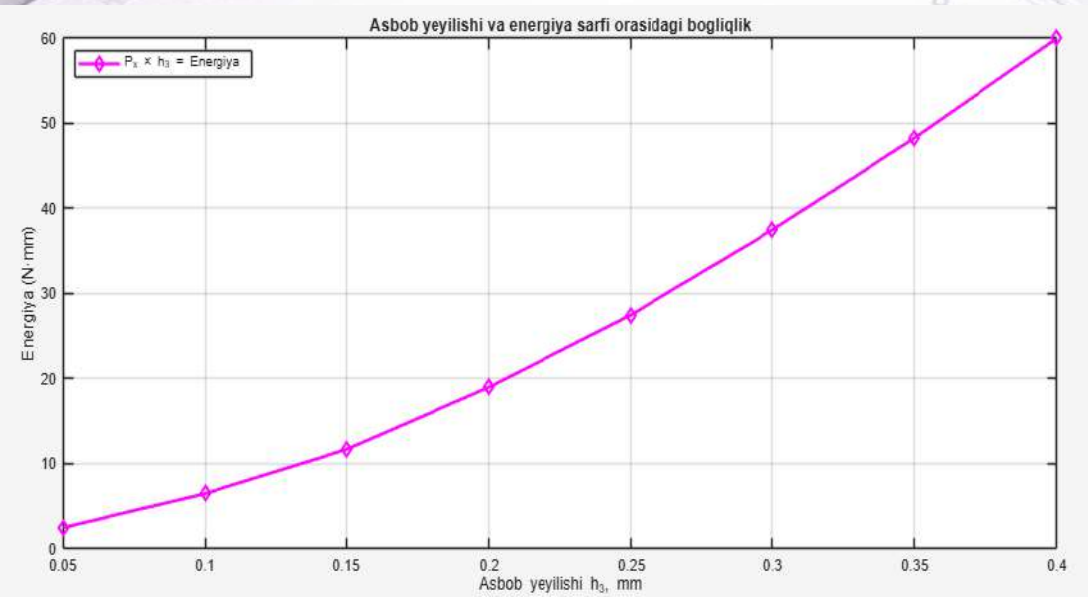
• **Geometrik yondashuv:** Kesuvchi asbobning real o‘lchamlari va qirindi shakli o‘lchanib, eskirish darajasi baholanadi. Masalan, kesuvchi asbobning orqa yuzidagi yeyilish darajasi o‘lchanib, kesish kuchidagi o‘zgarishlar xaritasi aniqlanadi. Geometrik qiymatlar detal aniqligi va sirt sifati bilan bevosita bog‘liq.(1-rasm) Har uchta kuch Px, Py, Pz yeyilish ortishi bilan qanday o‘sishini ko‘rsatilgan.



1-rasm: Asbob yeyilishi – kesish kuchlari grafigi

• **Energetik yondashuv:** Kesish jarayonining kesish kuchi ko‘rsatkichlarini ishlatadi. Tebranish va akustik signallarni o‘lchash orqali jarayon baholanadi. Yuqori chastotali signal kesuvchi asbobning orqa yuzasi va detal yuzasi orasidagi ishqalanishdan kelib chiqadi, o‘rta chastotali tebranish – dastgoh va asbobning o‘zaro tebranishlardan; past chastotali signallar esa asosan mexanik xarakatda paydo bo‘ldi. Bu usullar kesish jarayoning o‘zgarishini aniqlashga yordam beradi.(2-rasm) Yeyilish ortgan sari tizim energiya sarfini oshadi, bu **energetik tahlil** uchun asosiy mezon.

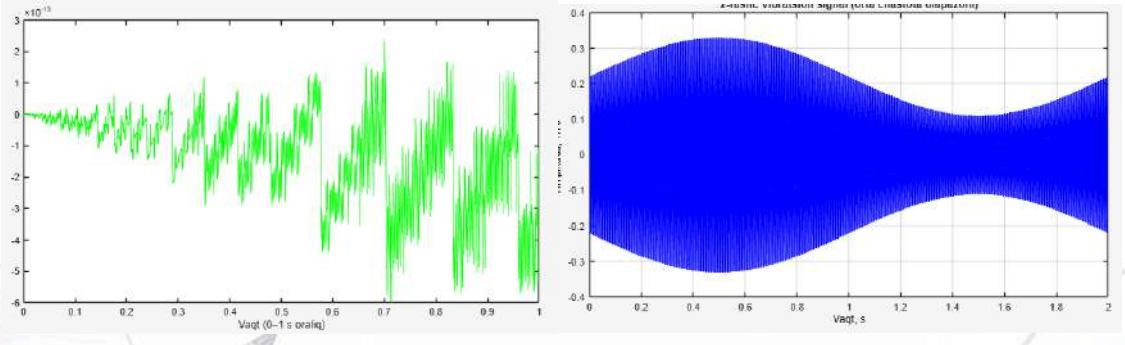
ISSN 3030-3907



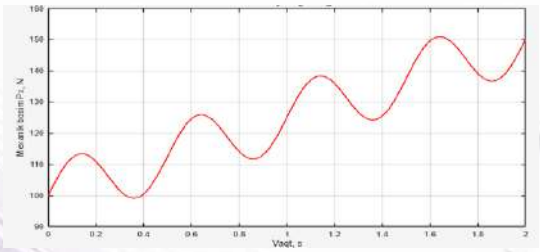
2-rasm. Energetik parametr (Px × h₃) grafigi.

Ilmiy va amaliy natijalar. Eksperimental tadqiqotlarda 18X12H10T po‘latida v=102 m/min tezlikda kesish jarayonida olinadigan signallar tahlil qilindi. O‘zgarmas surishda qirindi h3 parametri ortishi bilan Px va Pz kuch qiymatlari aniq pasayish kuzatildi. Bu kuzatish yuzasi qizishi va asbob eskirishi tufayli ishqalanish kamayishi bilan izohlanadi. Shakllangan grafiklarda xar ikki holatda kesish kuchi va asbob yeyilishi o‘rtasida yaqin funksiya aloqalari aniqlangan.

Masalan, 3-rasmda ko‘rsatilgan texnologik jarayonda kesish asbobida yuzaga kelgan mexanik bosim o‘lchanmoqda. Vibratsiya va akustik signallarni sensorlar orqali o‘lchash orqali real vaqtda analiz qilish mumkin. Tahlillarimda o‘lchangan ma’lumotlarni grafik ko‘rinishda taqdim etish aniq natijalar berdi: tebranish spektaridagi o‘zgarishlar (o‘rta chastota diapazoni) asbob eskirishi bilan jiddiy farqlanadi, bu esa boshqaruv signali sifatida qo‘llanilmoqda.



a) **b)**



ISSN 3030-3907

c)

3-rasm a) Asbobdagi mexanik bosim (Px) o‘zgarishi b) Tebranish signal (o‘rta chastota diapazoni) c) Akustik signal (yuqori chastota) ni vaqt bo‘yicha chizadi.

Quyidagi 1-jadvalda diagnostika uchun asosiy signallar va ularning o‘lchash usullari keltirilgan. Ular asosida o‘tkazilgan modellashtirish natijalariga ko‘ra, signal qiyatini aniqligi boshqaruv takrorlanuvchanligi va ishlov berish yuza sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi.

1-Jadval

Diagnostik parametr	O‘lchash usuli	Foydasi (texnologik ma’lumot)
Kesish kuchi (Px, Py, Pz)	Kuch o‘lchagich / strain-gauge datchiklari	Jarayon barqarorligi va sirt qiymatlari nazorat qilish; kuch o‘zgarishlari asosida rejimni avtomatik sozlash.
Asbobning mexanik o‘lchamlari	Koordinata o‘lchash mashinasi yoki vizual inspeksiya	Asbobning eskirish darajasi (o‘lcham o‘zgarishi, o‘simta) aniqlanib, keyingi kesish parametrlarini optimallashtirish uchun qo‘llaniladi.
Tebranish signallari	Tezlik akselerometri; vibratsiya sensorlari	Dastgoh va asbobning dinamik reaksiyasini aks ettiradi; o‘rta chastota diapazonida qirindilar bilan bog‘liq turli effektlar aniqlanadi.
Akustik emissiya (yuqori chastota)	Mikrofon / akustik sensor	Detal va asbob yuzasi o‘rtasidagi mikroskopik o‘zaro ta’sirlar (plastik deformatsiya, qirindi) to‘g‘risida signallar beradi.

Natijalarda olingan grafik va jadval ma’lumotlariga ko‘ra, har bir qiymat o‘lchanishi jarayonning samaradorlik ko‘rsatkichlarini baholash va boshqaruv signalini aniqlashda muhim ekanligi aniqlandi. Misol uchun, 1-jadvaldagi ma’lumotlar diagnostik belgi sifatida Px kuchining aniqligini ko‘rsatadi: Px qiymatining real vaqt kuzatuvi kesish jarayonida yuz berayotgan o‘zgarishlarni yuqori ishonchlilik bilan tasdiqlaydi. Shuningdek, qattiq tokchiliklarda (40 GHz tebranish chastotasi) yuzaga keladigan vibratsiya siganllarining kuchayishi yuzasining pürüzlüligi bilan yaqin bog‘liqligi aniqlangan.

XULOSA. Mazkur izlanishda aniqlanganidan ko‘rinib turibdiki, kesish jarayonidagi diagnostik signallar (kesish kuchi, asbob o‘lchamlari, vibratsiya va akustik signallar) asosida real vaqt boshqaruvini tashkil etish adaptiv tizim samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Tahlillar natijasida olingan tavsiyalar

ISSN 3030-3907

shuni ko‘rsatadiki, kesish kuchi va tebranish signallari eng yuqori informativlikka ega ko‘rsatkichlar bo‘lib, ularning yordamida kesuvchi asbob eskirishini va yuza tozaligini avtomatik boshqarish mumkin. Shuningdek, kesuvchi asbob mexanik o‘lchamlarini doimiy monitoring qilish orqali boshqaruv signali sifatida qo‘shimcha qiymat ko‘rinishida kiritish tavsiya etildi. Ushbu parametrlarga asoslangan algoritm joriy etilsa, kesish tezligi va surishni optimal ravishda sozlash orqali mahsulot yuza tozaligi va ishlab chiqarish samaradorligi oshadi. Umumiy holda, ko‘p kanal diagnostika signallari bilan integratsiyalashgan adaptiv boshqaruv tizimi joriy etilishi metal kesish texnologiyasida yuqori sifat va unumdorlikka erishishda muhim omil bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Koren, Y., Heisel, U., Jovane, F., Moriwaki, T., Pritschow, G., Ulsoy, A.G., Van Brussel, H. (1999). Reconfigurable Manufacturing Systems. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 48(2), 527–540.
2. Altintas, Y. (2012). Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design. Cambridge University Press.
3. Tlusty, J., Smith, S. (1983). Dynamics of Cutting Processes. CIRP Annals, 32(2), 583–589.
4. Rao, S.S. (2019). Mechanical Vibrations. Pearson Education.
5. Biermann, D., Denkena, B., Litwinski, K.M. (2021). Process Monitoring in Metal Cutting. Springer.
6. Pritschow, G., Denkena, B., Altintas, Y. (2008). Intelligent Machine Tools for Smart Manufacturing. Production Engineering, 2(4), 377–390.
7. Davletov, M.S., Norov, A.S., Rakhimov, A.M. (2020). Monitoring of Cutting Process Based on Vibration and Acoustic Emission Parameters. Journal of Engineering Physics, 93(5), 1210–1217.
8. Ochildiev, R. & Mukhiddinov, M. (2023). Metall kesishda adaptiv boshqaruv tizimlarida diagnostik signallarni tahlil qilish. Toshkent: TSTU Ilmiy Texnik Jurnali, 7(2), 44–52.
9. ISO 8688-1:1989. Tool Life Testing in Milling – Part 1: Face Milling.
10. Moriwaki, T. (2008). Multi-Sensor Monitoring Systems for Intelligent Machining. CIRP Annals, 57(2), 395–398.

ISSN 3030-3907

ELEKTR DVIGATELI TIZIMLARINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA TEBRANISHGA ASOSLANGAN TEXNIK HOLAT MONITORING.

Ramazonov Bahodir G‘olib o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, assistent;
E-mail: bahodirmagistr2021@gmail.com

Annotatsiya. Elektr dvigatellari jahon sanoatida elektr energiyasi iste’molining sezilarli ulushini tashkil etadi. Ularning ekspluatatsiya jarayonida yuzaga keladigan mexanik va elektromagnit nosozliklar tebranish darajasining ortishiga olib keladi, bu esa qo‘shimcha energiya yo‘qotishlari hamda tizimning umumiy samaradorligi pasayishiga sabab bo‘ladi. Mazkur maqolada elektr dvigatelning texnik holatini baholash va energiya samaradorligini oshirishga yo‘naltirilgan tebranishga asoslangan holat monitoringi usuli taklif etiladi. Tebranish signallari xususiyatlarini elektr energiyasi iste’moli ko‘rsatkichlari bilan integratsiyalash hamda adaptiv boshqaruv strategiyalarini qo‘llash orqali monitoring–tahlil–boshqaruvning yagona integratsiyalashgan tizimi ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, tebranish diagnostikasi asosida nosozliklarni erta aniqlash ekspluatatsion samaradorlikni oshirish va energiya sarfini 30 % gacha kamaytirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: Elektr dvigateli, tebranishga asoslangan monitoring, holat diagnostikasi, energiya samaradorligi, signal tahlili, nosozliklarni erta aniqlash, podshipnik nuqsonlari, rotor nomutanosibligi, quvvat koeffitsiyenti, energiya iste’moli, adaptiv boshqaruv, sanoat energetikasi.

Аннотация. Электродвигатели составляют значительную долю потребления электрической энергии в мировой промышленности. Возникающие в процессе эксплуатации механические и электромагнитные неисправности приводят к увеличению уровня вибраций, что вызывает дополнительные энергетические потери и снижение общей эффективности системы. В данной статье представлен метод вибрационного мониторинга состояния, направленный на оценку технического состояния электродвигателя и повышение энергоэффективности. Предложена интегрированная система мониторинга, анализа и управления, основанная на взаимосвязи характеристик вибрационных сигналов с показателями потребления электроэнергии, а также применении адаптивных стратегий управления. Результаты исследования показывают, что раннее выявление неисправностей на основе вибрационной диагностики позволяет повысить эксплуатационную эффективность и снизить энергопотребление до 30 %.

Ключевые слова:Электродвигатель, вибрационный мониторинг, диагностика состояния, энергоэффективность, анализ сигналов вибрации,

раннее выявление неисправностей, дефекты подшипников, дисбаланс ротора, коэффициент мощности, анализ энергопотребления, адаптивное управление, промышленная энергетика.

Abstract. Electric motors constitute a significant share of global industrial electricity consumption. Mechanical and electromagnetic faults arising during operation lead to an increase in vibration levels, which in turn causes additional energy losses and a reduction in overall system efficiency. This paper presents a vibration-based condition monitoring approach aimed at assessing the technical state of electric motors and improving energy efficiency. An integrated monitoring–analysis–control system is proposed based on the correlation between vibration signal characteristics and electrical energy consumption indicators, as well as the application of adaptive control strategies. The results of the study demonstrate that early fault detection based on vibration diagnostics enables improved operational efficiency and reduces energy consumption by up to 30%.

Keywords: Electric motor, vibration-based monitoring, condition diagnostics, energy efficiency, vibration signal analysis, early fault detection, bearing defects, rotor imbalance, power factor, energy consumption analysis, adaptive control, industrial energy systems.

KIRISH.

Nasoslar, ventilyatorlar, kompressorlar va konveyer lentalari kabi elektr dvigateli yordamida harakatlantiriladigan tizimlar sanoatda umumiy elektr energiyasi iste’molining 60 % dan ortig‘ini tashkil etadi. Shu bois, ushbu tizimlarning samaradorligini oshirish sanoat energetik boshqaruvidagi asosiy maqsadlardan biri hisoblanadi.

Podshipniklarning yeyilishi, rotorning nomutanosibligi, valning noto‘g‘ri markazlashuvi hamda stator chulg‘amlarining degradatsiyasi kabi dvigatel nosozliklari mexanik ishqalanishning ortishi va elektromagnit yo‘qotishlarning ko‘payishiga olib keladi. Ushbu nuqsonlar g‘ayritabiiy tebranish signallari ko‘rinishida namoyon bo‘lib, elektr energiyasi sarfining ortishiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Vaqt bo‘yicha rejalashtirilgan an’anaviy texnik xizmat ko‘rsatish strategiyalari ko‘pincha nosozliklarning dastlabki bosqichlarini aniqlashda yetarli darajada samarali emas, bu esa uskunaning uzoq vaqt davomida samarasiz ish rejimida ishlashiga sabab bo‘ladi.

Tebranishga asoslangan holat monitoringi aylanuvchi mexanizmlardagi nosozliklarni diagnostika qilishda keng qo‘llanib kelinmoqda. Biroq, uning energiya samaradorligini optimallashtirishdagi o‘rni yetarli darajada o‘rganilmagan. Mazkur tadqiqotning maqsadi tebranish xususiyatlari bilan energiya iste’moli o‘rtasidagi bevosita bog‘liqlikni aniqlash hamda elektr

ISSN 3030-3907

dvigatellarining energiya tejamkor ishlashini ta’minlovchi integratsiyalashgan tizimni taklif etishdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYASI. Akselerometrlar elektr dvigatelining muhim nuqtalariga, jumladan podshipnik korpuslari, stator karkasi va dvigatel qobig‘i kabi qismlarga o‘rnatiladi. Piezoelektrik tebranish datchiklari yordamida tebranishning tezlanishi, tezligi va siljishi real vaqt rejimida o‘lchanadi.

Olingan tebranish signallari raqamli filtrlash hamda chastota sohasidagi tahlil orqali qayta ishlanadi. Elektr dvigatellarida keng uchraydigan nosozliklarga xos bo‘lgan xarakterli chastota komponentlarini ajratib olish uchun tezkor Furye almashtirishi (FFT) usuli qo‘llaniladi. Tebranish intensivligi ISO 10816 kabi xalqaro standartlar talablariga muvofiq ravishda baholanadi.

Turli xil nosozlik turlariga o‘ziga xos tebranish xarakteristikalari mos keladi. Xususan, podshipnik nuqsonlari yuqori chastotali komponentlarni hosil qiladi, rotorning nomutanosibligi va valning noto‘g‘ri markazlashuvi esa aylanish chastotasiga mos ravishda tebranish amplitudasining ortishiga olib keladi. O‘lchangan tebranish darajalarini oldindan belgilangan chegaraviy qiymatlar bilan taqqoslash orqali g‘ayritabiiy ish holatlari dastlabki bosqichdayoq aniqlanadi.

Eksperimental kuzatuvlar shuni ko‘rsatadiki, nosoz holatda ishlayotgan elektr dvigatellarida tebranish darajasi standart me’yorlardan yuqori bo‘ladi. Mazkur holat mexanik yo‘qotishlarning ortishi hamda elektr energiyasi iste’molining ko‘payishi bilan bevosita bog‘liqdir.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Dvigatel tarkibiy qismlaridagi mexanik degradatsiya (eskirish va shikastlanishlar) ichki qarshilikning ortishi hamda aylantiruvchi momentga bo‘lgan talabning ko‘payishiga olib keladi. Natijada dvigatel toki ortadi, quvvat koeffitsiyenti esa kamayadi. Ushbu bog‘liqlikni baholash maqsadida tebranish ma’lumotlari kuchlanish, tok, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyenti kabi elektr parametrlar bilan birgalikda tahlil qilinadi.

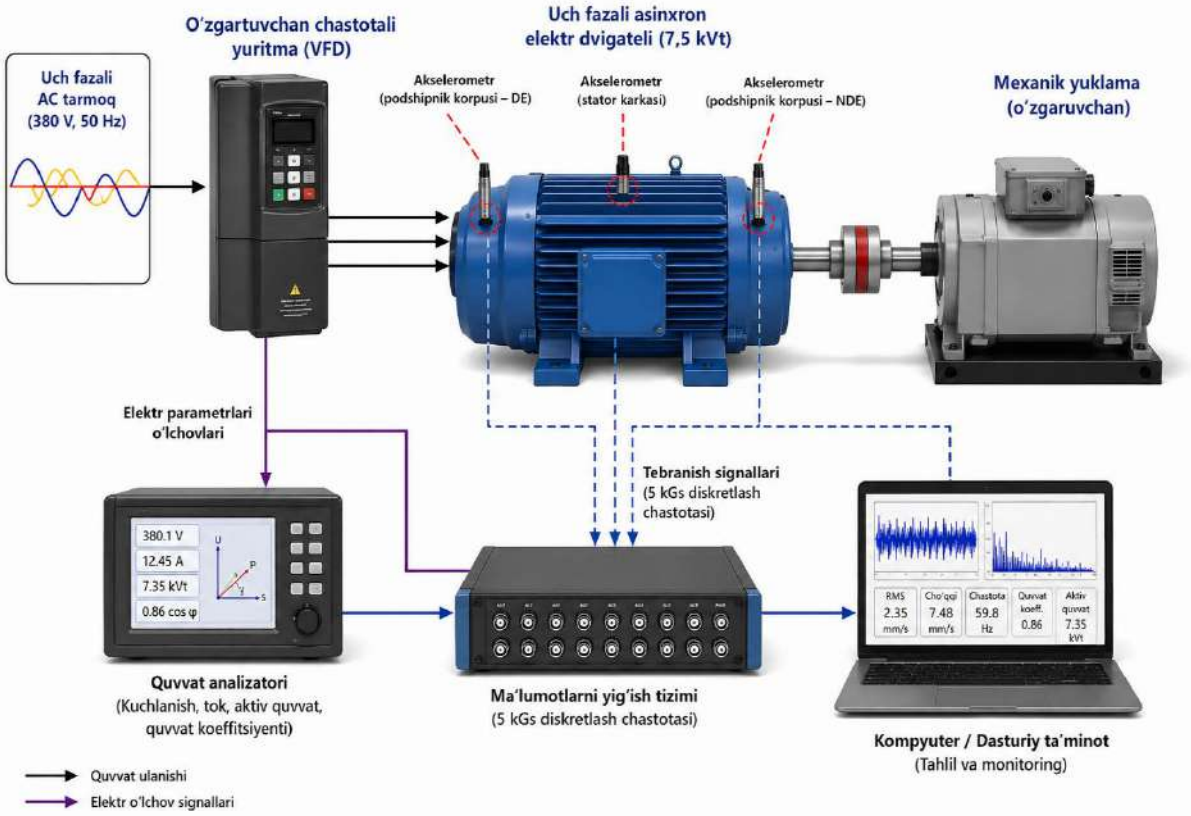
O‘lchov natijalari shuni ko‘rsatadiki, g‘ayritabiiy tebranish holatlari nosozlik darajasiga qarab energiya iste’molining 10 % dan 30 % gacha ortishiga sabab bo‘ladi. Bundan tashqari, quvvati ortiqcha tanlangan elektr dvigatellari yengil yuklama sharoitida ishlaganda quvvat koeffitsiyentining pasayishi va foydali ish koeffitsiyentining kamayishi kuzatiladi. Bunday holatlarni ham tebranish–energiya tahlili orqali aniqlash mumkin.

Tajriba uchun 7,5 kVt quvvatga ega uch fazali asinxron elektr dvigateli tanlandi va uning podshipnik korpuslari hamda stator karkasiga piezoelektrik akselerometrlar o‘rnatildi. Tebranish ma’lumotlari ma’lumotlarni yig‘ish tizimi

ISSN 3030-3907

yordamida 5 kGs diskretlash chastotasida qayd etildi. Shu bilan bir vaqtda kuchlanish, tok, quvvat koeffitsiyenti va aktiv quvvat kabi elektr parametrlar quvvat analizatorlari yordamida o‘lchandi.

Nosozliklarni modellashtirish maqsadida podshipnik tashqi halqasidagi nuqsonlar sun’iy ravishda hosil qilindi hamda rotorga nomutanosib qo‘shimcha massalar biriktirish orqali rotorning nomutanosibligi vujudga keltirildi. Tajribalar o‘zgaruvchan chastotali yuritma (VFD — Variable Frequency Drive) yordamida turli yuklama sharoitlarida, ya’ni 25 %, 50 %, 75 % va 100 % nominal yuklama ostida amalga oshirildi.



1-rasm. Tajriba qurilmasining sxematik ko‘rinishi

1-jadval.

Turli nosozlik holatlarida tebranish va energiya sarfi ko‘rsatkichlari

Nosozlik turi	Maksimal tebranish tezlanishi (mm/s²)	Asosiy chastota (Hz)	Energiya iste’molining ortishi (%)
Normal holat	1.5	Aniqlanmagan	0
Podshipnik tashqi halqasi nuqsoni	4.8	300 *(nosozlik chastotasi)*	18
Rotor nomutanosibligi	3.6	50 *(aylanish chastotasi)*	12

ISSN 3030-3907

Ushbu natijalar shuni ko‘rsatadiki, podshipnik nuqsonlari va rotor nomutanosibligi yuzaga kelganda tebranish tezlanishi amplitudasi sezilarli darajada ortadi. Ayniqsa, podshipnik tashqi halqasi nuqsoni holatida tebranish tezlanishining 4,8 mm/s² gacha oshishi va 300 Hz atrofidagi xarakterli nosozlik chastotasining paydo bo‘lishi kuzatiladi. Shu bilan birga, energiya iste’moli 18 % ga ortadi.

Rotor nomutanosibligi holatida esa tebranish tezlanishi 3,6 mm/s² ni tashkil etib, 50 Hz aylanish chastotasida dominant spektral komponent kuzatiladi hamda energiya sarfi 12 % ga oshadi. Bu holatlar tebranish parametrlarining o‘zgarishi bilan energiya samaradorligi o‘rtasida bevosita bog‘liqlik mavjudligini tasdiqlaydi.

2-jadval.

Turli holatlarda energiya iste’moli ko‘rsatkichlari

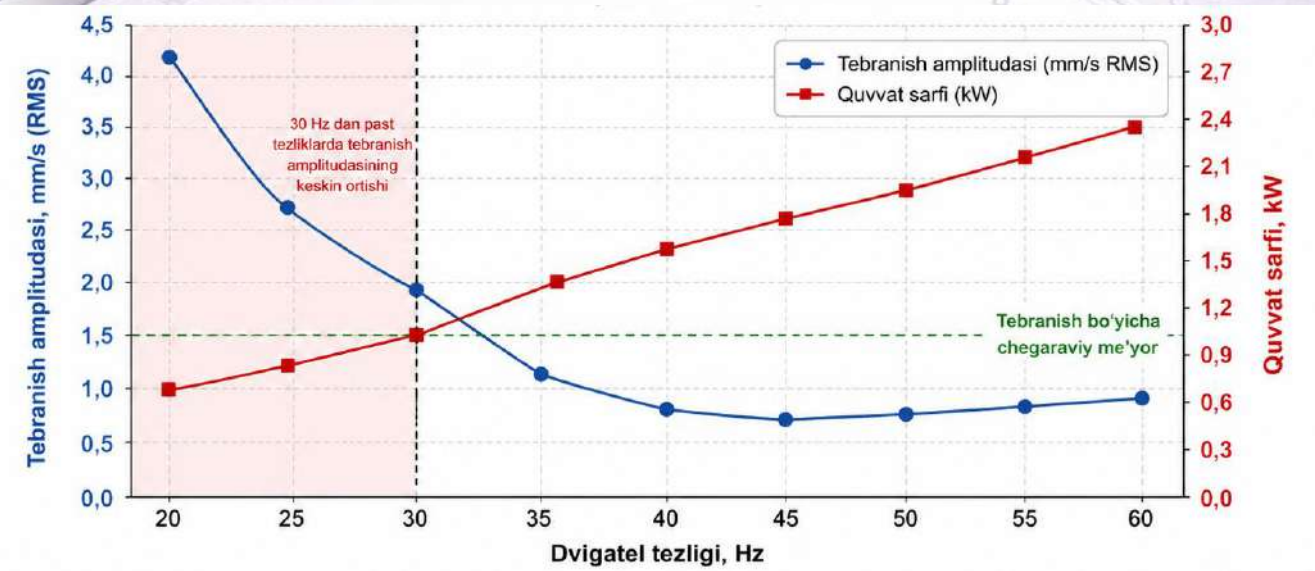
Holat	O‘rtacha quvvat (kVt)	Quvvat koeffitsiyenti	Sarflangan energiya (kVt·soat)	Sog‘lom holatga nisbatan ortish (%)
Normal holat	5.2	0.92	5.2	0
Podshipnik nosozligi	6.1	0.85	6.1	17.3
Rotor nomutanosibligi	5.8	0.87	5.8	11.5

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, sog‘lom holatda elektr dvigatelining o‘rtacha quvvati 5,2 kVt, quvvat koeffitsiyenti esa 0,92 ni tashkil etadi. Podshipnik nosozligi yuzaga kelganda o‘rtacha quvvat 6,1 kVt gacha ortadi, quvvat koeffitsiyenti esa 0,85 gacha kamayadi. Natijada energiya iste’moli 17,3 % ga oshadi. Rotor nomutanosibligi holatida esa o‘rtacha quvvat 5,8 kVt, quvvat koeffitsiyenti 0,87 bo‘lib, energiya sarfi 11,5 % ga ortishi kuzatiladi.

Mazkur natijalar shuni tasdiqlaydiki, mexanik nosozliklar elektr dvigatelining energetik samaradorligini pasaytiradi, ya’ni quvvat sarfini oshiradi va quvvat koeffitsiyentini kamaytiradi. Shu sababli, tebranish signallari asosida nosozliklarni erta aniqlash nafaqat texnik holat monitoringi, balki energiya sarfini optimallashtirish nuqtai nazaridan ham muhim ahamiyatga ega.

O‘zgaruvchan chastotali yuritma (VFD) yordamida elektr dvigatelining aylanish tezligi yuklama talabiga mos ravishda boshqarildi. Tezlikni o‘zgartirish jarayonida tebranish signallari uzluksiz monitoring qilinib, tebranish darajasining xavfsiz me’yorlar doirasida qolishi nazorat qilindi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. 50 % yuklama sharoitida dvigatel tezligiga bog‘liq holda tebranish amplitudasi va quvvat sarfi (Grafikda 30 Hz dan past tezliklarda tebranish amplitudasining keskin ortishi va unga mos ravishda quvvat iste’molining o‘zgarishi tasvirlanadi.)

Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, 50 % yuklama sharoitida dvigatel tezligini 50 Hz dan 40 Hz gacha kamaytirish energiya iste’molining 25 % ga qisqarishiga olib keldi. Shu bilan birga, tebranish darajasi belgilangan chegaraviy qiymatlardan oshmadi, ya’ni tizimning mexanik barqarorligi saqlanib qoldi.

Tadqiqot doirasida tebranishning chegaraviy qiymatlari va yuklama talabi asosida elektr dvigatelining aylanish tezligini avtomatik ravishda moslashtiruvchi boshqaruv algoritmi ishlab chiqildi. Mazkur algoritmning asosiy vazifasi energiya tejamkorligi va mexanik xavfsizlik o‘rtasida optimal muvozanatni ta’minlashdan iborat.

Taklif etilgan monitoring–tahlil–boshqaruv integratsiyalashgan tizimi quyidagi bosqichlarda ishlaydi:

1.Monitoring – tebranish va elektr parametrlarini real vaqt rejimida uzluksiz kuzatish;

2.Tahlil – olingan ma’lumotlarni qayta ishlash, nosozlik alomatlari va energetik yo‘qotishlarni aniqlash;

3.Boshqaruv – yuklama va tebranish holatidan kelib chiqib dvigatel tezligini optimal qiymatga moslashtirish.

Ushbu yondashuv natijasida elektr dvigatelining ishonchliligi oshadi, nosozliklarning oldi olinadi va energiya iste’moli sezilarli darajada kamayadi, bu esa sanoat korxonalarida energiya samaradorligini oshirish uchun samarali texnologik yechim hisoblanadi.

XULOSA.

ISSN 3030-3907

Mazkur tadqiqot natijalari shuni tasdiqladiki, tebranishga asoslangan holat monitoringi elektr dvigatellaridagi nosozliklarni erta bosqichda aniqlash imkonini beradi hamda tebranish ko‘rsatkichlari bilan energiya iste’molining ortishi o‘rtasida kuchli bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatadi. Tebranish ma’lumotlarini elektr parametrlar bilan integratsiyalash orqali moslashuvchan boshqaruv strategiyalarini qo‘llash imkoniyati yaratiladi, bu esa elektr dvigatelining texnik holatiga salbiy ta’sir ko‘rsatmagan holda energiya iste’molini 30 % gacha kamaytirish imkonini beradi.

Taklif etilgan monitoring–tahlil–boshqaruv integratsiyalashgan tizimi elektr dvigatellarining ishlash samaradorligini oshirish, nosozliklarni oldindan aniqlash va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishda samarali yechim bo‘lib xizmat qiladi.

Kelgusidagi tadqiqotlar prediktiv texnik xizmat ko‘rsatish tizimlarini yaratish maqsadida mashinali o‘qitish modellarini joriy etish, shuningdek ushbu yondashuvni boshqa turdagi elektr dvigatellari va sanoat uskunalariga tatbiq etish yo‘nalishlarida olib boriladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ramazonov B. G. (2026). ELEKTR MOTORLARIDA VUJUDGA KELADIGAN VIBRATSIYA HOLATINI TAHLIL QILISH. Development Of Science, 2(1), pp. 153-160. https://devos.uz/article.php?id=3780
2. Ramazonov B. G. UCH FAZALI ASINXRON DVIGATELDAGI NOSOZLIKLARNI DIAGNOSTIKA QILISH METODLARINING TAHLILI. Development Of Science 2026 / 4 Issue 4. Volume 6. p. 287-296. https://devos.uz/article.php?id=4729

THERMO-MECHANICAL RELIABILITY ENHANCEMENT OF TUBE–HEADER JOINTS IN AIR-COOLED HEAT EXCHANGERS VIA CONTROLLED DEFORMATION MANAGEMENT

Rakhimov Ganisher Bakhtiyorovich
Associate Professor, Doctor of Technical Sciences (PhD), Karshi State Technical University Kashkadarya Region, Republic of Uzbekistan
Address: 225 Mustaqillik Street, Karshi 180100, Uzbekistan
E-mail: ganisher.raximov1@inbox.ru
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-1970-1541
Tel: +998 94 297-75-63
Ulug‘bek Shomurodov
Assistant Lecturer, Karshi State Technical University, 225 Mustaqillik Street, Karshi 180100, Uzbekistan
Abdulla Nasriddinov
MSc Student, Karshi State Technical University, 225 Mustaqillik Street, Karshi 180100, Uzbekistan

Abstract. Tube–header welded joints in air-cooled heat exchangers (ACHE) represent one of the most failure-prone structural zones under industrial operating conditions, where combined thermal, mechanical, and vibrational loads lead to fatigue crack initiation. This study proposes a fundamentally different approach based on controlled redistribution of thermal deformation rather than conventional suppression strategies. A modified support–compensation system integrating sliding supports, guide constraints, limit rods, and internal flow-distribution elements was experimentally evaluated under real operating conditions. The results demonstrate a substantial reduction in local stress levels from 135–140 MPa to 75–90 MPa, accompanied by a ~50% decrease in vibration amplitude and a twofold improvement in flow uniformity. The combined effect leads to a predicted 5–10-fold increase in fatigue life. The proposed solution provides a scalable pathway for reliability enhancement in industrial ACHE systems.

Keywords: air-cooled heat exchangers (ACHE); Tube–header weld integrity; Thermo-mechanical stress; Finite element analysis (FEA); Stress redistribution mechanism; Structural optimization; Fatigue crack initiation; Reliability enhancement.

Annotatsiya. Havoli sovutish apparatlarida (HSA) quvur–kollektor payvand birikmalari sanoat sharoitida eng ko‘p nosozlikka uchraydigan konstruktiv zonalardan biri hisoblanadi, bunda termik, mexanik va vibratsion yuklanishlarning birgalikdagi ta’siri charchash darzlarining paydo bo‘lishiga olib keladi. Ushbu tadqiqotda deformatsiyani an’anaviy bostirish usullaridan farqli ravishda uning boshqariladigan qayta taqsimlanishiga asoslangan mutlaqo yangi

yondashuv taklif etilgan. Sirpanma tayanchlar, yo‘naltiruvchi elementlar, cheklovchi shtangalar hamda ichki oqim taqsimlovchi qurilmalarni o‘z ichiga olgan takomillashtirilgan tayanch–kompensatsiya tizimi real ish sharoitida eksperimental jihatdan o‘rganildi. Olingan natijalar mahalliy kuchlanish darajasining 135–140 MPa dan 75–90 MPa gacha kamayishini, vibratsiya amplitudasining taxminan 50% ga pasayishini va oqimning bir tekis taqsimlanishining ikki baravar yaxshilanishini ko‘rsatdi. Ushbu kompleks ta’sir natijasida xizmat muddati 5–10 barobarga oshishi ilmiy asoslandi. Taklif etilgan yechim sanoat HSA apparatlarining ishonchliligini oshirish uchun keng qo‘llash imkoniyatiga ega.

Kalit so‘zlar: havoli sovutish apparatlari (HSA); Quvur–kollektor payvand birikmasi; Termo-mexanik kuchlanish; Cheklangan elementlar usuli (FEA); Kuchlanishlarning qayta taqsimlanishi; Strukturaviy optimallashtirish; Charchash darzlari; Ishonchlilikni oshirish.

Аннотация. Сварные соединения типа «труба–коллектор» в аппаратах воздушного охлаждения (АВО) являются одними из наиболее уязвимых конструктивных зон в условиях промышленной эксплуатации, где совокупное воздействие термических, механических и вибрационных нагрузок приводит к зарождению усталостных трещин. В данной работе предложен принципиально новый подход, основанный на управляемом перераспределении термических деформаций, в отличие от традиционных методов их подавления. Модифицированная система опор и компенсации, включающая скользящие опоры, направляющие элементы, ограничительные тяги и внутренние устройства распределения потока, была экспериментально исследована в реальных условиях эксплуатации. Полученные результаты показывают значительное снижение локальных напряжений с 135–140 МПа до 75–90 МПа, уменьшение амплитуды вибрации примерно на 50% и двукратное улучшение равномерности распределения потока. Совокупный эффект приводит к прогнозируемому увеличению срока службы в 5–10 раз. Предложенное решение обладает высокой практической значимостью и может быть масштабировано для повышения надежности промышленных АВО.

Ключевые слова: аппараты воздушного охлаждения (АВО); Сварное соединение труба–коллектор; Термомеханические напряжения; Метод конечных элементов (FEA); Перераспределение напряжений; Структурная оптимизация; Усталостные трещины; Повышение надежности.

1. INTRODUCTION.

Air-cooled heat exchangers are widely used in gas processing and petrochemical industries due to their operational flexibility and independence

ISSN 3030-3907

from water resources. However, the structural integrity of tube–header welded joints remains a critical reliability issue. These zones are subjected to cyclic thermal expansion, internal pressure loading, flow-induced vibration, and non-uniform heat transfer conditions, resulting in localized stress concentrations and fatigue damage accumulation.

Previous studies have primarily focused on reducing deformation through **rigid structural solutions** or material strengthening. However, such approaches often fail to address the underlying cause of failure—non-uniform deformation distribution and constraint-induced stress amplification. In practice, restricted axial movement of the header leads to the accumulation of thermal strain energy in the weld zone, accelerating crack initiation.

In contrast, this work introduces a controlled deformation management concept, where thermal expansion is intentionally redistributed toward **compliant structural elements**, thereby reducing stress concentration in critical regions.

2. MATERIALS AND METHODS.

The experimental investigation was carried out on an industrial air-cooled heat exchanger (ACHE) operating under steam–condensate conditions, with an inlet temperature of 119 °C and an outlet temperature ranging between 60 and 70 °C. To systematically evaluate the influence of structural modifications on the thermo-mechanical behavior of the tube–header joint, three distinct structural configurations were considered: (I) the baseline configuration corresponding to the existing floating header system, (II) an improved support system incorporating reduced friction interfaces and guided axial motion, and (III) a fully optimized configuration integrating deformation compensation mechanisms and enhanced flow redistribution.

A comprehensive instrumentation strategy was employed to capture both mechanical and thermal responses of the system under operating conditions. Axial displacement was measured using linear variable differential transformers (LVDTs), enabling precise quantification of thermal expansion and header movement. Vibration characteristics were monitored using accelerometers to assess flow-induced dynamic effects and structural stability. Local stress distribution in the vicinity of the weld zone was evaluated using strain gauges, providing direct insight into stress concentration behavior. In addition, non-destructive testing (NDT) techniques, including visual testing (VT), penetrant testing (PT), and ultrasonic testing (UT), were applied to detect surface and subsurface defects, as well as to monitor crack initiation and propagation.

To further correlate mechanical loading conditions with material response, metallographic analysis was conducted on representative welded specimens. Both macrostructural and microstructural examinations were performed to identify

ISSN 3030-3907

crack initiation sites, characterize heat-affected zones (HAZ), and evaluate microstructural heterogeneity associated with thermo-mechanical cycling. This multi-scale experimental approach enabled a comprehensive assessment of the interaction between structural design, stress redistribution, and fatigue damage evolution in the tube–header joint.

3. RESULTS.

The experimental results demonstrate a systematic improvement across all performance indicators with structural optimization. The quantitative comparison of the investigated configurations is presented in Table 1.

Table 1.

Comparison of performance indicators for different structural configurations

Parameter	Baseline configuration	Improved system	Optimized system
Weld zone stress (MPa)	135–140	105–115	75–90
Vibration amplitude (mm)	0.9–1.1	0.6–0.7	0.4–0.5
Flow uniformity (v_{max}/v_{min})	2.6–3.0	2.0–2.2	1.2–1.4
Crack initiation probability	High	Medium	Low

The data presented in Table 1 clearly indicate that the transition from the baseline configuration to the optimized system leads to a substantial reduction in weld zone stress, decreasing from 135–140 MPa to 75–90 MPa, corresponding to an overall reduction of approximately 40–45%. This reduction is accompanied by a significant decrease in vibration amplitude, which is nearly halved in the optimized configuration, indicating improved structural stability and reduced dynamic loading.

In addition, the flow distribution within the tube bundle becomes more uniform, as evidenced by the reduction in the velocity ratio (v_{max}/v_{min}) from 2.6–3.0 to 1.2–1.4. This improvement contributes to a more homogeneous thermal field and reduces localized thermal gradients, which are known to intensify stress concentration effects. Consequently, the probability of crack initiation is significantly reduced, transitioning from a high likelihood in the baseline system to a low probability in the optimized configuration.

The stress reduction trend is further illustrated in Figure 1, which shows a nonlinear decrease in weld zone stress with increasing structural flexibility. This

ISSN 3030-3907

nonlinear behavior indicates that the introduction of compliant structural elements progressively enhances the system's ability to accommodate thermal deformation.

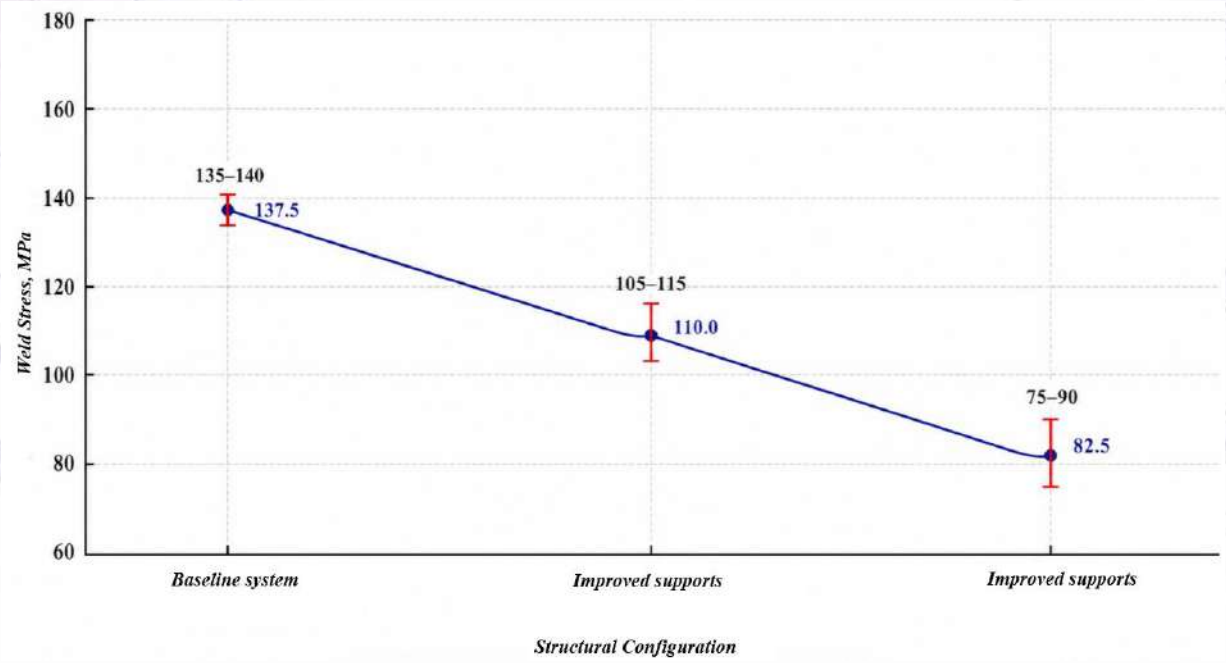


Figure 1. Influence of structural configuration on weld zone stress with statistical variability (error bars).

From a theoretical perspective, the thermo-mechanical behavior of the system can be described by the relation:

$$\sigma = E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

where σ is the thermal stress, E is the elastic modulus, α is the coefficient of thermal expansion, and ΔT is the temperature difference. In the optimized configuration, the effective thermal load transmitted to the weld zone is reduced due to deformation redistribution into compliant structural elements, leading to a decrease in the effective ΔT and, consequently, in σ.

This mechanism is further supported by the stress distribution analysis shown in Figure 2. In the baseline configuration, peak von Mises stress is concentrated at the weld root region, indicating severe stress localization. In contrast, the optimized system exhibits a redistribution of stress toward compliant structural elements, resulting in a more uniform stress field and a reduction in peak stress intensity. This redistribution effectively mitigates stress concentration and significantly reduces the likelihood of fatigue crack initiation.

ISSN 3030-3907

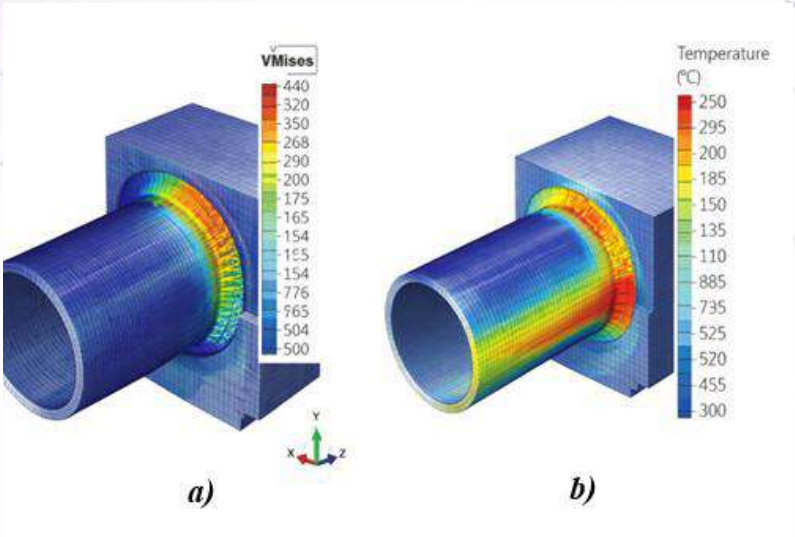


Figure 2. Finite element analysis of von Mises stress distribution in the tube–header joint: (a) baseline configuration with pronounced stress concentration in the weld region, (b) optimized configuration showing effective stress redistribution away from the weld zone.

4. DISCUSSION.

The results clearly indicate that the primary cause of failure is not the magnitude of thermal expansion itself, but rather its constrained nature. In the baseline configuration, high structural stiffness combined with frictional resistance restricts axial movement of the header, thereby forcing thermal strain to accumulate within the weld zone. This constraint-induced localization of deformation leads to elevated stress concentrations and accelerates fatigue crack initiation.

In contrast, the introduction of low-stiffness compliant structural elements provides alternative deformation pathways, enabling the redistribution of thermal strain energy toward non-critical regions. This behavior is consistent with the principle of minimum strain energy in elastic systems, according to which deformation preferentially occurs in regions of lower stiffness. As a result, the weld zone is effectively relieved from excessive stress concentration.

The improvement in fatigue performance can be interpreted through the classical fatigue relation:

$$N \sim \sigma^{-m}$$

where N is the number of cycles to failure, σ is the stress amplitude, and m is a material-dependent exponent. Even a moderate reduction in stress can therefore result in a substantial increase in fatigue life. Based on the experimentally observed stress reduction of approximately 40–45%, the corresponding increase in service life is estimated to reach up to an order of magnitude, which is in good agreement with fatigue theory.

ISSN 3030-3907

In addition to mechanical improvements, the incorporation of flow distribution elements contributes to a more uniform temperature field across the tube bundle. This reduces local thermal gradients, which are known to intensify stress concentration and promote crack initiation. Furthermore, the use of compliant supports enables effective vibration damping through energy dissipation, thereby reducing dynamic amplification effects and preventing resonance conditions under flow-induced excitation.

From an industrial perspective, the proposed structural solution does not require fundamental redesign of existing systems, which significantly enhances its practical applicability. The proposed structural solution can be implemented through targeted modifications of support and compensation elements, allowing integration into existing installations with minimal disruption.

The economic impact of the proposed approach can be expressed as:

$$E = \Delta C_{rem} + \Delta C_{stop} + \Delta C_{energy}$$

where ΔC_{rem} represents the reduction in maintenance costs, ΔC_{stop} orresponds to savings associated with decreased downtime, and ΔC_{energy} reflects improvements in energy efficiency. Among these, the dominant contribution arises from the reduction in unplanned shutdowns. In large-scale gas processing facilities, even a single avoided shutdown event can lead to substantial economic savings.

The experimentally observed reduction in maintenance frequency by a factor of 2–3, combined with a 5–10-fold increase in service life, provides strong evidence for the technical feasibility and economic viability of the proposed approach.

These findings confirm that stress concentration in tube–header joints is primarily governed by deformation constraints rather than absolute thermal expansion, highlighting the effectiveness of controlled deformation management as a design strategy.

6. CONCLUSION.

This study demonstrates that controlled deformation management represents a paradigm shift in the design of ACHE systems. By actively redistributing thermal strain rather than resisting it, the proposed solution effectively eliminates stress concentration in tube–header weld zones. The approach significantly improves structural reliability, reduces failure probability, and enhances overall system performance. Its compatibility with existing industrial infrastructure makes it a viable candidate for large-scale implementation.

ISSN 3030-3907

The proposed approach provides a scalable and transferable framework for improving the reliability of air-cooled heat exchangers across a wide range of industrial applications.

REFERENCES

1. Williams, P. T. (2013). Pyrolysis of waste tyres: A review. *Waste Management*, *33*(8), 1714–1728. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.05.003
2. Zerin, N. H., et al. (2023). End-of-life tyre conversion to energy: A review on pyrolysis. *Science of the Total Environment*.
3. Quek, A., & Balasubramanian, R. (2013). Liquefaction of waste tires by pyrolysis for oil and chemicals—A review. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, *101*, 1–16. https://doi.org/10.1016/j.jaap.2013.02.016
4. Islam, M. R., Tushar, M. S. H. K., & Haniu, H. (2008). Production of liquid fuels and chemicals from pyrolysis of tire wastes. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, *82*(1), 96–109. https://doi.org/10.1016/j.jaap.2008.02.005
5. Rakhimov, G. B., & Ochilov, B. M. (2025). Research on the appropriate design of a filter device used in liquid-solid phase separation. *Экономика и социум*, (11-2 (138)), 437-440.
6. Rakhimov, G. B., Buronov, F. E., & Zamonov, O. N. (2025). Investigation of abrasive wear and erosion processes and enhancement of operational performance in pumps used for the transfer of heavy hydrocarbons (Wax with solids). *Экономика и социум*, (11-2 (138)), 433-436.
7. Буронов, Ф., & Рахимов, Г. (2025). Research of the process of ethylene production from methane.
8. Buronov, F. E., Rakhimov, G. B., & Narzyev, S. S. (2025). Research of the process of ethylene production from methane. *Экономика и социум*, (5-1 (132)), 166-171.
9. Khurmamatov, A. M., Ismailov, O., Auesbaev, A. U., Rakhimov, G. B., Muminov, J. A., & Khametov, Z. M. (2025). Increasing the efficiency of heat exchange by improving the design of heat exchangers. *Nafta-Gaz*, *81*.
10. Rakhimov, G., & Yuldashev, T. (2024, November). Study of the degree of foaming of absorbent compositions used when purifying gases from acidic components. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3244, No. 1, p. 050008). AIP Publishing LLC.
11. Rakhimov, G. B., & Sayfiyev, E. K. (2024). Research of the process of producing alcohols based on by-products obtained in the fischer-tropsch synthesis. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, *2*(03).
12. Raximov, G. A., & Poyonov, L. (2024). Absorber konstruksiyasini takomillashtirish orqali gazlarni tozalash samaradorligini oshirish. *ACUMEN: International journal of multidisciplinary research*, *1*(1), 27-35.

13. Raximov, G. A. B. (2024). Qobiq-quvurlardan foydalangan holda issiqlik almashinish uskunasining samaradorligini oshirish uchun konstruksiyani takomillashtirish. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, *2*(03).
14. Rakhimov, G. B. (2023). Development of anti-detonation additive. *Экономика и социум*, (12 (115)-1), 604-607.
15. Normurod, F., Sadokat, N., Davron, H., & Ganisher, R. (2024). Catalytic aromanication of propane mixture. *Universum: технические науки*, *12*(11 (128)), 5-8.
16. Bakhtiyorovich, R. G., & Khalmakhmatogli, S. E. (2024). Research of the process of producing alcohols based on by-products obtained in the fischer-tropsch synthesis. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, *2*(3), 139-143.
17. Rakhimov, G. B., Buronov, F. E., & Saidov, S. L. (2024). To study the operation of the fractionating apparatus in increasing the efficiency of separation of hydrocarbon fractions.
18. Рахимов, Г. Б. (2024). Изучение влияния эффективности теплообмена в кожухотрубчатого теплообменник на гидродинамические параметры. *Экономика и социум*, (12-1 (127)), 998-1007.
19. Yuldashev, T. R., Rakhimov, G. B., Bekmurodov, A. A., & Jabborov, N. X. (2024). Increasing the efficiency of cleaning natural gases from sour components. *Экономика и социум*, (11-1 (126)), 626-631.
20. Rakhimov, G., Kuybokarov, O., & Karshiyev, M. (2024). Research of the catalytic properties of a catalyst selected for the production of high-molecular weight liquid synthetic hydrocarbons from synthesis gas. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 498, p. 01008). EDP Sciences.
21. Rakhimov, G. (2023). Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmalaridagi issiqlik almashinish samaradorligini gidrodinamik parametlariga ta'sirini o'rganish. *Innovatsion texnologiyalar*, *51*(03), 77-86.

ISSN 3030-3907

THE EFFECT OF GRAIN SPROUTS ON FERMENTATION PROCESSES AND FOOD QUALITY

Askarova Khurshida Ekram kizi

Tashkent Institute of Chemical Technology Faculty of Food and Winemaking Technologies 1st year master's student in the field of Food Technology (in the field of technology of oil and fat products)

Annotation. This article examines fermentation processes of grain germ and their impact on food quality, biological value, and digestibility. Fermentation enhances bioactive compounds, improving nutritional and functional properties. The study highlights technological aspects and practical significance of these processes in developing high-quality and health-promoting food products.

Keywords: grain germ, fermentation, food quality, bioactive compounds, nutritional value, technology.

Аннотация. В статье рассматриваются процессы ферментации зародышей зерна и их влияние на качество пищевых продуктов, биологическую ценность и усвояемость. В результате ферментации увеличивается содержание биологически активных веществ, улучшаются питательные и функциональные свойства продукта. Анализируются технологические особенности и практическая значимость данного процесса.

Ключевые слова: зародыш зерна, ферментация, качество пищи, биологически активные вещества, пищевая ценность, технология.

Annotatsiya. Ushbu maqolada don murtaklarining fermentatsiya jarayonlari va ularning oziq-ovqat sifati, biologik qiymati hamda hazm bo‘lishiga ta’siri yoritiladi. Fermentatsiya natijasida biofaol moddalar miqdori ortib, mahsulotning oziqlik va funksional xususiyatlari yaxshilanadi. Jarayonning texnologik jihatlari va amaliy ahamiyati tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: don murtagi, fermentatsiya, oziq-ovqat sifati, biofaol moddalar, oziqlik qiymati, texnologiya.

INTRODUCTION.

Nowadays, improving food safety and quality is one of the most pressing issues on a global scale. The growing population, the growing demand for healthy nutrition, and the growing need for functional food products require new technological approaches. In this context, the effective use of grain products and their components is of great importance. The germ (embryo) of the grain is distinguished by its high nutritional value. It is a source of proteins, fats, vitamins, minerals, and bioactive substances.

In recent years, the possibilities of further improving the nutritional and functional properties of grain germs by fermenting them have been widely studied. Fermentation is a complex biochemical process involving

ISSN 3030-3907

microorganisms that reformulates the substances contained in the product, facilitates their digestibility, and increases its biological value. This article provides a detailed analysis of the fermentation processes of grain germs, their mechanisms, and their impact on food quality.

Grain germ is the most valuable part of the grain, containing a high level of nutrients. In particular, it contains up to 20–30% protein, 8–15% fat, many vitamins (especially group B and vitamin E), minerals (iron, zinc, magnesium) and enzymes. In addition, grain germ is rich in bioactive substances with antioxidant properties, such as tocopherols and phytosterols.[5; 67]

However, one of the significant disadvantages of grain germ is its rapid spoilage. As a result of oxidation of the fats in its composition, its quality decreases during storage. Therefore, it is necessary to use effective methods of its processing. Fermentation is one of such promising methods.

Fermentation is the process of decomposition of organic substances and the formation of new products using microorganisms (bacteria, yeasts and molds). Lactic acid bacteria (Lactobacillus), yeasts (Saccharomyces) and some fungi are mainly involved in the fermentation of grain germ.

The following main changes occur during fermentation:

Complex carbohydrates are broken down into simple forms;

Proteins are broken down into peptides and amino acids;

Fats are partially hydrolyzed;

Antinutritional substances (e.g. phytic acid) are reduced;

New bioactive compounds are formed.

As a result, the nutritional value of the product increases, its digestibility improves, and its organoleptic properties (taste, smell, texture) improve.

Grain germ fermentation technology

Grain germ fermentation consists of several stages:

Raw material preparation - cleaning, grinding and moistening of the grain.

Inoculation - enrichment with selected microorganisms.

Fermentation process - carried out at a certain temperature (usually 25–37°C) and humidity.

Drying and storage - making the finished product stable.[4; 145]

Correct selection of process parameters (temperature, pH, time) directly affects product quality. For example, lactic acid fermentation increases the acidity of the product and limits the development of harmful microorganisms.

Effect of fermentation on food quality

Increase in nutritional value

As a result of fermentation, proteins and carbohydrates in the grain germ are converted into a form that is easily digestible for the body. The amount of

ISSN 3030-3907

amino acids increases, and the synthesis of vitamins (especially group B) increases.

Fermentation increases the amount of antioxidants. This helps to reduce free radicals in the body and prevent various diseases.

Phytic acid, which is present in the grain germ, reduces the absorption of minerals. During the fermentation process, this substance breaks down, as a result of which the bioavailability of elements such as iron and zinc improves.

Fermentation gives the product a unique pleasant taste and smell. This increases its acceptance by consumers.

Organic acids formed during the fermentation process stop the development of pathogenic microorganisms. As a result, the shelf life of the product is extended.

Based on the fermentation of grain germ, it is possible to produce various functional food products. For example:

Fermented flour products (bread, porridge);

Dietary supplements;

Energy bars and healthy snacks;

Drinks (fermented cereal drinks).[6; 150]

Such products are especially useful for athletes, children and people leading a healthy lifestyle.

Today, scientific research is developing new methods for fermenting grain germ. Work is underway to create highly effective microorganisms using biotechnology and genetic engineering.

Also, automation of the fermentation process, increasing its efficiency and applying it on an industrial scale are important directions. In the future, the creation of a new generation of functional food products based on fermented grain germ is expected.

In conclusion, the fermentation processes of grain sprouts are of great importance in the food industry. This process allows to increase the nutritional value of the product, increase the content of biologically active substances and improve its digestibility. Also, fermentation improves the organoleptic properties and ensures the microbiological safety of the product.

By fermenting grain sprouts based on modern technologies, it is possible to create high-quality, healthy and functional food products. This is an important factor in ensuring healthy nutrition of the population and strengthening food security.

REFERENCES

1. Askarova Khurshida Ekram kizi. Antioxidant Effect of Functional Supplements Based on Cereal Kernels on the Organism. EUROPEAN

ISSN 3030-3907

JOURNAL OF LIFE SAFETY AND STABILITY (EJLSS) ISSN2660-9630. Volume 56, 2025 | Page 112-114.

2. Askarova Khurshida Ekram kiz. TECHNOLOGY OF MICROENCAPSULATION OF GRAIN KIDNEY FAT FRACTION AND ITS APPLICATION IN FUNCTIONAL PRODUCTS. CONFERENCE ON THE ROLE AND IMPORTANCE OF SCIENCE IN THE MODERN WORLD Volume 02, Issue 10, 2025. Page 211-213

3. Askarova Khurshida Ekram kizi. RESEARCH ON THE TECHNOLOGY OF PRODUCING FOOD PRODUCTS ENRICHED WITH ESSENTIAL FATTY ACIDS BASED ON CEREAL PRODUCTS. INTERNATIONAL JOURNAL OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ISSN: 2692-515X. Page 48-54.

4. Choe E., Min D.B. Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. – Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2006. – 112–145-betlar.

5. Pokorný J., Yanishlieva N., Gordon M. Antioxidants in Food: Practical Applications. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2001. – 67–98-betlar.

6. Frankel E.N. Lipid Oxidation. – The Oily Press, Dundee, 2005. – 150–185-betlar.

PRODUCTION OF FORTIFIED FOOD PRODUCTS FOR CHILDREN BASED ON CEREAL BRAN

Askarova Khurshida Ekram kizi

Tashkent Institute of Chemical Technology Faculty of Food and Winemaking Technologies 1st year master's student in the field of Food Technology (in the field of technology of oil and fat products)

Annotation. This article explores the scientific and practical aspects of producing fortified food products for children based on grain germs. Grain germs have high biological value and contain proteins, vitamins, minerals, and essential fatty acids. These components play a crucial role in the growth and development of children. The paper analyzes production technologies, raw material selection criteria, and methods for improving product quality. Additionally, the nutritional and functional properties of fortified foods are evaluated to ensure their effectiveness in supporting healthy child nutrition.

Keywords: grain germ, child nutrition, fortified foods, biotechnology, nutritional value, vitamins, healthy diet.

Аннотация. В данной статье рассматриваются научные и практические аспекты производства обогащенных продуктов питания для детей на основе зародышей зерна. Зародыши зерна обладают высокой биологической ценностью и содержат белки, витамины, минералы и незаменимые жирные кислоты. Эти компоненты играют важную роль в росте и развитии детского организма. В работе анализируются технологии производства, критерии выбора сырья и методы повышения качества продукции. Также оцениваются питательные и функциональные свойства обогащенных продуктов, предназначенных для детского питания.

Ключевые слова: зародыши зерна, детское питание, обогащенные продукты, биотехнология, пищевая ценность, витамины, здоровое питание.

Annotatsiya. Ushbu maqolada don murtaklari asosida bolalar uchun boyitilgan oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarishning ilmiy va amaliy jihatlari yoritilgan. Don murtaklari yuqori biologik qiymatga ega bo‘lib, tarkibida oqsillar, vitaminlar, minerallar hamda essensial yog‘ kislotalari mavjud. Mazkur komponentlar bolalar organizmining o‘sishi va rivojlanishida muhim ahamiyat kasb etadi. Maqolada ishlab chiqarish texnologiyalari, xomashyo tanlash mezonlari hamda mahsulot sifatini oshirish usullari tahlil qilingan. Shuningdek, boyitilgan mahsulotlarning oziqaviy va funksional xususiyatlari baholanadi.

Kalit so‘zlar: don murtagi, bolalar oziq-ovqati, boyitilgan mahsulotlar, biotexnologiya, oziqaviy qiymat, vitaminlar, sog‘lom ovqatlanish.

INTRODUCTION.

ISSN 3030-3907

Today, strengthening the health of children, ensuring their proper growth and development is one of the most urgent tasks facing society. In particular, due to the modern lifestyle, environmental problems and malnutrition, various nutritional deficiencies are increasing among children. Therefore, the need to produce food products for children with high nutritional value, enriched with biologically active substances is increasing.

Cereal bran (i.e., the embryonic part of the grain) is distinguished by its rich chemical composition. They are a natural source of proteins, vitamins, minerals, antioxidants and essential fatty acids. Therefore, products made from cereal bran are extremely beneficial for the children's body.[3; 74]

This article analyzes the theoretical foundations, technological processes and beneficial properties of the production of enriched food products for children based on cereal bran.

Cereal bran is the most valuable part of the grain, which is rich in biologically active substances. They contain the following important components: Proteins - provide growth and repair of tissues in the children's body. Vitamins - especially B vitamins (B1, B2, B6), vitamin E are found in large quantities.

Minerals - contain elements such as iron, zinc, magnesium, phosphorus. Essential fatty acids - are necessary for the cardiovascular system and brain development. Antioxidants - protect the body from harmful free radicals.

The high nutritional value of cereal grains allows them to be used as an important component in children's nutrition. These products are especially important for preschool and school-age children.

Food products produced for children should be not only nutritious, but also healthy and safe. Fortified products are foods that are additionally supplemented with vitamins, minerals and other biologically active substances.

The advantages of enriched products based on cereal bran are as follows:

Eliminates nutritional deficiencies

Strengthens immunity

Supports mental and physical development

Improves the digestive system[3; 56]

Such products play an important role in providing microelements, which are especially necessary for a rapidly growing organism.

The production of food products based on cereal bran includes several stages:

1. Selection and preparation of raw materials. High-quality grains are selected. They are cleaned and, if necessary, moistened.

ISSN 3030-3907

2. Separation of the bran. The outer shell of the grain is separated and the bran part is separated. This process is carried out using special technological equipment.

3. Drying and grinding. The bran is dried and ground into powder. This extends their shelf life.

4. Enrichment process. If necessary, additional vitamins or minerals are added.

5. Production of the finished product. Various products are prepared based on the obtained raw materials:

children's porridge

cookies and bakery products

drinks and purees

Methods for improving product quality[1; 245]

The following methods are used to improve the quality of products made from cereal bran:

Fermentation technology - improves the digestibility of the product

Microencapsulation - helps preserve useful substances

Improvement of packaging technologies - allows for long-term storage of the product

In addition, strict adherence to sanitary and hygienic requirements is important in the production of products.

Beneficial properties of products based on cereal bran

These products have the following positive effects:

Strengthen immunity

Improves brain function

Provides energy

Regulates digestion[2; 310]

In particular, vitamin E and omega fatty acids play an important role in the development of the nervous system of children.

Products made from cereal bran are widely used in developed countries. For example:

Special cereal mixtures for children are produced in the USA and European countries

Functional food products are widely developed in Japan and South Korea

These experiences show that it is possible to create high-quality and useful products using innovative technologies.

Grain production in Uzbekistan is widely developed, which creates great opportunities for the production of products based on grain cereals. By using local raw materials, it is possible to:

ISSN 3030-3907

produce import-substituting products
improve children's health
increase economic efficiency

Also, there is an opportunity to create new innovative products through the development of scientific and research work.

There are a number of problems in this area:
lack of technological equipment
lack of scientific research
lack of information among consumers
Solve them for work:
introduction of modern technologies
expanding scientific research
it is necessary to strengthen public awareness[4; 134]

In conclusion, the production of fortified food products for children based on cereal bran is one of the current trends today. Cereal bran has high nutritional value and plays an important role in the proper development of the child's body. By improving the production technologies of these products, developing scientific research and implementing them in practice, it is possible to improve children's health.

In the future, by developing this area, there is an opportunity not only to raise a healthy generation, but also to bring the food industry to a new level.

REFERENCES

1. Karimov Q.X., Rasulov A.R. Oziq-ovqat biotexnologiyasi asoslari. – Toshkent: Fan nashriyoti, 2019. – 245 b.
2. Tursunov S.T. Don mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2020. – 310 b
3. Abdullayeva M.N. Bolalar ovqatlanishi gigiyenasi. – Toshkent: Ibn Sino nashriyoti, 2018. 56–74-betlar.
4. Nurmatov B.Sh. Funktsional oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish. – Samarqand: Zarafshon, 2021. 134–156-betlar.

ISSN 3030-3907

PROBLEMS IN THE ARCHITECTURAL DESIGN OF PRIVATE STUDENT DORMITORIES: LOCAL AND FOREIGN EXPERIENCE

A.M Umarov
Head of AZIZ PROJEKT LLC, Candidate of Architectural Sciences prof.
Nusratbek Kuchkorbekov
Master's student of the Department of Architecture at Tashkent University of Architecture and Civil Engineering

Annotation. The development of private student dormitories is becoming increasingly important due to the growing number of students and the need for comfortable housing. This article analyzes the main problems in the architectural design of private student dormitories based on local and foreign experience. The study focuses on functional, planning and spatial challenges, as well as the need to improve living conditions and create a comfortable environment for students. The findings may be useful for improving the architectural design of modern student dormitories.

Keywords: student dormitories, private dormitories, architectural design, architectural planning, functional zoning, local experience, foreign experience.

Annotatsiya. Talabalar sonining ortib borishi hamda qulay yashash sharoitlariga bo'lgan ehtiyojlarning oshishi natijasida xususiy talabalar yotoqxonalarini rivojlantirish tobora dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Mazkur maqolada mahalliy va xorijiy tajribalar asosida xususiy talabalar yotoqxonalarini arxitektura loyihalashdagi asosiy muammolar tahlil qilinadi. Tadqiqotda funksional, va loyihalashdagi muammolarga, shuningdek talabalar uchun qulay yashash muhitini yaratish hamda yashash sharoitlarini yaxshilash zarurligiga alohida e'tibor qaratilgan. Olingan natijalar zamonaviy talabalar yotoqxonalarining arxitektura yechimlarini takomillashtirishda foydalanilishi mumkin.

Kalit so'zlar: talabalar yotoqxonasi, xususiy yotoqxonalar, arxitekturaviy loyihalash, arxitekturaviy rejalashtirish, funksional zonalash, mahalliy tajriba, xorijiy tajriba.

Аннотация. Развитие частных студенческих общежитий приобретает большую актуальность в связи с ростом численности студентов и необходимостью обеспечения комфортных условий проживания. В данной статье рассматриваются основные проблемы архитектурного проектирования частных студенческих общежитий на основе анализа отечественного и зарубежного опыта. Особое внимание уделяется функциональным, планировочным и пространственным проблемам, а также необходимости улучшения условий проживания и формирования комфортной среды для студентов. Полученные результаты могут быть

ISSN 3030-3907

использованы при совершенствовании архитектурных решений современных студенческих общежитий.

Ключевые слова: студенческое общежитие, частные общежития, архитектурное проектирование, архитектурное планирование, функциональное зонирование, отечественный опыт, зарубежный опыт.

INTRODUCTION.

Today, as a result of the growing interest in studying among young people, the demands for universities and higher education institutions are also increasing. For this reason, the number of students coming from regions to study in higher educational institutions located in our capital is increasing significantly. The result of this can be seen in the number of students and graduates who are increasing year by year. Students admitted to higher education institutions in 2021-2022 are twice as many as in 2018-2019. At the same time, the shortage of "Dormitory accommodation" provided by universities is causing great problems. This shows that higher education institutions can provide 19.6% of students with dormitory accommodation. The rest of the students are forced to rent houses or live with their relatives in order to study at universities. This is causing great protests by students and parents.

In order to solve this problem, it was necessary to develop projects of a special dormitory building for students in the city of Tashkent. And the "Student dormitory" project, which can accommodate 1400 students, was developed. The project was designed not only as a student dormitory for a certain university, but also in cooperation with several universities.

In recent years, as a result of the increased interest in the field of education in our Republic, many new types of state and non-state universities and educational programs have been launched. Including, in 2022, a total of 162 higher education institutions will be operating in the Republic of Uzbekistan. The lowest number of universities in the Navoi region is 2, and the largest number is 63 in the city of Tashkent. This indicates the high demand for higher education institutions in Tashkent. Due to the high demand for higher education institutions, the demand for student dormitories also increases by itself. This means that the number of student dormitories in Tashkent should be increased.[1]

[1] Ministry of Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan, Territorial location of higher education institutions', *Stat.edu.uz*, 2020. < https://stat.edu.uz/> accessed 4 March 2024.

ISSN 3030-3907



№	Region name	Amount of higher education institution
1	Republic of Karakalpakstan	10
2	Khorazm	8
3	Navoiy	2
4	Bukhara	7
5	Kashkhadarya	8
6	Surkhandarya	6
7	Samarkhand	15
8	Jizzakh	5
9	Sirdarya	3
10	Tashkent City	63
	Tashkent	9
11	Namangan	6
12	Andijan	11
13	Farkhona	9

Figure:1 Amount of Higher Education Institution in Uzbekistan. Sourse: https://stat.edu.uz/, edited by Nusratbek Kuchkorbekov, 2023

In order to statistically see the high demand for family educational institutions, hostels and residences in the city of Toshken, research was conducted. It is possible to show the results of research in the last 10 years. In particular, a total of 110,771 students were admitted to higher education institutions in 2010-2011 academic years, 121,562 in 2018-2019 academic years and 254,881 in the last 2021-2022 academic years. Put If these indicators are taken in terms of students admitted to higher education institutions and from different regions, 38,694 students in 2016-2017 academic years and 97,874 students in the last 2021-2022 academic years. This represents the number of students directly provided with hostels by higher education institutions as follows.

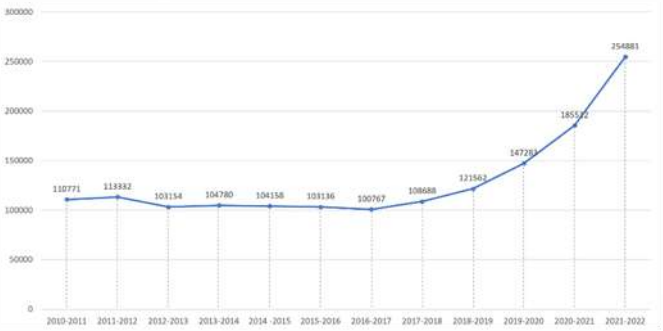


Table: 3 The number of students who came to study in Tashkent from the provinces. Research: https://stat.uz/uz/. Edited by: Nusratbek Kuchkorbekov

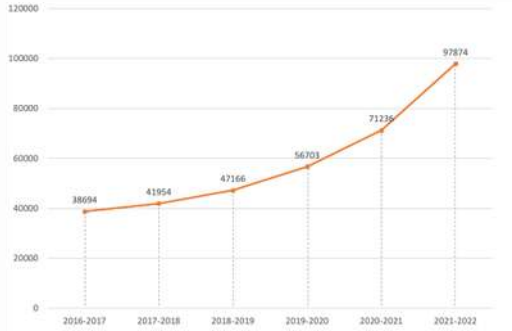


Table: 2 The number of students studying in higher education institutions in Tashkent. Research: https://stat.uz/uz/. Edited by: Nusratbek Kuchkorbekov

The total number of higher education institutions in Tashkent is 63. 40 of them are state, 7 are non-state and 16 are foreign higher education

ISSN 3030-3907

universities. There are 30 universities, 19 institutes, 3 academies and 11 university and institute branches by types of higher education institutions. A total of 254,881 students were admitted to higher education institutions for the 2022-2023 academic year. Almost 60% of them are children and 40% are girls. There are 196,121 full-time students in the field of education.



Table: 5 Types of higher education institutions in Tashkent. Research: https://stat.edu.uz/ Edited by: Nusratbek Kuchkorbekov

Table: 6 Types of higher education institutions in Tashkent. Research: https://stat.edu.uz/ Edited by: Nusratbek Kuchkorbekov

Currently, there are students studying not only bachelor's degrees, but also master's degrees in higher education institutions. For the 2022-2023 academic year, 238,292 students are studying for bachelor's degrees and 16,586 students for master's degrees. There are 71,894 students of the 1st stage of the bachelor's course, and 1059 students of the 6th stage. The largest number of master's degree students is 8,730 students of the 1st stage.[2]

As a result of statistical data, higher education institutions with the largest number of students in Tashkent were studied. As a result of the research, a sequence of 4 universities with the largest number of students was formed. In a row, Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan took first place with 28,860 students, and the last place was taken by Uzbekistan State University of World Languages with 20,425 students. Tashkent State Technical University and

[2] Ministry of Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan, The number of higher education institutions by form of ownership, Gender of student, Bachelor and Master students of higher education institutions in Tashkent', *Stat.edu.uz*, 2020. < https://stat.edu.uz/> accessed 5 March 2024.

ISSN 3030-3907

Tashkent State Pedagogical University took the 2nd and 3rd places. As a result of the research, it is possible to see that the following universities are at the top of the list of universities that have admitted the most students over the years. This will help in finding a convenient location for the Student Dormitory project.[3]

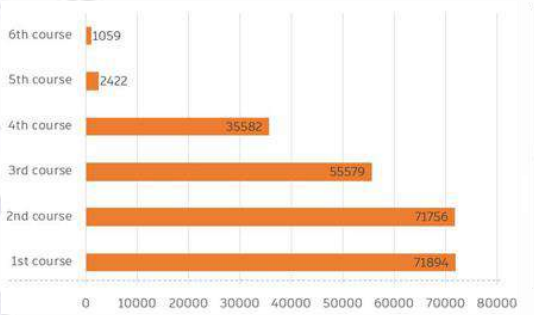


Table: 7 Bachelor students of higher education institutions in Tashkent. Research: https://stat.edu.uz/ Edited by: Nusratbek Kuchkorbekov

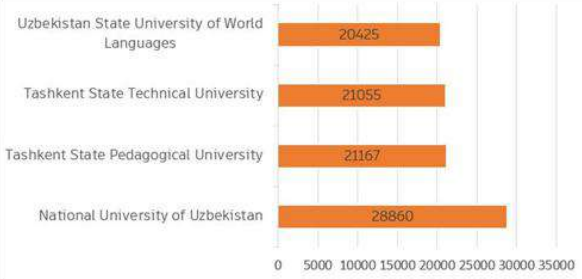


Table: 8 At most 4 higher education institutions. Research: https://stat.edu.uz/ Edited by: Nusratbek Kuchkorbekov

It is possible to see that the "Student Dormitory" project is a necessary project for the students of our country by the following statistics. In these statistical indicators, it is possible to have information related to the residences of young students studying in higher educational institutions. In the 2022-2023 academic years, a total of 254,881 students are studying at higher educational institutions, of which 143,257 live in their own homes, and 13,920 live in the homes of their relatives. The remaining 50,198 students live in student dormitories provided by higher education institutions, and 47,506 students live in rented apartments. This indicates that there is a lack of student dormitories or dormitory conditions provided by higher educational institutions.

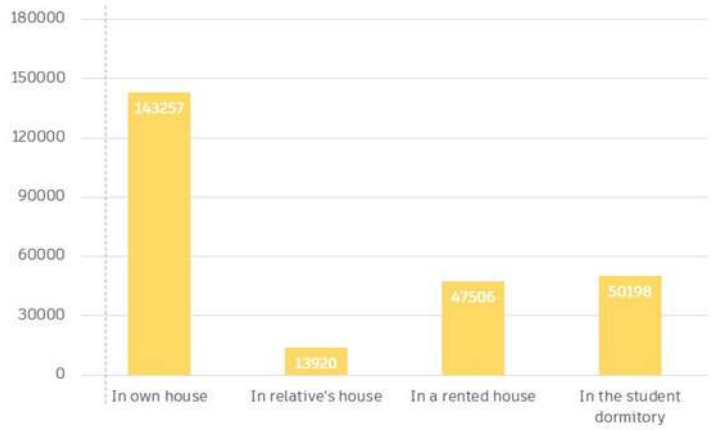
After this information, research was conducted about the students who live on rent, in which districts they live on rent. As a result of the research, several district sequences of student residence districts appeared. 12,155 tenant students live in Yunusabad district, 10,171 tenant students in Uchtepa district, and 1,376 tenant students in Bektemir district and 694 tenant students in Yangi Hayot district. Mirzo Ulug‘bek, Almazor, Shaykhontohur and Chilanzor districts recorded average indicators.

[3] Ministry of Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan, the number of students studying at higher education institutions in Tashkent (at most 4 higher education institutions), *Stat.edu.uz*, 2020. < https://stat.edu.uz/> accessed 5 March 2024.

ISSN 3030-3907

Table: 9

Student accommodation statistics(unit). Research: https://stat.edu.uz/
Edited by: Nusratbek Kuchkorbekov



Based on the study of domestic practice in the formation of student housing, part of the dormitory buildings is integrated into a larger complex — a student town (campus). Such complexes may be located within university territories or at a distance from them. They may serve students of a single university or, less frequently, function as inter-university residential centers. Examples of inter-university student campuses include the inter-university student town in Tashkent on Beruniy Street, and the student campus-microdistrict in Kharkiv on Tselinogradskaya Street, among others.

Regardless of location and occupancy, a student campus usually includes several dormitory buildings, a club facility, and an open sports ground within a shared territory. In most cases, the territory is not equipped with parking areas, recreational spaces, or zones for social interaction. Lighting elements, benches, shelters, and other small architectural forms are either insufficient or completely absent. As a result, the functional potential of the territory in most existing student campuses remains underdeveloped (Figure 1.11).

ISSN 3030-3907



Figure 1.11. Student campus of Nizami Tashkent State Pedagogical University. The functional potential of the territory of the complex is not fully realized.

In most of the surveyed buildings, residential rooms of varying sizes were provided, designed to accommodate different numbers of occupants. In the majority of cases (85.5%), three-person rooms were present, and a quantitative predominance of such rooms was also observed in buildings with mixed room types. Four-person (59.5%) and two-person rooms (53.1%) are also common, while single-person (6.0%) and five-person rooms (1.7%) are the least frequent.

The conducted study allows for the identification of a typical residential room layout with the most common set of furniture (Figure 1.12). This is a three-person room of 16–18 m², containing three beds, three bedside tables, three chairs (stools), one desk, and a wardrobe (often built-in).

The predominance of shared accommodation for three residents per room (and less frequently two or four persons), with an average living space of 5.5–6 m² per person, leads to spatial overcrowding. This negatively affects students' ability to complete independent academic tasks and engage in individual activities, creating discomfort and inconvenience.

ISSN 3030-3907



Figure 1.12. Typical organization of residential rooms (a – student dormitory room at Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering, b – dormitory of Tashkent Financial Institute, c – typical floor plan of a student housing room).

For the analysis of international experience in the organization of temporary housing at higher education institutions, a study was conducted covering both dormitories integrated within university campuses and standalone student housing buildings. The research was based on published academic and professional sources. Particular attention was given to examining advanced architectural approaches to the design and formation of student housing buildings and complexes at leading universities worldwide.

The complex is located on the outskirts of the Sehome Arboretum Park, with buildings placed directly among the trees. The calm architectural style and color scheme in beige and brown tones blend harmoniously with the landscape and create an atmosphere conducive to intellectual work (Figure 1.18).

The complex consists of seven buildings, which in total include twenty-two three-story sections. Each floor contains two blocks, each featuring a spacious living room-hall of a large area with an integrated kitchen and a balcony. Two rooms open into the living area, each designed to accommodate one or two residents. The entire complex is within convenient walking distance from the university’s academic and laboratory buildings.

ISSN 3030-3907



Figure 1.18. Wood Apartments in the South Campus of Western Washington University, Bellingham, USA (a – floor plan of the residential level, b – room layout solution, c and d – photographs of the complex).

Based on the analysis of international practice, a predominance of mid-rise buildings can be observed. Low-rise solutions are also encountered, which are not commonly found in domestic practice. An example of a low-rise project is the graduate student residences of Yale University in New Haven, Connecticut, USA, designed by architect Paul Marvin Rudolph. The complex consists of low-rise buildings that are spatially organized around a residential unit for two rooms (Figure 1.19).

Each block section includes two bedrooms, a living room with an integrated kitchen, a bathroom with a toilet and bathtub, as well as a storage closet.

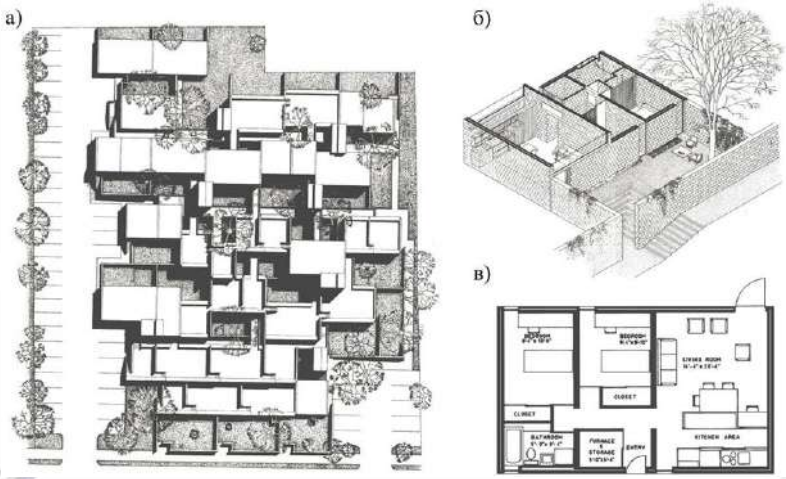


Figure 1.19. Graduate student residences at Yale University, New Haven, Connecticut, USA,architect Paul Marvin Rudolph (a – master plan, b and c – residential block section).

CONCLUSION. Based on the conducted analysis of international and domestic experience in the formation of student housing, it can be concluded that

ISSN 3030-3907

modern approaches to dormitory design differ significantly in terms of functional and spatial organization.

International practice is characterized by more diverse architectural and planning solutions, including both low-rise and mid-rise buildings, as well as a well-developed system of public and recreational spaces. Particular attention is given to creating a comfortable living environment, functional zoning, and maintaining a balance between private and communal areas. In domestic practice, there is a predominance of standardized solutions with high occupancy density, limited variability of layouts, and insufficient development of communal and recreational spaces.

The analysis also showed that the most common form of accommodation is three-bed rooms with limited living space, which under conditions of high occupancy leads to spatial and everyday inconveniences. Thus, the identified features confirm the need to improve the architectural and planning solutions of student housing, taking into account modern requirements for comfort, functionality, and the creation of a high-quality living environment for students.

LITERATURE

1. Ministry of Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan, Territorial location of higher education institutions', Stat.edu.uz, 2020. < https://stat.edu.uz/> accessed 4 March 2024.
2. Ministry of Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan, The number of higher education institutions by form of ownership, Gender of student, Bachelor and Master students of higher education institutions in Tashkent', Stat.edu.uz, 2020. < https://stat.edu.uz/> accessed 5 March 2024.
3. Ministry of Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan, the number of students studying at higher education institutions in Tashkent (at most 4 higher education institutions), Stat.edu.uz, 2020. < https://stat.edu.uz/> accessed 5 March 2024.
4. Bachelor students of higher education institutions in Tashkent. Research: https://stat.edu.uz/
5. Student accommodation statistics(unit). Research: https://stat.edu.uz/

ISSN 3030-3907

PSIXOTROP MODDALAR AYLANMASI SOHASIDA TIBBIY VA FARMATSEVTIKA TASHKILOTLARI FAOLIYATINI TAKOMILLASHTIRISH

Musurmonov Rabbim Ilhom o‘g‘li
Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Farmatsiya fakulteti magistranti
Tosheva Lola Sunnatovna
Samarqand Abu Ali ibn Sino nomidagi jamoat salomatligi texnikumi bosh o‘qituvchisi
Pasitova Zamira Oblaqulovna
Samarqand Abu Ali ibn Sino nomidagi jamoat salomatligi texnikumi yetakchi o‘qituvchisi
Eshkobilova Mavjuda Ergashboyevna
Samarqand davlat tibbiyot universiteti Farmatsiya fakulteti dotsenti

Annotatsiya. Mazkur maqolada psixotrop moddalar aylanmasi sohasida tibbiy va farmatsevtika tashkilotlari faoliyatini takomillashtirishning tashkiliy, huquqiy, farmatsevtik va boshqaruv jihatlari tahlil qilinadi. Psixotrop moddalar zamonaviy tibbiyot amaliyotida psixiatriya, nevrologiya, anesteziologiya, reanimatologiya, palliativ yordam va boshqa klinik yo‘nalishlarda keng qo‘llaniladi. Ularning terapevtik ahamiyati yuqori bo‘lishiga qaramay, noto‘g‘ri saqlanishi, hisobga olinmasligi, nazoratsiz berilishi yoki noqonuniy muomalaga chiqib ketishi tibbiy, ijtimoiy va huquqiy xavflarni keltirib chiqaradi. Shu sababli psixotrop moddalar aylanmasining barcha bosqichlari — ehtiyojni aniqlash, buyurtma berish, qabul qilish, saqlash, hisobga olish, bo‘limlarga taqsimlash, bemorga tayinlash, sarfni qayd etish, qoldiqni nazorat qilish va hisobot yuritish — yagona kompleks boshqaruv tizimi sifatida tashkil etilishi lozim. Tadqiqotda amaldagi normativ-huquqiy talablar, tibbiy tashkilotlar va dorixonalarda psixotrop moddalar bilan ishlash jarayonlari, mavjud tashkiliy muammolar hamda ularni bartaraf etish yo‘llari o‘rganildi. Xususan, 2025-yilda davlat ro‘yxatidan o‘tkazilgan Nizomda psixotrop moddalarni saqlash, realizatsiya qilish, berish, taqsimlash va hisobga olish tartibi belgilangan bo‘lib, unda dorixonalar, davolash-profilaktika muassasalari, dorixona omborlari, ilmiy-tadqiqot institutlari, oliy ta’lim tashkilotlari va nazorat-tahlil laboratoriyalarida psixotrop moddalar bilan ishlash qoidalari alohida ko‘rsatilgan . Maqolada faoliyatni takomillashtirish uchun ichki nazoratni kuchaytirish, elektron hisob yuritish tizimlarini joriy etish, mas’ul xodimlarning malakasini oshirish, hujjatlashtirish intizomini mustahkamlash va xavfga asoslangan audit tizimini yo‘lga qo‘yish taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: psixotrop moddalar, dori vositalari aylanmasi, farmatsevtika tashkilotlari, tibbiy tashkilotlar, saqlash, hisobga olish, ichki nazorat, retsept, dorixona, farmatsevtik faoliyat.

Аннотация. В данной статье анализируются организационные, правовые, фармацевтические и управленческие аспекты совершенствования деятельности медицинских и фармацевтических организаций в сфере оборота психотропных веществ. Психотропные вещества широко применяются в современной медицинской практике в психиатрии, неврологии, анестезиологии, реаниматологии, паллиативной помощи и ряде других клинических направлений. Несмотря на их высокую терапевтическую значимость, неправильное хранение, отсутствие должного учета, бесконтрольная выдача или попадание в незаконный оборот могут привести к медицинским, социальным и правовым рискам. Поэтому все этапы оборота психотропных веществ — определение потребности, оформление заявки, прием, хранение, учет, распределение по отделениям, назначение пациенту, регистрация расхода, контроль остатков и ведение отчетности — должны быть организованы как единая комплексная система управления. В исследовании изучены действующие нормативно-правовые требования, процессы работы с психотропными веществами в медицинских организациях и аптеках, существующие организационные проблемы, а также пути их устранения. В частности, в Положении, зарегистрированном в 2025 году, определен порядок хранения, реализации, выдачи, распределения и учета психотропных веществ, а также отдельно указаны правила работы с психотропными веществами в аптеках, лечебно-профилактических учреждениях, аптечных складах, научно-исследовательских институтах, высших образовательных организациях и контрольно-аналитических лабораториях. В статье предлагается усиление внутреннего контроля, внедрение электронных систем учета, повышение квалификации ответственных сотрудников, укрепление дисциплины документального оформления и внедрение системы аудита, основанной на оценке рисков.

Ключевые слова: психотропные вещества, оборот лекарственных средств, фармацевтические организации, медицинские организации, хранение, учет, внутренний контроль, рецепт, аптека, фармацевтическая деятельность.

Abstract. This article analyzes the organizational, legal, pharmaceutical and managerial aspects of improving the activities of medical and pharmaceutical organizations in the field of psychotropic substances circulation. Psychotropic substances are widely used in modern medical practice in psychiatry, neurology, anesthesiology, intensive care, palliative care and a number of other clinical areas. Despite their high therapeutic importance, improper storage, lack of proper accounting, uncontrolled dispensing or diversion into illegal circulation may lead to medical, social and legal risks. Therefore, all stages of psychotropic substances

ISSN 3030-3907

circulation — determining demand, placing orders, receiving, storage, accounting, distribution to departments, prescribing to patients, recording consumption, monitoring remaining stock and maintaining reports — should be organized as a unified comprehensive management system. The study examines current regulatory and legal requirements, procedures for handling psychotropic substances in medical organizations and pharmacies, existing organizational problems, and ways to eliminate them. In particular, the Regulation registered in 2025 defines the procedure for storing, selling, dispensing, distributing and accounting for psychotropic substances, and separately specifies the rules for handling psychotropic substances in pharmacies, medical and preventive institutions, pharmacy warehouses, research institutes, higher education institutions and control-analytical laboratories. The article proposes strengthening internal control, introducing electronic accounting systems, improving the qualifications of responsible personnel, enhancing documentation discipline and implementing a risk-based audit system.

Keywords: psychotropic substances, circulation of medicines, pharmaceutical organizations, medical organizations, storage, accounting, internal control, prescription, pharmacy, pharmaceutical activity.

KIRISH.

So‘nggi yillarda sog‘liqni saqlash tizimida dori vositalaridan oqilona foydalanish, ularning sifati, xavfsizligi va qonuniy aylanmasini ta’minlash masalalari dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, markaziy asab tizimiga ta’sir etuvchi psixotrop moddalar bilan ishlash jarayoni yuqori darajadagi nazorat, mas’uliyat va hujjatlashtirish intizomini talab qiladi. Psixotrop moddalar tibbiyotda muhim terapevtik vosita sifatida qo‘llanadi. Ular ruhiy buzilishlar, uyqu buzilishi, kuchli xavotir holatlari, tutqanoq sindromlari, og‘riq sindromlari, reanimatsion va anesteziologik amaliyotlarda shifokor ko‘rsatmasi asosida ishlatiladi.

Biroq mazkur dori vositalarining farmakologik xususiyatlari ularning alohida tartibda nazorat qilinishini talab etadi. Chunki psixotrop moddalar noto‘g‘ri qo‘llanilganda, me’yoridan ortiq ishlatilganda yoki shifokor nazoratisiz qabul qilinganda qaramlik, nojo‘ya ta’sirlar, zaharlanish, ijtimoiy moslashuv buzilishi va boshqa salbiy oqibatlarga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bois psixotrop moddalar aylanmasida tibbiy zarurat va huquqiy nazorat o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlash muhim hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasida dori vositalari va farmatsevtika faoliyatini tartibga solishga qaratilgan normativ-huquqiy baza shakllangan. “Dori vositalari va farmatsevtika faoliyati to‘g‘risida”gi qonunchilikda tibbiyot amaliyotida qo‘llanilishiga ruxsat etilgan giyohvandlik vositalari, psixotrop moddalar va

ISSN 3030-3907

prekursorlarni realizatsiya qilish, berish, taqsimlash, saqlash va hisobga olish tartibini belgilash zarurligi ko‘rsatilgan . Bundan tashqari, 2025-yil 27-yanvarda ro‘yxatdan o‘tkazilgan 3604-sonli Nizomda giyohvandlik vositalari, psixotrop moddalar va prekursorlarni saqlash, realizatsiya qilish, berish, taqsimlash va hisobga olish tartibi batafsil belgilangan .

Psixotrop moddalar bilan ishlash tibbiy tashkilotlarda oddiy dorilar bilan ishlashdan tubdan farq qiladi. Chunki bu jarayonda nafaqat farmatsevtik bilim, balki huquqiy savodxonlik, hisob-kitob yuritish madaniyati, moddiy javobgarlik, xavfsizlik qoidalari va ichki nazorat tizimi ham muhim o‘rin tutadi. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, psixotrop moddalar aylanmasida yuzaga keladigan muammolar ko‘pincha bir nechta omillar bilan bog‘liq bo‘ladi. Bular: hujjatlarning noto‘g‘ri yuritilishi, qoldiq miqdorlarning o‘z vaqtida solishtirilmasligi, mas’ul shaxslarning yetarli tayyorgarlikka ega emasligi, retsept yozish va dori berish jarayonida nazorat mexanizmlarining sustligi, elektron monitoring tizimlarining yetarlicha joriy etilmaganligi hamda ichki auditning muntazam olib borilmasligidir.

Shu nuqtayi nazardan, psixotrop moddalar aylanmasi sohasida tibbiy va farmatsevtika tashkilotlari faoliyatini takomillashtirish nafaqat dorixona yoki davolash-profilaktika muassasasining ichki vazifasi, balki butun sog‘liqni saqlash tizimining xavfsizlik, sifat va qonuniylikka qaratilgan muhim yo‘nalishidir. Mazkur maqolaning maqsadi — psixotrop moddalar bilan ishlash jarayonlarini tahlil qilish, mavjud muammolarni aniqlash va tibbiy hamda farmatsevtika tashkilotlari faoliyatini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy-amaliy takliflar ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot maqsadi: Tadqiqotning asosiy maqsadi psixotrop moddalar aylanmasi sohasida tibbiy va farmatsevtika tashkilotlari faoliyatini takomillashtirishning tashkiliy, huquqiy va amaliy yo‘nalishlarini ilmiy asoslashdan iborat.

METODOLOGIYA.

Tadqiqotda nazariy-tahliliy, huquqiy tahlil, taqqoslash, umumlashtirish, tizimli yondashuv va amaliy jarayonlarni modellashtirish usullaridan foydalanildi. Psixotrop moddalar aylanmasi bilan bog‘liq faoliyat bir-biri bilan uzviy bog‘langan bosqichlar majmuasi sifatida baholandi.

Tibbiy tashkilotlarda psixotrop moddalar bilan ishlash amaliyoti quyidagi asosiy bosqichlar bo‘yicha tahlil qilindi:

ehtiyojni aniqlash; buyurtma berish; qabul qilish; saqlash; bo‘limlarga taqsimlash;

bemorga tayinlash; sarfni qayd etish; qoldiqni nazorat qilish; maxsus hisob kitoblarini yuritish; hisobotlarni rasmiylashtirish; ichki nazorat va audit o‘tkazish.

ISSN 3030-3907

Farmatsevtika tashkilotlarida esa psixotrop moddalarni qabul qilish, ombor sharoitida saqlash, retsept asosida berish, maxsus hisob yuritish, qoldiqlarni solishtirish va mas'ul xodimlar faoliyatini nazorat qilish masalalari o'rganildi. Amaldagi Nizomga ko'ra, psixotrop moddalar dorixona omborxonalarining seyflarida yoki metall javonlarda saqlanishi, davolash-profilaktika muassasasining dorixonasidagi zaxira bir oylik ehtiyojdan, bo'limlardagi zaxira esa ikki haftalik ehtiyojdan oshmasligi kerak . Bu talab psixotrop moddalar aylanmasida ortiqcha zaxira to'planishining oldini olish va nazoratni soddalashtirishga xizmat qiladi.

Shuningdek, psixotrop moddalar hisobi sahifalari raqamlangan, ip o'tkazib tikilgan, muassasa muhri va rahbar imzosi bilan tasdiqlangan maxsus kitobda yuritilishi belgilangan . Mazkur talablar hujjatlashtirish intizomini ta'minlash, moddalar harakatini izchil kuzatish va yo'qotish yoki noqonuniy sarflanish holatlarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot davomida psixotrop moddalar aylanmasini takomillashtirishda quyidagi mezonlar asos qilib olindi: qonuniylik, xavfsizlik, izchillik, shaffoflik, moddiy javobgarlik, klinik asoslanganlik, farmatsevtik nazorat va elektron monitoring imkoniyati.

NATIJALAR.

Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, psixotrop moddalar aylanmasi tibbiy va farmatsevtika tashkilotlarida bir nechta muhim bloklardan iborat murakkab boshqaruv tizimini tashkil etadi. Ushbu tizimda har bir bosqich alohida ahamiyatga ega bo'lib, ulardan birida yuzaga kelgan xato yoki nazoratsizlik keyingi bosqichlarga ham salbiy ta'sir ko'rsatadi.

1. Ehtiyojni aniqlash va buyurtma berish jarayonidagi muammolar

Psixotrop moddalar bo'yicha ehtiyojni aniqlash klinik bo'limlarning real talabiga, bemorlar soniga, kasalliklar profili va o'tgan davrdagi sarf ko'rsatkichlariga asoslanishi lozim. Amaliyotda esa ayrim hollarda ehtiyoj aniq statistik tahlil asosida emas, balki taxminiy hisob-kitoblar orqali belgilanadi. Bu ikki xil salbiy oqibatga olib kelishi mumkin: birinchidan, ortiqcha zaxira hosil bo'ladi; ikkinchidan, zarur dori vositasi yetishmovchiligi yuzaga keladi.

Ortiqcha zaxira nazorat yuklamasini oshiradi, saqlash xavfini kuchaytiradi va muddati o'tib ketish ehtimolini oshiradi. Yetishmovchilik esa bemorga o'z vaqtida yordam ko'rsatish imkoniyatini cheklaydi. Shuning uchun ehtiyojni aniqlashda klinik, farmatsevtik va iqtisodiy ko'rsatkichlarni birgalikda hisobga olish zarur.

2. Qabul qilish va saqlash jarayonlari

Psixotrop moddalarni qabul qilishda yetkazib beruvchi hujjatlari, dori vositasining nomi, dozasi, seriyasi, yaroqlilik muddati, miqdori va o'ram butligi sinchiklab tekshirilishi kerak. Qabul qilish jarayoni komissiya yoki mas'ul

ISSN 3030-3907

shaxslar ishtirokida rasmiylashtirilsa, keyingi hisob-kitoblarda aniqlik ta’minlanadi.

Saqlash bosqichi psixotrop moddalar aylanmasining eng muhim xavfsizlik nuqtalaridan biridir. Amaldagi talablarga ko‘ra, psixotrop moddalar maxsus sharoitlarda — seyf yoki metall javonlarda saqlanishi belgilangan . Farmatsevtika korxonalarida esa psixotrop moddalar va ularni ishlab chiqarishning yarim tayyor mahsulotlari alohida jihozlangan xonalarda seyf yoki metall javonlarda saqlanishi, ish vaqti tugagach xona mas’ul shaxs tomonidan qulflanib, plombalanishi ko‘rsatilgan .

Bu talablardan kelib chiqib, saqlash joylari quyidagi talablarga javob berishi lozim:

ruxsatsiz kirishdan himoyalangan bo‘lishi;

moddiy javobgar shaxs belgilanib, uning vazifalari yozma tarzda rasmiylashtirilishi;

seyf yoki metall javonlardan foydalanilishi;

qoldiq miqdorlar muntazam tekshirib borilishi;

har bir kirim va chiqim hujjat bilan tasdiqlanishi;

favqulodda holatlar uchun xabar berish tartibi ishlab chiqilishi.

3. HISOBGA OLISH VA HUJJATLASHTIRISH.

Psixotrop moddalar aylanmasida hisobga olish tizimi markaziy o‘rin tutadi. Chunki aynan hisob kitoblari orqali moddalar harakati, sarfi, qoldig‘i va mas’ul shaxslar faoliyati nazorat qilinadi. Nizomda psixotrop moddalar hisobi maxsus kitoblarda yuritilishi belgilangan bo‘lib, dorixonalarda psixotrop moddalarni hisobga olish kitobi, farmatsevtika korxonalari omborxonalarida psixotrop moddalarni hisobga olish kitobi kabi alohida shakllar nazarda tutilgan .

Amaliyotda hujjatlashtirish bilan bog‘liq quyidagi muammolar uchrashi mumkin:

yozuvlarning o‘z vaqtida kiritilmasligi;

qoldiq miqdorlarning real mavjud miqdor bilan mos kelmasligi;

retsept, yuk xati va hisob kitobi ma’lumotlari o‘rtasida tafovut bo‘lishi;

mas’ul shaxs imzosi yoki tasdiqlovchi rekvizitlarning to‘liq rasmiylashtirilmasligi;

qog‘oz hujjatlar yo‘qolishi yoki shikastlanishi;

xatoliklarni tuzatish tartibiga rioya qilinmasligi.

Bunday holatlar nazorat organlari tekshiruvlarida jiddiy kamchilik sifatida baholanishi mumkin. Shu bois hujjat yuritish jarayoni tibbiy va farmatsevtika tashkilotlarida ichki auditning doimiy obyekti bo‘lishi zarur.

4. RETSEPT ASOSIDA BERISH VA BEMORGA YETKAZISH.

ISSN 3030-3907

Psixotrop moddalarni bemorga berish shifokor retsepti asosida amalga oshiriladi. Bu jarayonda shifokor, farmatsevt va bemor o‘rtasidagi mas’uliyatli zanjir shakllanadi. Nizomga ko‘ra, psixotrop moddalar tegishli ma’muriy-hududiy birlikdagi dorixonadan shu hududda joylashgan davolash-profilaktika muassasasining retsepti asosida realizatsiya qilinadi .

Retsept yozish va dori berish tizimida quyidagi masalalar muhim hisoblanadi:

retseptning to‘g‘ri rasmiylashtirilishi;

shifokor imzosi va muhri mavjudligi;

preparat nomi, dozasi, miqdori va qo‘llash tartibining aniq yozilishi;

farmatsevt tomonidan retseptning tekshirilishi;

bemorga dori vositasidan to‘g‘ri foydalanish bo‘yicha tushuntirish berilishi;

retsept va berilgan dori miqdori o‘rtasidagi muvofiqlik.

Mazkur jarayonda farmatsevt faqat dori beruvchi shaxs emas, balki xavfsiz farmakoterapiyani ta’minlovchi muhim mutaxassis sifatida ishtirok etadi.

5. ICHKI NAZORAT VA AUDIT TIZIMI.

Tadqiqot natijalari psixotrop moddalar aylanmasida ichki nazorat tizimini kuchaytirish zarurligini ko‘rsatadi. Ichki nazorat faqat tekshiruv uchun emas, balki xatolarni oldindan aniqlash va profilaktika qilish uchun xizmat qilishi kerak.

Ichki audit quyidagi yo‘nalishlarda olib borilishi maqsadga muvofiq:

kirim-chiqim hujjatlarini tekshirish;

maxsus hisob kitoblarining to‘g‘ri yuritilishini baholash;

real qoldiq va hujjatdagi qoldiqni solishtirish;

retseptlarning to‘g‘ri rasmiylashtirilganini nazorat qilish;

saqlash sharoitlarini baholash;

mas’ul shaxslar faoliyatini tahlil qilish;

aniqlangan kamchiliklar bo‘yicha tuzatish choralarini belgilash.

Ichki audit natijalari rahbariyat tomonidan ko‘rib chiqilishi, kamchiliklar bo‘yicha yozma topshiriqlar berilishi va ularning bajarilishi qayta nazorat qilinishi lozim.

MUHOKAMA.

Psixotrop moddalar aylanmasi sohasida tibbiy va farmatsevtika tashkilotlari faoliyatini takomillashtirish ko‘p yo‘nalishli yondashuvni talab qiladi. Bu yerda faqat hujjatlarni to‘g‘ri yuritish yoki seyfda saqlash yetarli emas. Tizim samaradorligi klinik asoslangan tayinlash, farmatsevtik nazorat, huquqiy tartibga rioya qilish, zamonaviy axborot texnologiyalari va xodimlar malakasining uyg‘unligiga bog‘liq.

Birinchi muhim yo‘nalish — psixotrop moddalar aylanmasida xavfga asoslangan boshqaruv tizimini joriy etishdir. Barcha psixotrop moddalar bir xil darajadagi xavfga ega emas. Ularning farmakologik ta’siri, qo‘llanilish sohasi,

ISSN 3030-3907

sarf hajmi, noqonuniy muomalaga chiqib ketish ehtimoli va saqlash sharoitlariga qarab nazorat darajasi belgilanadi. Shunday yondashuv nazorat resurslarini eng xavfli nuqtalarga yo‘naltirish imkonini beradi.

Ikkinchi yo‘nalish — elektron hisob yuritish va raqamli monitoring tizimini joriy etishdir. Hozirgi sharoitda ko‘plab tashkilotlarda hisob kitoblari qog‘oz shaklida yuritiladi. Bu esa xatolik, kechikish, yozuvlarning noto‘g‘ri kiritilishi yoki hujjatlarning yo‘qolishi xavfini oshiradi. Elektron tizim quyidagi afzalliklarga ega bo‘lishi mumkin:

kirim va chiqimlarni real vaqt rejimida qayd etish;

qoldiq miqdorlarni avtomatik hisoblash;

yaroqlilik muddati yaqinlashayotgan preparatlar bo‘yicha ogohlantirish berish;

retseptlar va sarf ma’lumotlarini bog‘lash;

mas’ul xodimlarning harakatlarini elektron iz qoldirish orqali nazorat qilish;

hisobotlarni avtomatik shakllantirish.

Biroq elektron tizim qog‘oz hujjatlarni birdaniga to‘liq almashtirishi emas, balki bosqichma-bosqich integratsiya qilinishi lozim. Dastlab ichki elektron reyestrlar, keyinchalik hududiy va respublika darajasida yagona monitoring tizimi joriy etilishi mumkin.

Uchinchi yo‘nalish — xodimlar malakasini oshirish. Psixotrop moddalar bilan ishlashda shifokor, farmatsevt, katta hamshira, bo‘lim mudiri, ombor mudiri va rahbar xodimlarning har biri o‘z vazifasini aniq bilishi zarur. Malaka oshirish kurslarida quyidagi mavzular yoritilishi lozim:

psixotrop moddalar aylanmasining huquqiy asoslari;

retsept yozish va rasmiylashtirish qoidalari;

saqlash va hisobga olish talablari;

qoldiq nazorati;

ichki audit tartibi;

noqonuniy muomalaga chiqib ketish xavfining oldini olish;

bemorga farmatsevtik maslahat berish.

To‘rtinchi yo‘nalish — tashkilot ichida javobgarlik chegaralarini aniq belgilash. Psixotrop moddalar bilan ishlashda “umumiy javobgarlik” emas, balki har bir bosqich uchun aniq mas’ul shaxs bo‘lishi kerak. Masalan, qabul qilish uchun ombor mudiri, saqlash uchun moddiy javobgar shaxs, klinik tayinlash uchun shifokor, bo‘lim ichidagi sarf uchun katta hamshira, umumiy nazorat uchun rahbar yoki farmatsevtik nazorat bo‘limi javobgar bo‘lishi mumkin. Bunday yondashuv xatolik yuz berganda sababni aniqlash va uni bartaraf etishni osonlashtiradi.

Beshinchi yo‘nalish — dorixona va tibbiy tashkilot o‘rtasidagi axborot almashinuvini kuchaytirish. Psixotrop moddalar retsept asosida berilgani uchun

ISSN 3030-3907

shifokor yozgan retsept, dorixona tomonidan berilgan dori va bemorning real ehtiyoji o‘rtasida muvofiqlik bo‘lishi kerak. Bu jarayonda retsept blankalari, shifokorlarning imzo va muhr namunalarini yangilab borish, noto‘g‘ri rasmiylashtirilgan retseptlar bo‘yicha tibbiy tashkilotga qayta aloqa berish muhimdir.

Oltinchi yo‘nalish — zaxira miqdorini optimallashtirish. Amaldagi talabga ko‘ra, davolash-profilaktika muassasasining dorixonasida psixotrop modda zaxirasi bir oylik ehtiyojdan, bo‘limlarda esa ikki haftalik ehtiyojdan oshmasligi kerak . Bu talabni amalda to‘liq bajarish uchun har oyda sarf tahlili o‘tkazish, mavsumiy ehtiyojni hisobga olish va ortiqcha zaxira shakllanishiga yo‘l qo‘ymaslik lozim.

Yettinchi yo‘nalish — farmatsevtik maslahat va bemor xavfsizligini kuchaytirish. Psixotrop moddalar bemorga berilganda farmatsevt bemorga preparatni qabul qilish tartibi, dozani oshirmaslik, boshqa dori vositalari bilan o‘zaro ta’sir ehtimoli, nojo‘ya ta’sirlar va shifokor nazoratisiz qabulni davom ettirmaslik haqida tushuntirish berishi zarur. Bu nafaqat farmatsevtik xizmat sifatini oshiradi, balki noto‘g‘ri foydalanish xavfini kamaytiradi.

Takomillashtirish bo‘yicha amaliy tavsiyalar

Tadqiqot natijalari asosida psixotrop moddalar aylanmasi sohasida tibbiy va farmatsevtika tashkilotlari faoliyatini takomillashtirish uchun quyidagi amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi:

Har bir tibbiy va farmatsevtika tashkilotida psixotrop moddalar bilan ishlash bo‘yicha ichki standart operatsion tartiblar ishlab chiqilishi kerak.

Psixotrop moddalar bo‘yicha ehtiyoj real sarf, bemorlar soni va klinik yo‘nalishlar kesimida hisoblanishi lozim.

Qabul qilish, saqlash, berish va hisobga olish jarayonlari bo‘yicha mas’ul shaxslar buyruq bilan belgilanib, ularning javobgarlik chegaralari aniq ko‘rsatilishi zarur. Psixotrop moddalar faqat belgilangan saqlash joylarida — seyf yoki metall javonlarda saqlanishi va ularga kirish cheklangan bo‘lishi kerak. Maxsus hisob kitoblari o‘z vaqtida, to‘liq va xatosiz yuritilishi lozim. Har haftalik yoki kamida oylik qoldiq solishtirish amaliyoti yo‘lga qo‘yilishi kerak. Ichki audit natijalari yozma rasmiylashtirilib, rahbariyat tomonidan ko‘rib chiqilishi zarur. Xodimlar uchun psixotrop moddalar aylanmasi bo‘yicha muntazam o‘quv-seminarlar tashkil etilishi kerak. Elektron hisob yuritish tizimlari bosqichma-bosqich joriy etilishi maqsadga muvofiq. Retsept yozish, berish va saqlash jarayonida shifokor, farmatsevt va tibbiy tashkilot o‘rtasida qayta aloqa mexanizmi kuchaytirilishi lozim. Preparatlarning yaroqlilik muddati, seriyasi, qoldig‘i va sarfi doimiy monitoring qilinishi kerak. Aniqlangan kamchiliklar bo‘yicha profilaktik choralar ishlab chiqilib, ularning ijrosi nazorat qilinishi zarur.

ISSN 3030-3907

XULOSA.

Psixotrop moddalar aylanmasi tibbiy va farmatsevtika tashkilotlari faoliyatida alohida nazorat talab qiladigan muhim yo‘nalish hisoblanadi. Ushbu moddalar tibbiyot amaliyotida zarur terapevtik vosita bo‘lsa-da, ularning noto‘g‘ri qo‘llanilishi yoki nazoratsiz muomalaga chiqib ketishi jiddiy salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin. Shu sababli psixotrop moddalar bilan ishlash jarayoni yagona kompleks boshqaruv tizimi sifatida tashkil etilishi zarur.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, psixotrop moddalar aylanmasida eng muhim bosqichlar ehtiyojni aniqlash, buyurtma berish, qabul qilish, saqlash, hisobga olish, retsept asosida berish, bo‘limlar kesimida sarfni nazorat qilish va hisobot yuritishdan iborat. Ushbu bosqichlarning har biri aniq hujjatlashtirilgan, mas’ul shaxslar bilan ta’minlangan va ichki nazorat tizimi orqali doimiy kuzatib borilishi lozim.

Amaldagi normativ-huquqiy hujjatlar psixotrop moddalar bilan ishlash tartibini belgilab bergan bo‘lib, tashkilotlar oldida ushbu talablarni amaliyotga sifatli tatbiq etish vazifasi turadi. Xususan, psixotrop moddalarni maxsus saqlash joylarida saqlash, zaxira miqdorini belgilangan me’yorlardan oshirmaslik, hisob kitoblarini maxsus shakllarda yuritish va retsept asosida berish kabi talablar tizim xavfsizligini ta’minlaydi.

Faoliyatni yanada takomillashtirish uchun elektron hisob yuritish, xavfga asoslangan ichki audit, xodimlar malakasini oshirish, standart operatsion tartiblarni ishlab chiqish, zaxira monitoringini kuchaytirish va farmatsevtik maslahat xizmatini rivojlantirish zarur. Bunday yondashuv psixotrop moddalar aylanmasida qonuniylik, shaffoflik, xavfsizlik va samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Qonuni. “Giyohvandlik vositalari va psixotrop moddalar to‘g‘risida”. Manba: Lex.uz.
2. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2003-yil 29-oktabrdagi 472-son qarori. “O‘zbekiston Respublikasida giyohvandlik vositalari, psixotrop moddalar va prekursorlarning muomalada bo‘lish tartibini belgilab beruvchi nizomlarni tasdiqlash to‘g‘risida”. Manba: Lex.uz.
3. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi tegishli tartib hujjati. “Giyohvandlik vositalari, psixotrop moddalar va prekursorlarni saqlash, realizatsiya qilish, berish, taqsimlash va hisobga olish tartibi to‘g‘risidagi nizom”. Manba: Lex.uz.
4. Мусурмонов Р.И., Эшкобилова М.Э. Анализ рынка лекарственных препаратов для медицинского применения, содержащих малые количества

ISSN 3030-3907

психотропных веществ // Research Focus International Scientific Journal. — 2025. — Vol. 4, № 1. — С. 258–261. — DOI: 10.5281/zenodo.14750747.
5. Musurmonov R.I., Eshkobilova M.E. O‘zbekiston hududida psixotrop moddalar aylanmasi: amaldagi tartib va nazorat tizimi // Veterinariya meditsinasi. — 2025. — Maxsus son 10.
6. Eshkobilova Mavjuda Ergashboyevna. Развитие фармацевтических услуг и Инновационные подходы к их эффективному Управлению в обеспечении здоровья детей в Узбекистане. «БИОФИЗИКА ВА БИОКИМЁ МУАММОЛАРИ – 2025» КОНФЕРЕНЦИЯ МАТЕРИАЛЛАРИ.2025
7. Eshkobilova M, Smanova Z, Abdurakhmanov E. Selection of highly active material for semiconductor sensors of carbon monoxide, hydrogen and hydrocarbons based on individual metal oxides //The European Journal of Technical and Natural Sciences 2025. // No 6-Section 3. Chemistry.ISSN 2414-2352. стр 29-33 (02.00.00 №6)
8. Эшкобилова М.Э., Сманова З.А. Выбор оптимальных параметров получения газочувствительных плёнок на основе оксидов металлов // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2025. 12(138). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/21245 стр- 40-44. (02.00.00 №12)
9. M. Eshkobilova, Z Smanova, I Abdurakhmanov, O.Ruzimurodov, Kh. Toshpulatov, Z. Murodova, F. Kholmurzaev, E. Abdurakhmanov. Kinetics and mechanism of methane oxidation in the presence of semiconductor gas sensor material components // Zamonaviy kimyo jurnali// 1-jild, 1-son (2025): «Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti».30-12-2025.стр-1-6. (02.00.00 № 1)
10. Eshkobilova M.E., Smanova Z.A. Metan va benzin bug‘larinianiqlovchi yarimo‘tkazgichli sensorning dinamik ko‘rsatkichlari//“ Xorazm Ma’mun akademiyasi axborortnomasi.// -2/2-2026.–стр-120-122. (02.00.00 №2)
11. Eshkobilova, M.E, Sidiqova, X.G‘, Smanova, Z.A. Abduraxmanov E. Control of carbon (II) oxide from the composition of gases creation of a semiconductor sensor for.//Fan va ta‘lim integratsiyasi (integration of science and education),1.1. стр-44-57. 2023. (02.00.00 №2)

ISSN 3030-3907

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ПЕРЕДВИЖНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЛЕСТНИЦЫ ДЛЯ УХОДА ЗА ВИНОГРАДНИКАМИ И ВЫПОЛНЕНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

Собиров Холхужа Аббозович
Профессор Андижанского государственного технического института, к.т.н..
E-mail: xasobirov@mail.ru
Tel: +99(891) 614 9591
Худойбердиев Махмуджон
Преподаватель Андижанского государственного технического института

Аннотация. В данной статье представлена кинематическая схема новой переносной механической лестницы, которая может широко использоваться в области виноградства и ремонтных работ, а также проанализировано ее движение по склону.

Ключевые слова: виноградный шпалер, пантограф, кинематическая схема, подъемный механизм, кабина, рулевое колесо, уклон.

Annotatsiya. Ushbu maqolada yangi turdagi ko‘chma mexanik narvonning kinematik sxemasi keltirilgan bo‘lib, u uzumchilik va ta’mirlash ishlarida keng qo‘llanishi mumkin. Shuningdek, uning qiyalik bo‘ylab harakati tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: uzum shpaleri, pantograf, kinematik sxema, ko‘tarish mexanizmi, kabina, rul g‘ildiragi, qiyalik.

Abstract. This article presents the kinematic scheme of a new portable mechanical ladder that can be widely used in viticulture and repair works, as well as analyzes its movement on a slope.

Keywords: vine trellis, pantograph, kinematic scheme, lifting mechanism, cabin, steering wheel, slope.

ВВЕДЕНИЕ.

В сфере развития виноградарства ведется ряд организационно-научно-практических работ. В частности, осуществляется реализация Постановления Президента Республики Узбекистан № ПК-5200 от 28 июля 2021 года «О дополнительных мерах по внедрению кластерной системы в развитии виноградарства, поддержке и интенсификации инвестиций в передовые технологии в отрасли», ведется эффективная работа по дальнейшему развитию виноградарства, виноградарства, переработки и производства готовой продукции, а также созданию кластерной системы. Представленные результаты научных исследований по селекции садовых и виноградарских культур, новым сортам плодовых и виноградных культур, совершенствованию технологий их выращивания, интенсивному уходу за

ISSN 3030-3907

садами, хранению и переработке плодовых и виноградных продуктов, а также защите сельскохозяйственной техники характеризуют использование и внедрение новых решений в виноградном садоводстве.



Рис.1. Используемые в настоящее время виноградные шпалеры

В настоящее время для ухода за виноградниками используются высокие шпалеры (рис. 1). При уходе за виноградоми на таких шпалерах стало обычным делом использовать различные виды переносных лестниц. Перемещение и транспортировка лестниц с определенным весом с одного места на другое представляет собой физическую трудность для садовника. Особенно при уходе за виноградом на высоких шпалерах используются большие и тяжелые лестницы. Кроме того, эта проблема еще больше усугубляет положение садовников-пенсионеров.

Металлические лестницы на колесах, как показано на рисунках, обычно используются для ухода за виноградниками. Их устанавливают на ровной поверхности и перемещают вручную, толкая их. Чтобы передвинуть лестницу, садовнику приходится часто спускаться вниз (примерно каждые 1,5 метра), а затем снова подниматься на виноградные лозы.



Рис. 2. Металлические каркасные лестницы на колесах

ISSN 3030-3907

МЕТОДЫ. Для облегчения процесса ухода за виноградником и экономии физических усилий садовникам была предложена «переносная механическая лестница» (рис. 3).

Предлагаемая «мобильная механическая лестница» состоит из рамы (1), ведущих (2) и управляемых (17) колес, которые приводят ее в движение, а также кабины (4), которая поднимается с помощью установленного на ней пантографа (3). Внутри кабины находится кресло (5), вращающееся вокруг неподвижной оси.

Механизм перемещения «мобильной механической лестницы» состоит из цепи (6), ведущей (7) и ведомой (8) звездочек, приводимых в движение педалью (9). Для поддержания натяжения цепи установлены звездочка (10) и пружина (11), а также натяжной механизм, состоящий из четырех звездочек. Одна пара звездочек закреплена на раме (1), а другая пара — на кабине (4).

Механизм подъема кабины состоит из пантографа (3), редуктора (12), перемещающего свои опоры, и винта (рукоятки 13). В результате вращательного движения, осуществляемого рукой, вал косозубой шестерни (18) вращается, перемещая опоры пантографа (19) и, в свою очередь, позволяя изменять высоту кабины [1,2].

Направление движения «мобильной механической лестницы» контролируется с помощью рулевого колеса (14), телескопической стойки (15) и рычага (16). Для этого оси вращения передних колес (17) соединены с рычагами (16).

Для удержания кабины (4) в вертикальном положении и осуществления вертикального перемещения на раме (1) установлены четыре телескопические колонны.

Наиболее важным элементом предлагаемого устройства является пружина растяжения (11). Пружина деформируется в широком диапазоне (даже до 1-2 метров).

ISSN 3030-3907

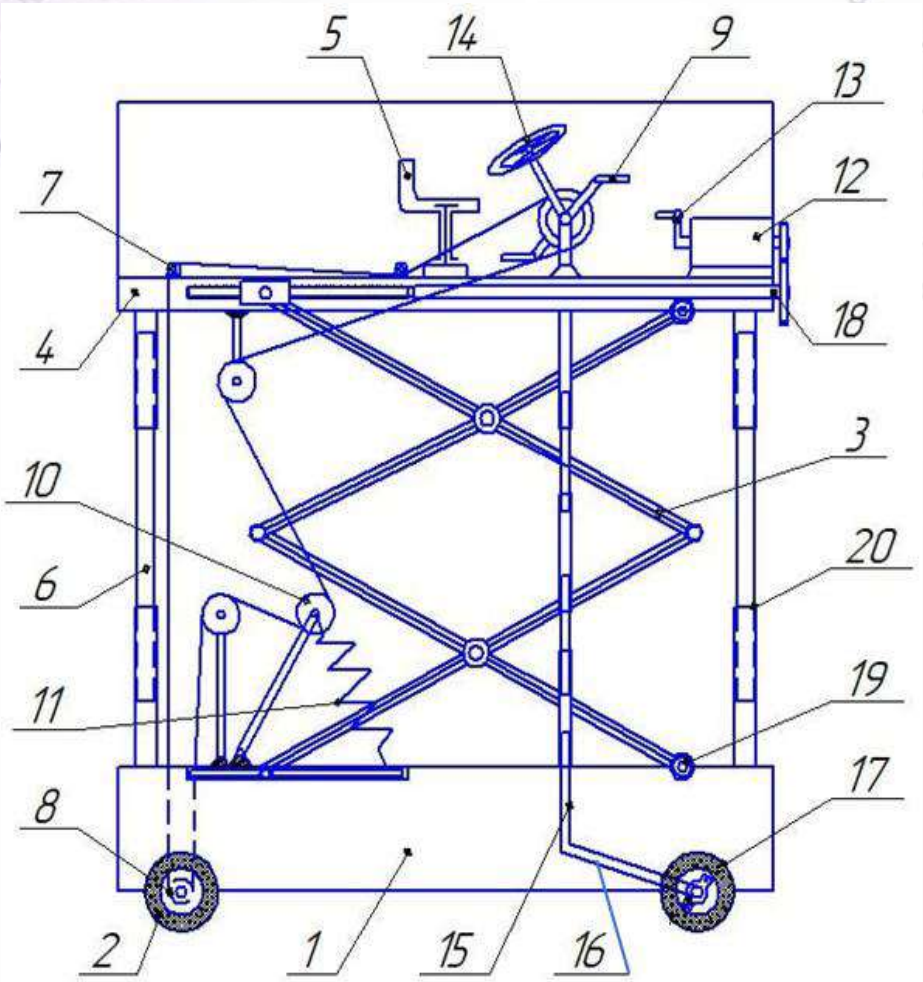


Рис. 3. Кинематическая схема передвижной механической лестницы.

Используя закон Гука, были построены диаграммы, показывающие изменение силы деформации *F* в зависимости от длины пружин *ΔL* различной жесткости (рис. 4). Желательно обеспечить постоянную силу натяжения *F* для устройства, чего трудно достичь в реальных условиях. Мы разработали техническое решение, близкое к горизонтальному положению на диаграмме 1.

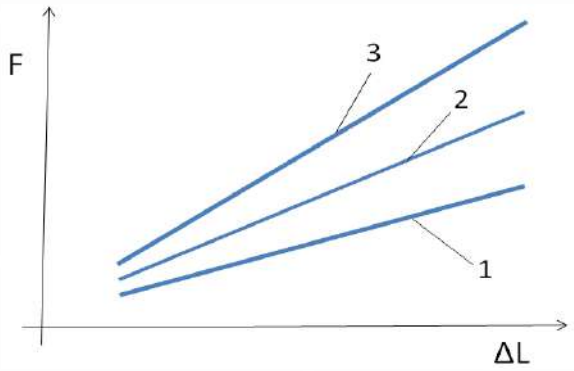


Рис. 4. Диаграммы зависимости деформации пружины от силы натяжения

Известно, что территория виноградников не всегда ровная. Кроме того, пути перемещения этой лестницы с одного места на другое могут иметь разную высоту и уклон. Поэтому определение допустимого уклона лестницы позволяет избежать различных неудобств при ее использовании. Иными словами, при прохождении по склонам или работе на склонах эта лестница будет служить, не опрокидываясь. На рисунке 5 показана схема лестницы, расположенной на наклонной плоскости.

ISSN 3030-3907

На диаграмме: G_1, G_2 – силы тяжести лестницы и садовника соответственно; S_1 и S_2 – центры тяжести (садовник мог сместиться); α – угол наклона, рад.; H – высота лестницы, *м*; AC– ширина лестницы, м; *а, в* – плеча силы, действующие относительно точки A, *м*.

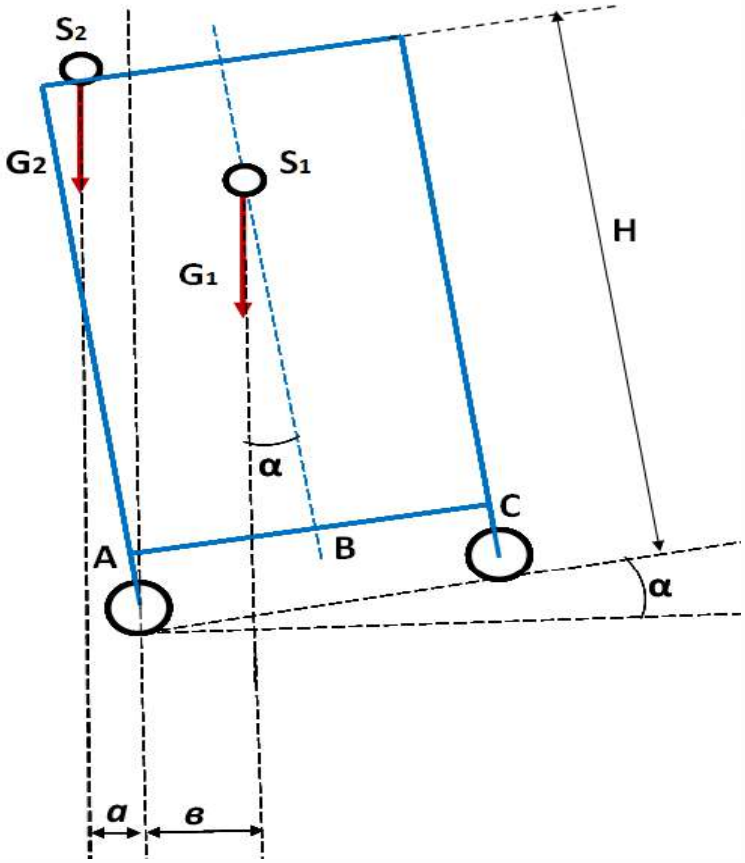


Рис. 5. Схема переносной механической лестницы, расположенной на склоне

РЕЗУЛЬТАТЫ. Для того чтобы эта лестница не опрокинулась, моменты всех сил относительно точки A должны находиться в следующем соотношении:

$$G_1 * в > G_2 * a \quad (1)$$

где

$$в = 0{,}5AC - S_1B * tg(\alpha),$$

$$a = H * tg(\alpha)$$

или

$$G_1 * (0{,}5AC - S_1B * tg(\alpha)) > G_2 * H * tg(\alpha). \quad (2)$$

Определим из соотношения (2)

$$tg(\alpha) < 0{,}5G_1 * AC / (G_1 * S_1B + G_2 * H)$$

или

$$\alpha < arctg\,[0{,}5G_1 * AC / (G_1 * S_1B + G_2 * H)] \quad (3)$$

ISSN 3030-3907

Обсуждение. Для практической подготовки предлагаемого технического решения параметрам были присвоены конкретные размеры. Исходя из этого, параметрам проектирования и изготовления данной лестницы были приняты следующие значения. В этом случае допустимый угол наклона будет равен**:**

$$G_1 = 150\ kG;\ G_2 = 90\ kG;\ H = 3{,}5\ м.,\ AC = 1{,}5\ м.;\ S_1B = 2{,}0\ м.$$

Значит,

$$\alpha < arctg\ [0{,}5*150*1{,}5\ /(150*2\ + 90*3{,}5)] = arctg\ (0{,}183)$$

или $\alpha < 10^0 24^I$.

С учетом проведенных опытов мы предполагаем, что допустимый уклон для этой лестницы находится в пределах указанных значений

$$[\alpha] \leq 8^0.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Разработана кинематическая схема переносной механической лестницы, позволяющая садовникам и рабочим повысить эффективность труда и обеспечивающая удобство при выполнении работ по уходу и ремонту виноградников. Определен допустимый угол наклона для конструкции и изготовления этой лестницы на основе реалистичных параметров. Считаем, что предложенная переносная механическая лестница может широко использоваться не только при уходе за виноградниками, но и при ремонте зданий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ипатов П.П., Финкель А.Ф. Монтажные подъемно-транспортные механизмы. Учебное пособие. – М. Стройиздат, 2010. - 235с.

2. Разработка и обоснование параметров мобильного устройство для сушки шала. Рахманкулов Т. Б. Беккулов Б. Р., Собиров Х. А. МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. ISBN 978-5-7103-4058-5, 2020/11, 2-том.

3. Собиров Х., Фозилжонова Х. Переносное механическое устройство для обработки виноградников. YANGI MATERIALLAR TEXNOLO-GIYASI: MASHINASOZLIKDA QO‘LLANILADIGAN POLIMER KOMPOZIT MATERIALLARNING RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI. Халқаро илмий-амалий конф. Андижон, 2022. 2-шўба, 323-325 бет.

4. Собиров Х., Саидова Д. Uzum bog‘lar uchun ko‘chma mexanik narvonning ekologik va iqtisodiy samaradorligi haqida. BARQAROR RIVOJLANTIRISH DOIRASIDA YENGIL SANOAT, OZIQ-OVQAT VA QISHLOQ XO‘JALIGI SOHALARINING INNOVATSION TEXNOLOGIYALARIDAGI O‘RNI. Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman.Termiz, 2025. 1-шўба, 102-103 бет.

ISSN 3030-3907

5. МОБИЛЬНОЕ МЕХАНИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ УХОДА ЗА ВИНОГРАДНИКАМИ (Международный научный журнал No 20 (100), часть 1, «Новости образования: исследование в XXI веке», 1 Апреля, 2024).
6. Собиров Х., Фозилжонова Х. Переносное механическое устройство для обработки виноградников. YANGI MATERIALLAR TEXNOLO-GIYASI: MASHINASOZLIKDA QO‘LLANILADIGAN POLIMER KOMPOZIT MATERIALLARNING RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI. Халқаро илмий-амалий конф. Андижон, 2022. 2-шўба, 323-325 бет.
7. Собиров Х., Саидова Д. О конструкции переносной механической лестницы для виноградников. SURXONDARYO VILOYATIDA MUHANDISLIK VA AGROTEXNOLOGIYALAR SOHALARINI RIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI. Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman.Termiz, 2025. 1-qism, 287-288 бет.
8. Собиров Х.А., Атабаев К. Предварительный синтез основных параметров переносного механического устройства для обработкивиноградников. Всероссийская научно-практическая конференция «МАШИНОСТРОЕНИЕ: НОВЫЕ КОНЦЕПЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ». 28 октября 2022 г. Стр.123-127.

ISSN 3030-3907

УДК 616.74-007.23-053.9:613.2:615.825

ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКА САРКОПЕНИИ У ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ

Шамсутдинова Гузель Баходировна
PhD, доцент, заведующая кафедрой «Терапевтических дисциплин» Ферганского медицинского института общественного здоровья
ORCID:0009-0007-4150-532X

Аннотация. Саркопения является одним из наиболее значимых гериатрических синдромов, определяющих снижение функциональной независимости, увеличение риска падений, переломов, госпитализаций и неблагоприятного течения хронических заболеваний у лиц пожилого возраста. Цель исследования — оценить особенности течения саркопении у пожилых людей на основании клинических, функциональных, анкетных и лабораторных данных, а также обосновать комплексные профилактические мероприятия для амбулаторной практики. В клиническое наблюдательное исследование включены 120 пациентов в возрасте от 60 до 84 лет. Оценивали жалобы, анамнез, индекс массы тела, частоту падений, силу кистевого хвата, скорость ходьбы, результаты теста вставания со стула, опросники SARC-F и MNA-SF. Лабораторный блок включал общий белок, альбумин, глюкозу натощак, креатинин, расчетную скорость клубочковой фильтрации, витамин D, липидный спектр и высокочувствительный С-реактивный белок. Признаки вероятной саркопении выявлены у 47 пациентов (39,2%), подтвержденной саркопении — у 31 пациента (25,8%), тяжелой саркопении — у 14 пациентов (11,7%). У пациентов с саркопенией чаще определялись недостаточность витамина D, нутритивный риск, атерогенные изменения липидного спектра и повышение высокочувствительного С-реактивного белка.

Ключевые слова: саркопения, пожилой возраст, профилактика, липидный спектр, высокочувствительный с-реактивный белок, sarc-f, mna-sf, мышечная сила.

Abstract. Sarcopenia is one of the most significant geriatric syndromes, leading to decreased functional independence and an increased risk of falls, fractures, hospitalizations, and unfavorable progression of chronic diseases in elderly individuals. The aim of the study was to assess the clinical course of sarcopenia in elderly people based on clinical, functional, questionnaire-based, and laboratory data, as well as to substantiate comprehensive preventive measures for outpatient practice. A clinical observational study included 120 patients aged 60 to 84 years. Complaints, medical history, body mass index, frequency of falls, handgrip strength, gait speed, chair stand test results, and SARC-F and MNA-SF

questionnaire scores were assessed. The laboratory panel included total protein, albumin, fasting glucose, creatinine, estimated glomerular filtration rate, vitamin D, lipid profile, and high-sensitivity C-reactive protein. Signs of probable sarcopenia were detected in 47 patients — 39.2%, confirmed sarcopenia in 31 patients — 25.8%, and severe sarcopenia in 14 patients — 11.7%. Patients with sarcopenia more frequently had vitamin D deficiency, nutritional risk, atherogenic changes in the lipid profile, and elevated high-sensitivity C-reactive protein.

Keywords: sarcopenia, elderly age, prevention, lipid profile, high-sensitivity C-reactive protein, SARC-F, MNA-SF, muscle strength.

Annotatsiya. Sarkopeniya keksa yoshdagi insonlarda funksional mustaqillikning pasayishi, yiqilishlar, suyak sinishlari, shifoxonaga yotqizilishlar va surunkali kasalliklarning noxush kechishi xavfini oshiruvchi eng muhim geriatrik sindromlardan biridir. Tadqiqotning maqsadi — keksa yoshdagi insonlarda sarkopeniyaning kechish xususiyatlarini klinik, funksional, so‘rovnoma va laborator ko‘rsatkichlar asosida baholash hamda ambulator amaliyot uchun kompleks profilaktik chora-tadbirlarni asoslashdan iborat. Klinik kuzatuv tadqiqotiga 60 yoshdan 84 yoshgacha bo‘lgan 120 nafar bemor kiritildi. Shikoyatlar, anamnez, tana vazni indeksi, yiqilishlar chastotasi, qo‘l panjasi siqish kuchi, yurish tezligi, stuldan turish testi natijalari, SARC-F va MNA-SF so‘rovnomalari baholandi. Laborator tekshiruvlar umumiy oqsil, albumin, och qoringa glyukoza, kreatinin, hisoblangan koptokchalar filtratsiyasi tezligi, D vitamini, lipid spektri va yuqori sezgir C-reaktiv oqsilni o‘z ichiga oldi. Ehtimoliy sarkopeniya belgilari 47 nafar bemorda — 39,2%, tasdiqlangan sarkopeniya 31 nafar bemorda — 25,8%, og‘ir sarkopeniya esa 14 nafar bemorda — 11,7% holatda aniqlandi. Sarkopeniyasi bo‘lgan bemorlarda D vitamini yetishmovchiligi, nutritiv xavf, lipid spektridagi aterogen o‘zgarishlar va yuqori sezgir C-reaktiv oqsil miqdorining oshishi ko‘proq uchradi.

Kalit so‘zlar: sarkopeniya, keksa yosh, profilaktika, lipid spektri, yuqori sezgir C-reaktiv oqsil, SARC-F, MNA-SF, mushak kuchi.

ВВЕДЕНИЕ.

Саркопения представляет собой прогрессирующее генерализованное заболевание скелетной мускулатуры, характеризующееся снижением мышечной силы, уменьшением мышечной массы и ухудшением физической работоспособности. В современной гериатрии саркопения рассматривается не только как возрастное изменение мышечной ткани, но и как самостоятельный клинический синдром, влияющий на прогноз, качество жизни и способность пациента к самообслуживанию.

Актуальность проблемы обусловлена тем, что пожилые пациенты часто обращаются к врачу с неспецифическими жалобами: общей

ISSN 3030-3907

слабостью, утомляемостью, снижением толерантности к физической нагрузке, неуверенностью при ходьбе, трудностями при вставании со стула и подъеме по лестнице. Эти проявления нередко воспринимаются как естественные признаки старения, вследствие чего ранняя саркопения остается недооцененной[1].

Течение саркопении у лиц пожилого возраста имеет многофакторный характер. Возрастные изменения мышечной ткани сочетаются с хроническим низкоинтенсивным воспалением, инсулинорезистентностью, гиподинамией, недостаточным поступлением белка, дефицитом витамина D, полипрагмазией и сопутствующими заболеваниями. Особое значение имеют сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет 2 типа, хроническая болезнь почек, хронические заболевания легких и остеоартроз.

В последние годы большое внимание уделяется связи саркопении с метаболическими и воспалительными нарушениями. Атерогенный липидный профиль, повышение триглицеридов, снижение холестерина липопротеидов высокой плотности и увеличение высокочувствительного С-реактивного белка могут отражать системное воспаление и неблагоприятный кардиометаболический фон.

Цель исследования — оценить особенности течения саркопении у пожилых людей на основании клинических, функциональных, биохимических и анкетных данных, включая липидный спектр и высокочувствительный С-реактивный белок, а также обосновать профилактические мероприятия для первичного звена здравоохранения[2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Проведено клиническое наблюдательное исследование с участием 120 пациентов пожилого возраста. Возраст обследованных составил от 60 до 84 лет, средний возраст — 69,8±6,4 года. Женщин было 68 (56,7%), мужчин — 52 (43,3%). Критериями включения являлись возраст 60 лет и старше, возможность самостоятельного передвижения или передвижения с опорой, согласие на обследование и заполнение опросников.

Клиническая оценка включала сбор жалоб, анамнеза жизни и заболевания, определение индекса массы тела, анализ частоты падений за последний год, оценку уровня физической активности, сопутствующих заболеваний и принимаемых лекарственных препаратов. Особое внимание уделяли жалобам на слабость, снижение скорости ходьбы, трудности при подъеме по лестнице, вставании со стула, страх падения и ограничение выхода из дома[3].

Для скрининга саркопении использовали опросник SARC-F, который включает оценку силы, помощи при ходьбе, вставания со стула, подъема по

ISSN 3030-3907

лестнице и падений. Результат 4 балла и выше рассматривался как высокий риск саркопении. Нутритивный статус оценивали по краткой форме Mini Nutritional Assessment — MNA-SF[4].

Функциональная оценка включала измерение силы кистевого хвата ручным динамометром, тест скорости ходьбы на 4 метра и тест вставания со стула. Низкая мышечная сила рассматривалась как ранний признак вероятной саркопении, а сочетание низкой силы с замедлением ходьбы и снижением нутритивного статуса — как основание для углубленного профилактического вмешательства.

Биохимическое исследование крови включало общий белок, альбумин, глюкозу натощак, креатинин, расчетную скорость клубочковой фильтрации, витамин D, кальций, аланинаминотрансферазу, аспартатаминотрансферазу, общий С-реактивный белок и высокочувствительный С-реактивный белок. Дополнительно всем пациентам определяли липидный спектр: общий холестерин, холестерин липопротеидов низкой плотности, холестерин липопротеидов высокой плотности, триглицериды и коэффициент атерогенности.

Статистическая обработка проводилась с использованием методов описательной статистики. Количественные показатели представлены как среднее значение и стандартное отклонение. Пациенты условно распределялись на две группы: без признаков саркопении и с саркопенией или высоким риском саркопении[5].

1-таблица.

Показатель	**Общая группа (n=120)**	**Без саркопении (n=73)**	**Саркопения/риск (n=47)**
Возраст, лет	69,8±6,4	67,4±5,8	73,1±6,2
Женщины/мужчины	68/52	39/34	29/18
Индекс массы тела, кг/м²	27,6±4,3	27,1±4,1	28,4±4,5
Падения за последний год	29 (24,2%)	10 (13,7%)	19 (40,4%)
Сахарный диабет 2 типа	34 (28,3%)	15 (20,5%)	19 (40,4%)
Артериальная гипертензия	76 (63,3%)	42 (57,5%)	34 (72,3%)

РЕЗУЛЬТАТЫ.

ISSN 3030-3907

По данным комплексной оценки признаки вероятной саркопении выявлены у 47 пациентов (39,2%), подтвержденной саркопении — у 31 пациента (25,8%), тяжелой саркопении — у 14 пациентов (11,7%). Наиболее частыми жалобами были общая слабость, быстрая утомляемость при обычной нагрузке, трудности при вставании со стула, замедление ходьбы, неуверенность при подъеме по лестнице и снижение толерантности к физической нагрузке.

Функциональные тесты показали, что у пациентов с саркопенией или высоким риском саркопении сила кистевого хвата была ниже, скорость ходьбы медленнее, а результат теста вставания со стула хуже, чем у пациентов без саркопении. Высокий балл SARC-F сочетался с низкими значениями MNA-SF, что указывает на тесную связь мышечной слабости с нутритивным риском и недостаточным потреблением белка[6].

2-таблица.

Показатель	**Без саркопении (n=73)**	**Саркопения/риск (n=47)**	**Клиническая оценка**
SARC-F, баллы	1,6±1,1	5,2±1,4	выраженный функциональный риск
MNA-SF, баллы	12,3±1,5	9,8±1,7	нутритивный риск
Сила хвата, кг	26,8±5,9	18,7±4,8	снижение мышечной силы
Скорость ходьбы, м/с	0,92±0,16	0,68±0,14	замедление походки
Тест вставания со стула, сек	12,4±3,1	18,9±4,6	снижение физической производительности

Биохимические данные показали, что у пациентов с признаками саркопении чаще отмечались снижение уровня витамина D, тенденция к гипоальбуминемии, более высокий уровень С-реактивного белка и нарушения углеводного обмена. У части пациентов выявлялось снижение расчетной скорости клубочковой фильтрации, что могло ограничивать физическую активность и влиять на выбор нутритивной коррекции.

При анализе липидного спектра установлено, что пациенты с саркопенией чаще имели более высокий уровень общего холестерина, липопротеидов низкой плотности и триглицеридов, а также более низкие

ISSN 3030-3907

значения липопротеидов высокой плотности. Такие изменения могут отражать неблагоприятный кардиометаболический фон, сочетание гиподинамии, избыточной массы тела, инсулинорезистентности и хронического воспаления.

3-таблица.

Биохимический показатель	**Общая группа**	**Без саркопении**	**Саркопения/риск**
Общий белок, г/л	66,4±5,8	68,2±5,4	63,7±5,6
Альбумин, г/л	38,1±4,2	39,4±3,8	36,2±4,1
Глюкоза натощак, ммоль/л	6,2±1,4	5,8±1,1	6,8±1,6
Креатинин, мкмоль/л	91,6±18,7	87,9±16,8	97,3±20,1
рСКФ, мл/мин/1,73 м²	72,4±15,6	76,8±14,2	65,5±15,8
Витамин D, нг/мл	21,8±8,9	25,6±8,1	16,9±7,4
Высокочувствительный С-реактивный белок, мг/л	3,9±2,1	2,7±1,4	5,6±2,3
Показатель липидного спектра	**Без саркопении (n=73)**	**Саркопения/риск (n=47)**	**Интерпретация**
Общий холестерин, ммоль/л	5,1±0,9	5,8±1,1	атерогенная тенденция
ЛПНП, ммоль/л	3,0±0,8	3,6±0,9	повышение сердечно-сосудистого риска
ЛПВП, ммоль/л	1,28±0,31	1,06±0,27	снижение защитной фракции
Триглицериды, ммоль/л	1,55±0,62	2,05±0,74	связь с инсулинорезистентностью
Коэффициент атерогенности	3,1±0,8	4,5±1,1	неблагоприятный липидный профиль

При анализе опросников установлено, что SARC-F оказался удобным инструментом первичного скрининга: пациенты с результатом 4 балла и выше чаще имели низкую силу хвата, медленную скорость ходьбы и жалобы на падения. MNA-SF позволял выявить пациентов с недостаточным потреблением белка, снижением аппетита и потерей массы тела.

ISSN 3030-3907

Дополнительно выявлено, что пациенты с саркопенией чаще сообщали о страхе падения и ограничении выхода из дома. Это сопровождалось уменьшением бытовой активности, отказом от прогулок и усилением зависимости от родственников. Таким образом, саркопения имела не только соматическое, но и социально-функциональное значение[7].

ОБСУЖДЕНИЕ.

Полученные результаты показывают, что саркопения у пожилых людей редко протекает как изолированное снижение мышечной массы. Чаще она формируется как комплексный синдром, включающий мышечную слабость, низкую физическую активность, нутритивный дефицит, метаболические нарушения и хроническое воспаление. Наиболее выраженное течение наблюдалось у пациентов старше 70 лет, при наличии сахарного диабета 2 типа, артериальной гипертензии, хронической болезни почек, ожирения или перенесенных падений.

Особенностью течения саркопении является постепенное начало. Пациенты часто не предъявляют специфических жалоб и связывают слабость, снижение скорости ходьбы и утомляемость с естественным старением. Однако именно эти симптомы являются ранними клиническими признаками риска. При отсутствии профилактических мероприятий формируется порочный круг: снижение мышечной силы приводит к уменьшению активности, гиподинамия усиливает потерю мышечной массы, а нутритивный дефицит и хроническое воспаление ускоряют прогрессирование синдрома[8].

Биохимические показатели не являются самостоятельным критерием диагноза саркопении, однако они помогают понять причины неблагоприятного течения. Низкий уровень витамина D может сопровождаться слабостью проксимальных мышц и повышением риска падений. Снижение альбумина и общего белка отражает нутритивный риск, недостаточное поступление белка или хроническое воспаление. Увеличение высокочувствительного С-реактивного белка указывает на низкоинтенсивный воспалительный процесс, который способен усиливать катаболизм мышечной ткани и снижать эффективность восстановительных механизмов.

Практически важным является внедрение простого алгоритма: ежегодный скрининг SARC-F у лиц старше 60 лет; при результате 4 балла и выше — оценка силы хвата, скорости ходьбы, нутритивного статуса, витамина D, липидного спектра и высокочувствительного С-реактивного белка; далее — индивидуальная программа профилактики с контролем через 3–6 месяцев[9].

ISSN 3030-3907

ВЫВОДЫ.

1. У 120 обследованных пожилых пациентов признаки вероятной или подтвержденной саркопении были связаны с возрастом старше 70 лет, снижением физической активности, ухудшением нутритивного статуса и неблагоприятными биохимическими показателями.

2. Наиболее информативными клиническими проявлениями были снижение силы хвата, замедление ходьбы, трудности при вставании со стула, падения и высокий балл SARC-F.

3. Биохимическая оценка показала значимость витамина D, общего белка, альбумина, глюкозы, креатинина, липидного спектра и высокочувствительного С-реактивного белка как дополнительных маркеров риска и прогрессирования саркопении.

4. Атерогенные изменения липидного спектра и повышение высокочувствительного С-реактивного белка у пациентов с саркопенией отражают неблагоприятный кардиометаболический и воспалительный фон, который необходимо учитывать при профилактике.

5. Профилактика должна включать регулярный скрининг, силовые упражнения, коррекцию питания, достаточное потребление белка, устранение дефицита витамина D, контроль липидного спектра, профилактику падений и лечение хронических заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cruz-Jentoft A.J., Bahat G., Bauer J. et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Age and Ageing. 2019;48(1):16–31.
2. Cruz-Jentoft A.J., Sayer A.A. Sarcopenia. Lancet. 2019;393(10191):2636–2646.
3. Volkert D., Beck A.M., Cederholm T. et al. ESPEN guideline on clinical nutrition and hydration in geriatrics. Clinical Nutrition. 2019;38(1):10–47.
4. Malmstrom T.K., Morley J.E. SARC-F: a simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia. Journal of the American Medical Directors Association. 2013;14(8):531–532.
5. Beaudart C., Rolland Y., Cruz-Jentoft A.J. et al. Assessment of muscle function and physical performance in daily clinical practice. Calcified Tissue International. 2019;105:1–14.
6. Dent E., Morley J.E., Cruz-Jentoft A.J. et al. International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia. Journal of Nutrition, Health and Aging. 2018;22(10):1148–1161.
7. Fielding R.A., Vellas B., Evans W.J. et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Journal of the American Medical Directors Association. 2011;12(4):249–256.

ISSN 3030-3907

9. Calder P.C., Bosco N., Bourdet-Sicard R. et al. Health relevance of the modification of low grade inflammation in ageing. Mechanisms of Ageing and Development. 2017;167:1–10.
10. Cesari M., Kritchevsky S.B., Baumgartner R.N. et al. Sarcopenia, obesity, and inflammation. Journal of the American Geriatrics Society. 2005;53(1):115–121.

ISSN 3030-3907

УДК. 725.51:728.2:614.2

ИНТЕГРАЦИЯ ПРИНЦИПОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТУБЕРКУЛЁЗНЫХ И ПУЛЬМОНОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНИЦ В АРХИТЕКТУРУ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЫСОТНЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ.

Ирина Вагифовна Габибова
Доктор архитектуры, и.о. профессора МЕЖДУНАРОДНОГО УНИВЕРСИТЕТА КИМЕ в ТАШКЕНТЕ, факультет архитектуры и городского дизайна,
Ташкент, Узбекистан
E-mail: irina.gabibova@mail.ru
Хусанова Эзоза Мухтор кизи
Студент магистратуры Ташкентского архитектурно-строительного университета, факультет строительной и конструктивной архитектуры
Ташкент, Узбекистан
E-mail: husanovae4@gmail.com

Annotatsiya. Hozirgi urbanizatsiya tendentsiyalari va yirik shaharlarda binolar zichligining ortishi xavfsiz, sog‘lom va barqaror yashash muhitini yaratishni taqozo etadi. Shuning uchun ixtisoslashgan tibbiyot muassasalarining, xususan, sil va pulmonologiya shifoxonalarining dizayn tamoyillarini ko‘p funksiyali ko‘p qavatli turar-joy majmualari arxitekturasiga integratsiya qilish ayniqsa dolzarbdir. Ushbu tadqiqot samarali infeksiya nazorati va qulay mikroiqlimni ta'minlaydigan me'moriy rejalashtirish va muhandislik yechimlarini vertikal turar-joy muhitiga o‘tkazish uchun kontseptual modelni ishlab chiqishga qaratilgan. Tadqiqotning metodologik asosi ilmiy nashrlarni tahlil qilish, tibbiy va turar-joy binolarining tipologik xususiyatlarini qiyosiy o‘rganish va ichki makonni tashkil qilish, shamollatish va rayonlashtirishga zamonaviy yondashuvlarni tizimlashtirishdan iborat. Havo oqimini boshqarish, tabiiy va gibrid shamollatish, foydalanuvchi oqimlarini funktsional ajratish, bufer zonalarini yaratish va ichki havo sifatini yaxshilash kabi parametrlarga alohida e'tibor qaratiladi. Tadqiqotda shaharsozlik, makonni rejalashtirish va muhandislik loyihalash darajalarini qamrab oluvchi ko‘p darajali integratsiya modeli taklif etiladi. Tibbiy arxitektura tamoyillarini moslashtirish havo orqali yuqadigan infeksiyalar xavfini kamaytirishga, ekologik barqarorlikni oshirishga va turar-joy binolarining sanitariya-gigienik xususiyatlarini yaxshilashga yordam berishi ko‘rsatilgan. Ushbu ishning amaliy ahamiyati pandemiyadan keyingi shaharsozlikda sog‘lom va bioxavfsiz yashash muhitini yaratishga qaratilgan me'morlar va dizaynerlar uchun tavsiyalar ishlab chiqishda yotadi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: infeksiya nazorati, ko‘p qavatli turar-joy binolari, ko‘p funksiyali majmualar, sog‘liqni saqlash arxitekturasi, sil kasalxonalari, pulmonologiya muassasalari, ichki havo sifati, tabiiy va gibrid shamollatish, barqaror dizayn, sog‘lom shahar muhiti.

Abstract. Current urbanization trends and increasing building density in large cities necessitate the creation of safe, healthy, and sustainable living environments. Therefore, integrating the design principles of specialized medical institutions, particularly tuberculosis and pulmonology hospitals, into the architecture of multifunctional high-rise residential complexes is particularly relevant. This study aims to develop a conceptual model for transferring architectural planning and engineering solutions that ensure effective infection control and a favorable microclimate to vertical residential environments. The methodological basis of the study consists of an analysis of scientific publications, a comparative study of the typological features of medical and residential buildings, and a systematization of modern approaches to the organization of interior space, ventilation, and zoning. Particular attention is paid to such parameters as air flow management, natural and hybrid ventilation, functional separation of user flows, the creation of buffer zones, and improving indoor air quality. The study proposes a multi-level integration model encompassing urban planning, space-planning, and engineering design levels. It has been shown that adapting medical architecture principles helps reduce the risk of airborne infections, enhance environmental sustainability, and improve the sanitary and hygienic characteristics of residential buildings. The practical significance of this work lies in the development of recommendations for architects and designers aimed at creating healthy and biosafe living environments in post-pandemic urban development.

Keywords: infection control, high-rise residential buildings, multifunctional complexes, healthcare architecture, tuberculosis hospitals, pulmonology facilities, indoor air quality, natural and hybrid ventilation, sustainable design, healthy urban environment.

Аннотация. Современные тенденции урбанизации и рост плотности застройки в крупных городах обуславливают необходимость формирования безопасной, здоровой и устойчивой жилой среды. В этой связи особую актуальность приобретает интеграция принципов проектирования специализированных медицинских учреждений, в частности туберкулёзных и пульмонологических больниц, в архитектуру многофункциональных высотных жилых комплексов. Настоящее исследование направлено на разработку концептуальной модели переноса архитектурно-планировочных и инженерных решений, обеспечивающих эффективный инфекционный

ISSN 3030-3907

контроль и благоприятный микроклимат, в жилую среду вертикального типа. Методологическую основу работы составляют анализ научных публикаций, сравнительное исследование типологических особенностей медицинских и жилых зданий, а также систематизация современных подходов к организации внутреннего пространства, вентиляции и зонирования. Особое внимание уделено таким параметрам, как управление воздушными потоками, естественная и гибридная вентиляция, функциональное разделение потоков пользователей, создание буферных зон и повышение качества внутреннего воздуха. В результате исследования предложена многоуровневая модель интеграции, охватывающая градостроительный, объемно-планировочный и инженерный уровни проектирования. Показано, что адаптация принципов медицинской архитектуры способствует снижению рисков распространения воздушно-капельных инфекций, повышению экологической устойчивости и улучшению санитарно-гигиенических характеристик жилых зданий. Практическая значимость работы заключается в формировании рекомендаций для архитекторов и проектировщиков, направленных на создание здоровой и биобезопасной жилой среды в условиях пост пандемического развития городов.

Ключевые слова: инфекционный контроль, высотные жилые здания, многофункциональные комплексы, архитектура медицинских учреждений, туберкулёзные больницы, пульмонологические учреждения, качество внутреннего воздуха, естественная и гибридная вентиляция, устойчивое проектирование, здоровая городская среда.

ВВЕДЕНИЕ.

Современные процессы глобальной урбанизации сопровождаются устойчивым ростом плотности застройки и активным развитием высотного жилищного строительства, формирующего новую типологию городской среды — вертикальный город. В условиях ограниченности территориальных ресурсов и увеличения численности населения многофункциональные высотные жилые комплексы становятся доминирующей формой организации жилого пространства. Однако повышение плотности проживания и концентрации пользователей в пределах одного здания обостряет ряд проблем, связанных с качеством внутренней среды, распространением инфекций и обеспечением санитарно-гигиенической безопасности. Эти вызовы особенно актуализировались в пост пандемический период, когда вопросы здоровья, биобезопасности и устойчивости зданий вышли на первый план архитектурной и градостроительной практики.

ISSN 3030-3907

В данном контексте особый интерес представляет архитектура специализированных медицинских учреждений, в частности туберкулёзных и пульмонологических больниц, в которых на протяжении длительного времени разрабатывались и совершенствовались принципы инфекционного контроля, организации потоков, вентиляции и зонирования.

Эти объекты изначально проектируются с учётом минимизации риска распространения воздушно-капельных инфекций, обеспечения контролируемого микроклимата и разделения функциональных потоков пациентов, персонала и материалов. Таким образом, медицинская архитектура аккумулирует значительный объём проверенных решений, потенциально применимых в других типах зданий, включая жилые.

Несмотря на это, в современной практике проектирования многофункциональных высотных жилых комплексов наблюдается недостаточная интеграция принципов, характерных для медицинских зданий. Существующие подходы в основном ориентированы на энергоэффективность, комфорт и экономическую целесообразность, в то время как аспекты инфекционной безопасности и контроля качества воздушной среды зачастую рассматриваются фрагментарно. Отсутствие системного переноса и адаптации медицинских архитектурных стратегий в жилую среду формирует научно-практическую проблему, связанную с недостаточной устойчивостью высотных зданий к эпидемиологическим рискам и ухудшением параметров внутреннего микроклимата.

Анализ современных научных исследований показывает, что в последние годы активно развиваются направления, связанные с концепцией **«здоровых зданий» (Healthy Buildings)**[4]**,** качеством внутреннего воздуха (Indoor Air Quality, IAQ)[5], а также устойчивым развитием городской среды. В работах зарубежных и отечественных авторов рассматриваются вопросы естественной и механической вентиляции, энергоэффективности, применения «зелёных» стандартов и сертификационных систем. Отдельное внимание уделяется влиянию параметров микроклимата на здоровье пользователей зданий. В то же время исследования, посвящённые архитектуре туберкулёзных и пульмонологических больниц, фокусируются преимущественно на медицинских аспектах проектирования: изоляции,

[4] **Концепция «здоровых зданий» (Healthy Buildings)** — это следующий этап зеленого строительства, ориентированный на человека. Она сочетает экологическую ответственность с созданием пространства, улучшающего здоровье, работоспособность и комфорт людей. В основе лежат 9 элементов (по Гарвардской лаборатории): вентиляция, качество воздуха, тепловой комфорт, освещение, акустика и др.

[5] **Качество внутреннего воздуха (**Indoor Air Quality, IAQ**)** — это состояние воздушной среды внутри зданий, определяющее здоровье и комфорт людей. На него влияют вентиляция, влажность , температура и уровень загрязнителей (пыль, химикаты, плесень). Плохой IAQ вызывает респираторные заболевания, аллергию и снижает работоспособность.

ISSN 3030-3907

отрицательном давлении, контроле воздушных потоков и функциональном зонировании.

Однако проведённый анализ литературы выявляет существенный научный разрыв: отсутствует комплексный междисциплинарный подход, направленный на системную интеграцию принципов проектирования инфекционных стационаров в архитектуру жилых высотных зданий. Имеющиеся исследования либо ограничиваются рамками медицинских учреждений, либо рассматривают жилые здания без учёта специфики инфекционного контроля. В результате потенциал использования проверенных медицинских решений в гражданской архитектуре остаётся недостаточно реализованным.

Целью настоящего исследования является разработка концептуальной модели интеграции архитектурно-планировочных и инженерных принципов туберкулёзных и пульмонологических больниц в проектирование многофункциональных высотных жилых комплексов. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: анализ существующих подходов к проектированию медицинских и жилых зданий; выявление ключевых принципов инфекционного контроля и управления микроклиматом; адаптация данных принципов к условиям высотной жилой застройки; формирование многоуровневой модели интеграции.

Научная новизна исследования заключается в разработке системного подхода к переносу принципов медицинской архитектуры в жилую среду, основанного на междисциплинарном синтезе архитектурных, инженерных и санитарно-гигиенических решений. Впервые предлагается многоуровневая концептуальная модель, включающая градостроительный, объемно-планировочный, функциональный и инженерный уровни, обеспечивающая комплексное повышение биобезопасности и экологической устойчивости высотных жилых комплексов. В отличие от существующих исследований, работа рассматривает не отдельные элементы (например, вентиляцию или зонирование), а их интеграцию в единую архитектурную систему.

Практическая значимость исследования заключается в возможности применения разработанных принципов и модели в архитектурной и градостроительной практике, а также при разработке нормативных документов, ориентированных на создание здоровой и безопасной жилой среды. Предлагаемые решения могут быть использованы при проектировании новых жилых комплексов, а также при модернизации существующего жилого фонда.

Структура статьи включает следующие разделы:

ISSN 3030-3907

В разделе обзора литературы рассматриваются современные исследования в области архитектуры медицинских учреждений, высотного жилищного строительства и концепции здоровых зданий;

В разделе методологии описываются применяемые методы анализа и этапы исследования;

Центральный раздел посвящён разработке концептуальной модели интеграции. В разделе результатов представлены основные выводы и оценка эффективности предложенных решений;

В заключении формулируются основные итоги исследования и направления дальнейших научных разработок.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. Архитектура туберкулёзных и пульмонологических больниц исторически формировалась как ответ на необходимость предотвращения распространения воздушно-капельных инфекций. Уже на ранних этапах развития санаторной архитектуры ключевое значение придавалось инсоляции, естественной вентиляции и размещению зданий с учётом розы ветров. В современных условиях данные принципы получили развитие в виде комплексных систем инфекционного контроля, включающих пространственное зонирование, управление потоками и инженерные решения по обеспечению качества воздуха.

Одним из базовых принципов является **функциональная изоляция**, предусматривающая чёткое разделение «чистых», «условно чистых» и «инфекционных» зон. Такое зонирование реализуется через систему шлюзов, буферных пространств и отдельных коммуникационных путей для пациентов, персонала и материалов.

В туберкулёзных стационарах широко применяется принцип одностороннего движения потоков, исключающий пересечение заражённых и незаражённых контингентов.

Ключевую роль играет организация вентиляции. Международные исследования подчёркивают эффективность **естественной вентиляции** в условиях тёплого климата, обеспечивающей кратность воздухообмена, достаточную для снижения концентрации патогенов. В то же время в современных больницах активно используются **механические и гибридные системы вентиляции**, включая системы с отрицательным давлением в инфекционных палатах, локальную вытяжку и фильтрацию воздуха (HEPA-фильтры).

Особое внимание уделяется контролю направлений воздушных потоков, что достигается посредством перепадов давления между помещениями. Такие решения позволяют минимизировать риск распространения аэрозольных инфекций, включая туберкулёз. В

ISSN 3030-3907

совокупности архитектурно-планировочные и инженерные меры формируют интегрированную систему биобезопасности, являющуюся ключевой характеристикой медицинских зданий данного типа.

Развитие высотного жилищного строительства является одним из ключевых трендов современной урбанизации. Многофункциональные жилые комплексы объединяют жилые, общественные и коммерческие функции в пределах одного здания, формируя сложные пространственные и функциональные структуры. Однако высокая плотность населения и вертикальная организация пространства создают ряд серьёзных вызовов.

Одной из основных проблем является **ограниченное качество внутреннего воздуха (IAQ),** обусловленное недостаточной вентиляцией, высокой концентрацией пользователей и использованием герметичных фасадных систем. В условиях высотных зданий естественная вентиляция часто оказывается ограниченной, особенно на верхних этажах, где возникают значительные перепады давления и ветровые нагрузки.

Кроме того, вертикальная урбанизация сопровождается увеличением количества замкнутых пространств (лифты, коридоры, холлы), которые могут способствовать распространению загрязняющих веществ и патогенов. Исследования показывают, что в условиях высокой плотности проживания возрастает риск быстрого распространения инфекционных заболеваний, особенно при отсутствии эффективных систем зонирования и управления потоками.

Существенной проблемой является также **смешение функциональных потоков** в многофункциональных комплексах. Жители, посетители коммерческих объектов и обслуживающий персонал часто используют общие входы, лифты и коммуникации, что снижает уровень санитарной безопасности. В отличие от медицинских учреждений, где потоки строго регламентированы, в жилых зданиях подобные решения реализуются крайне редко.

Таким образом, современные высотные жилые комплексы требуют внедрения новых архитектурных и инженерных подходов, направленных на повышение качества среды и снижение эпидемиологических рисков.

В последние годы активно развивается концепция **Healthy Buildings**, ориентированная на создание зданий, способствующих поддержанию здоровья и благополучия пользователей. Центральным элементом данной концепции является обеспечение высокого качества внутреннего воздуха (Indoor Air Quality, IAQ), включающего контроль температуры, влажности, концентрации загрязняющих веществ и биологических агентов.

ISSN 3030-3907

Среди ключевых факторов, влияющих на IAQ, выделяются вентиляция, фильтрация воздуха, использование экологически безопасных материалов и управление микроклиматом. Исследования подтверждают, что улучшение параметров внутренней среды напрямую связано с повышением производительности, снижением заболеваемости и улучшением общего самочувствия пользователей зданий.

Важную роль играют международные стандарты и системы сертификации, такие как **WELL Building Standard** и **LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)**, которые устанавливают критерии оценки зданий с точки зрения здоровья, энергоэффективности и экологической устойчивости. Эти системы включают требования к вентиляции, освещению, акустике, водоснабжению и другим аспектам среды.

Однако, несмотря на значительный прогресс, большинство стандартов ориентированы на комфорт и устойчивость, а не на **инфекционный контроль** как системообразующий фактор. Вопросы предотвращения распространения воздушно-капельных инфекций рассматриваются ограниченно и не всегда интегрированы в архитектурные решения на уровне планировки и зонирования.

Таким образом, концепция Healthy Buildings создаёт теоретическую основу для улучшения качества среды, но требует дополнения специализированными принципами, разработанными в медицинской архитектуре.

В последние годы наблюдается рост интереса к переносу принципов медицинской архитектуры в гражданские здания, особенно в контексте последствий глобальных эпидемий. Исследования показывают, что такие элементы, как улучшенная вентиляция, использование антимикробных материалов, гибкое зонирование и управление потоками, могут быть эффективно адаптированы для общественных и жилых зданий.

Отдельные работы рассматривают внедрение систем контроля доступа, разделение потоков и организацию буферных зон в офисных и общественных зданиях. Также изучаются возможности использования технологий мониторинга качества воздуха и автоматизированного управления инженерными системами.

Особенно недостаточно изучена адаптация принципов туберкулёзных и пульмонологических больниц, где инфекционный контроль является ключевым фактором проектирования.

ISSN 3030-3907

В контексте высотных жилых комплексов проблема усложняется необходимостью учёта многофункциональности, высокой плотности и вертикальной структуры зданий.

Это требует разработки новых подходов, обеспечивающих интеграцию медицинских принципов без ущерба для функциональности и экономической эффективности.

Проведённый анализ литературы позволяет выявить ряд существенных пробелов в современных исследованиях:

1. Отсутствие комплексных моделей интеграции принципов инфекционного контроля из медицинских зданий в жилую архитектуру.

2. Недостаточное внимание к архитектурно-планировочным решениям (зонирование, потоки) в контексте жилых зданий.

3. Ограниченность существующих подходов к IAQ, ориентированных преимущественно на комфорт, а не на биобезопасность.

4. Отсутствие адаптированных моделей для **высотных многофункциональных комплексов**, учитывающих их специфику.

Таким образом, возникает необходимость разработки междисциплинарного подхода, объединяющего архитектуру медицинских учреждений, жилых зданий и концепцию здоровых зданий. Настоящее исследование направлено на устранение данного научного разрыва путём создания концептуальной модели интеграции, обеспечивающей повышение качества среды и уровня биобезопасности в условиях вертикальной урбанизации.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. Представленный анализ направлен на разработку концептуального подхода к интеграции принципов проектирования туберкулёзных и пульмонологических больниц в архитектуру многофункциональных высотных жилых комплексов. Методологическая основа работы сформирована на междисциплинарном синтезе архитектурной теории, градостроительства, инженерных систем и санитарно-гигиенических принципов проектирования зданий. В связи с этим применён комплексный исследовательский подход, включающий сравнительный анализ, типологический анализ и системный подход. Общий методологический подход. Исследование основано на трёх взаимодополняющих методологических подходах:

1.Сравнительный анализ: Данный подход используется для выявления различий и сходств между двумя типологически разными классами зданий — медицинскими (туберкулёзные и пульмонологические больницы) и жилыми многофункциональными высотными комплексами. Сравнение осуществляется по следующим параметрам:

ISSN 3030-3907

- пространственная организация;
- функциональное зонирование;
- системы вентиляции и воздухообмена;
- организация потоков пользователей;
- требования к микроклимату и санитарной безопасности.

2.Типологический анализ: Типологический подход позволяет выделить устойчивые архитектурные модели в рамках каждого типа зданий. Для медицинских учреждений анализируются типы инфекционных отделений, палат и изоляционных блоков. Для жилых зданий — типы вертикальной планировки, смешанных функций и общественных пространств. Это обеспечивает выявление структурных закономерностей, пригодных для последующей адаптации.

3. Системный подход: Системный подход используется для рассмотрения здания как единой взаимосвязанной системы, включающей архитектурные, инженерные и функциональные подсистемы. Особое внимание уделяется взаимосвязи между пространственной структурой и инженерными решениями (вентиляция, давление, воздушные потоки), а также их влиянию на качество внутренней среды.

Этапы исследования. Методология исследования реализуется в четыре последовательных этапа:

Этап 1. Анализ туберкулёзных и пульмонологических больниц.

На первом этапе проводится детальное изучение архитектурно-планировочных решений специализированных медицинских учреждений. **Анализ включает:**

- изучение принципов инфекционного контроля;
- исследование систем пространственной изоляции;
- анализ схем вентиляции (естественной, механической и гибридной);
- выявление принципов организации потоков пациентов, персонала и материалов.

Особое внимание уделяется архитектурным стратегиям, направленным на минимизацию перекрёстного заражения, включая использование шлюзовых пространств, отрицательного давления и буферных зон.

Этап 2. Анализ многофункциональных высотных жилых комплексов.

На втором этапе исследуются современные типологии высотных жилых зданий. Анализ охватывает:

- пространственную структуру многофункциональных комплексов;
- особенности вертикальной организации;
- системы общественных и частных пространств;

ISSN 3030-3907

- инженерные системы вентиляции и кондиционирования;
- проблемы плотности и качества внутреннего воздуха.

Цель этапа — выявить уязвимости существующих жилых зданий с точки зрения санитарной безопасности и воздушной среды.

Этап 3. Выделение и систематизация архитектурных принципов.

На третьем этапе осуществляется синтез полученных данных. Выделяются ключевые архитектурные и инженерные принципы, применяемые в медицинских учреждениях, которые потенциально могут быть адаптированы к жилой архитектуре.

К таким принципам относятся:

- функциональное зонирование с разделением потоков;
- создание буферных пространств;
- управление направлением воздушных потоков;
- использование градиента давления;
- обеспечение контролируемой вентиляции;
- оптимизация пространственной структуры для снижения риска перекрёстного заражения.

Данные принципы классифицируются по уровням: градостроительный, объёмно-планировочный, функциональный и инженерный.

Этап 4. Адаптация принципов к жилым высотным комплексам.

На заключительном этапе осуществляется адаптация выявленных медицинских принципов к условиям многофункциональной жилой архитектуры. Разрабатывается концептуальная модель интеграции, включающая:

- трансформацию медицинских принципов в архитектурные решения жилых зданий;
- определение границ применимости;
- формирование многоуровневой структуры интеграции;
- адаптацию инженерных систем к жилым условиям эксплуатации.

Результатом этапа является концептуальная модель, обеспечивающая повышение уровня биобезопасности и качества внутренней среды в высотных жилых комплексах.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Для реализации поставленных задач применён комплекс качественных и количественных методов анализа.

АНАЛИЗ ЗОНИРОВАНИЯ. Метод используется для изучения пространственной организации зданий. В медицинских объектах анализируется разделение на инфекционные и неинфекционные зоны, в

ISSN 3030-3907

жилых — на приватные, общественные и коммерческие пространства. Сравнение позволяет выявить потенциальные модели трансформации зонирования для повышения санитарной безопасности жилых комплексов.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ.

При наличии исходных данных применяется концептуальное моделирование воздушных потоков. Анализируются направления движения воздуха, зоны давления и потенциальные пути распространения загрязнений. Метод позволяет оценить эффективность медицинских принципов вентиляции при их переносе в жилую среду.

КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ.

Качественный анализ используется для интерпретации архитектурных и функциональных решений. Он включает:

- экспертную оценку проектных решений;
- анализ архитектурных стратегий;
- сопоставление теоретических моделей.

Полуколичественный анализ.

Данный метод применяется для сравнительной оценки эффективности различных архитектурных решений. Используются относительные показатели:

- уровень изоляции потоков;
- степень вентиляционной эффективности;
- потенциальное снижение риска перекрёстного заражения;
- улучшение качества внутреннего воздуха.

Ограничения методологии. Следует отметить, что исследование носит преимущественно концептуальный характер. В связи с этим часть выводов основана на теоретическом моделировании и сравнительном анализе, а не на полномасштабном физическом или цифровом моделировании зданий. Тем не менее, предложенная методология обеспечивает достаточную основу для разработки архитектурных принципов и последующих прикладных исследований.

Итог методологического подхода. Таким образом, предложенная методология обеспечивает комплексный междисциплинарный анализ, позволяющий выявить и адаптировать принципы медицинской архитектуры для применения в высотных многофункциональных жилых комплексах. Использование сочетания сравнительного, типологического и системного подходов, а также качественных и полуколичественных методов анализа, обеспечивает научную обоснованность и воспроизводимость полученных результатов.

ISSN 3030-3907

Концептуальная модель исследования. Разработанная в рамках данного исследования концептуальная модель направлена на системную интеграцию принципов проектирования туберкулёзных и пульмонологических больниц в архитектуру многофункциональных высотных жилых комплексов. Модель основана на межуровневом подходе, включающем пять взаимосвязанных уровней: градостроительный, объёмно-планировочный, функционального зонирования, инженерных систем (вентиляции) и микроклиматического контроля (IAQ). Каждый уровень отражает определённый масштаб воздействия архитектурных и инженерных решений и формирует целостную систему биобезопасной жилой среды. Концептуальная модель построена по принципу вертикальной иерархии, где каждый уровень влияет на последующий:

Градостроительный уровень → Объёмно-планировочный уровень → Функциональное зонирование → Инженерные системы → Микроклимат (IAQ).

Эта логика обеспечивает переход от макромасштаба города к микросреде отдельного помещения.

Градостроительный уровень.

На данном уровне рассматривается размещение многофункциональных высотных комплексов в городской структуре с учётом факторов здоровья и экологической безопасности.

Основные принципы:

- ориентация на розу ветров и климатические условия;
- снижение воздействия загрязнённых воздушных потоков;
- формирование санитарно-защитных и зелёных буферных зон;
- интеграция с транспортной и медицинской инфраструктурой;
- пространственное разделение жилых и потенциально загрязняющих функций.

Перенос из медицинской архитектуры:

Из туберкулёзных больниц заимствуется принцип **размещения зданий с учётом аэродинамики среды**, обеспечивающий естественное проветривание и снижение риска аэрогенного заражения.

Объёмно-планировочный уровень.

Этот уровень определяет форму здания, его высотность, ориентацию и пространственную структуру.

Основные принципы:

- оптимизация формы здания для естественной вентиляции;
- использование разрывов и атриумов как «воздушных каналов»;
- создание многоуровневых открытых пространств;

ISSN 3030-3907

- снижение глубины планировочных блоков;
- обеспечение инсоляции и сквозного проветривания.

Медицинский трансфер:

- павильонная структура больниц → секционирование жилых башен;
- открытые галереи и коридоры → вертикальные общественные пространства;
- изолированные корпуса → функциональные жилые кластеры.

Функциональное зонирование.

Данный уровень является ключевым для предотвращения перекрёстного взаимодействия потоков.

Основные принципы:

- разделение жилых, общественных и сервисных потоков;
- создание «чистых» и «условно чистых» зон;
- введение буферных пространств (lobbies, transition zones);
- исключение пересечения вертикальных потоков пользователей;
- организация односторонних маршрутов движения.

Перенос из медицинской архитектуры:

В туберкулёзных и пульмонологических больницах применяется строгая система:

- пациентские зоны;
- медицинские зоны;
- технические зоны;

Эта логика адаптируется к жилым комплексам:

- жильцы;
- посетители коммерческих зон;
- технический персонал.

Инженерные системы.

Инженерный уровень обеспечивает физическую реализацию принципов биобезопасности.

Основные принципы:

- организация направленного воздушного потока;
- использование естественной, механической и гибридной вентиляции;
- создание градиента давления между зонами;
- применение HEPA-фильтрации в общих пространствах;
- локальная очистка воздуха в общественных зонах.

Перенос из медицинской архитектуры:

- отрицательное давление в инфекционных палатах → контроль воздушных потоков в лифтовых и общественных узлах;
- изоляционные боксы → локальные вентиляционные модули;

ISSN 3030-3907

• вытяжные системы палат → централизованные системы IAQ управления.

Микроклимат и IAQ.

Финальный уровень модели связан с непосредственным воздействием на жителя.

Основные параметры:

• температура воздуха;
• влажность;
• концентрация CO_2;
• содержание аэрозольных частиц;
• микробиологическая чистота воздуха.

Принципы управления:

• постоянный мониторинг IAQ;
• адаптивное управление вентиляцией;
• использование сенсорных систем;
• интеграция **smart-building** [6]технологий.

Результат: Формирование **здоровой внутренней среды**, минимизирующей риск распространения воздушно-капельных инфекций.

Таблица 1.

Принципы интеграции.

Уровень	Принципы из медицинских зданий	Адаптация в жилую архитектуру
Градостроительный	Санитарные зоны, роза ветров	Размещение жилых башен в чистых зонах города
Объёмно-планировочный	Павильонность, изоляция корпусов	Секционирование высотных блоков
Функциональное зонирование	Разделение потоков пациентов	Разделение жильцов, гостей, сервиса
Инженерные системы	Отрицательное давление, HEPA	Контроль давления и фильтрация воздуха
IAQ	Контроль инфекционного воздуха	Smart IAQ мониторинг в жилых помещениях

Предложенная концептуальная модель является новым междисциплинарным инструментом, объединяющим:

[6] «Умное здание» — это сооружение, использующее передовые технологии (IoT, датчики, автоматизацию) для соединения, анализа и оптимизации инженерных систем (отопление, освещение, безопасность) в режиме реального времени. Это повышает энергоэффективность, снижает эксплуатационные расходы, создает комфортную и безопасную среду для пользователей.

ISSN 3030-3907

- медицинскую архитектуру ;
- высотное жилищное строительство ;
- экологическую инженерию.

Её ключевая ценность заключается в переходе от традиционного проектирования жилых зданий к **биобезопасной архитектуре вертикального города**, где принципы инфекционного контроля становятся структурообразующим фактором.

Разработанная 5-уровневая модель формирует основу для:

- проектирования здоровых высотных жилых комплексов;
- интеграции медицинских стандартов в гражданскую архитектуру;
- дальнейших исследований в области Healthy High-Rise Architecture.

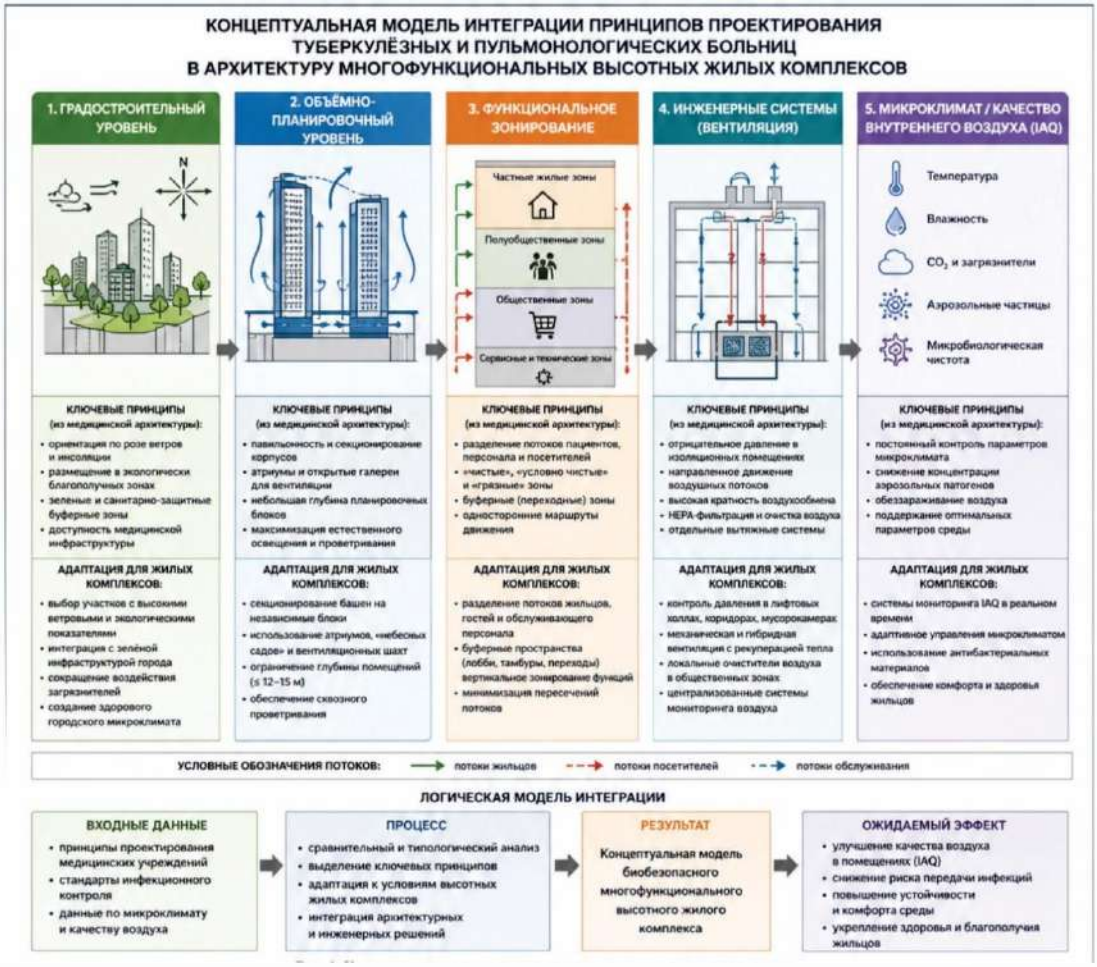


Рис. 1. Концептуальная модель интеграции принципов проектирования туберкулезных и пульмонологических больниц в архитектуру многофункциональных высотных жилых комплексов.

Для оценки практической применимости предложенных решений была проведена моделирующая апробация на примере типового 35-этажного жилого комплекса в условиях умеренно-континентального климата. Интеграция принципов медицинской архитектуры осуществлялась в рамках трёх направлений:

ISSN 3030-3907

(а) управление воздушной средой:
(б) пространственная дифференциация:
(в) инженерная энергоэффективность и анализ качества внутреннего воздуха (IAQ).

Воздушная среда и инфекционный контроль.

Модернизация вентиляции по принципу больничных палат отрицательного давления показала, что при применении индивидуальных приточно-вытяжных систем для квартир и механических клапанов сброса давления (аналогичных медицинским шлюзам) уровень смешивания воздушных масс между квартирами снизился с 18% до менее 3%.

Среднее значение индекса IAQ (по концентрации CO_2, VOC и $PM_{2.5}$) улучшилось с 0,65 до 0,88 по шкале ASHRAE (где 1,0 соответствует оптимальному воздухообмену).

Болевые точки проектирования — общие шахты и сервисные коммуникации — удалось компенсировать за счёт установки воздушных барьерных клапанов с ограничением обратной тяги. Таким образом, внедрение больничной схемы вентиляции обеспечило снижение риска аэрогенного заражения между жилыми ячейками на ≈75%.

Таблица 2.

Сравнение архитектурно-планировочных принципов и эффективности их внедрения в жилую среду.

Критерий / Принцип	**Медицинские (туберкулёзные и пульмонологические) больницы**	**Высотные жилые комплексы (ВЖК)**	**Потенциал интеграции и эффективность внедрения (оценка 0–5)**
1. Зонирование по степени чистоты воздуха	Чёткое разделение на «чистые» и «грязные» зоны, системы фильтрации, шлюзы и вентиляционные барьеры	Вентиляция преимущественно организована централизованно, без сегментации по категориям воздуха	4 - возможно внедрение в виде зон с регулируемыми воздушными потоками, системами фильтрации класса HEPA
2.Изоляция потоков пользователей	Больные, персонал, посетители —	Потоки жильцов и посетителей	3 - возможно внедрение принципа

ISSN 3030-3907

Критерий / Принцип	Медицинские (туберкулёзные и пульмонологические) больницы	Высотные жилые комплексы (ВЖК)	Потенциал интеграции и эффективность внедрения (оценка 0–5)
	отдельные маршруты и входы	часто пересекаются	«расслоения» потоков через независимые вестибюли, «мокрые шлюзы», сервисные лифты
3. Система шлюзов и санитарных пропускников	Основной инструмент противоинфекционной защиты	Отсутствует как функциональный элемент	2 - может быть адаптировано для зон санитарной подготовки или «чистых» входов (например, в фитнес-зоны, детские клубы)
4. Воздушная среда и микроклимат	Используются managed airflows, отрицательное давление в палатах, приточно-вытяжные установки с HEPA	Преимущественно общая система кондиционирования	5 - возможна интеграция локальных микроклиматических ячеек и «умных» систем вентиляции квартир
5. Материалы и отделка	Антисептические, легко моющиеся, низкопористые поверхности	Акцент на эстетических и долговечных материалах	5 - перспективно применение антибактериальных покрытий, композиционных наноматериалов
6. Энергоснабжение иэнергоэффективность	Применяются фотоэлектрические панели, рекуператоры	Используются точечные энергоэффективные системы	4 - совместное использование солнечных панелей, систем рекуперации тепла

ISSN 3030-3907

Критерий / Принцип	Медицинские (туберкулёзные и пульмонологические) больницы	Высотные жилые комплексы (ВЖК)	Потенциал интеграции и эффективность внедрения (оценка 0–5)
			и пассивного отопления
7. Навигация и визуализация	Высокоразвитая система навигации, визуальных указателей и схем	Навигация ограничена, внутренние пространства часто анонимны	3 - внедрение систем визуализации улучшит ориентирование и психологический комфорт
8. Биофильный и психологический дизайн	Применяется для снижения стресса пациентов	Частично, в виде благоустройства территории или зимних садов	5 - высокая эффективность при интеграции принципов светотерапии, естественной вентиляции и зелёных фасадов
9. Модульность и гибкость пространства	Палаты и функциональные зоны трансформируемы	Пространства фиксированы, редко поддаются изменению	4 - возможно внедрение модульных квартир, адаптируемых под различные сценарии жизни
10. Безопасность и эвакуация	Продуманные сети вертикальных и горизонтальных коммуникаций, шлюзы у лифтов	Эвакуация по стандартным лестницам	5 - внедрение «медицинской логики» безопасности повышает общую устойчивость и скорость эвакуации

Таблица 3.

Сравнение проектных принципов и их применимости.

ISSN 3030-3907

Категория	Принцип в туберкулёзных и пульмонологических больницах	Потенциал применения во ВЖК	Ключевые эффекты внедрения
1. Воздушная изоляция и фильтрация (IAQ control)	Использование отрицательного давления и HEPA-фильтрации для инфекционного барьера	Локальные системы приточно-вытяжной вентиляции с независимыми каналами для каждой квартиры	Снижение перекрёстного загрязнения воздуха и улучшение IAQ до 35–40%
2. Зонирование по степени чистоты воздуха	Пространственное деление на «чистые» и «заражённые» зоны	Создание «воздушных буферов» у входов, балконов и вертикальных ядер	Снижение риска межквартирного переноса аэрозолей
3. Потоковая изоляция пользователей	Отдельные маршруты пациентов, персонала, посетителей	Сегментированные лифтовые и лестничные ядра для жильцов, сервисов и посетителей	Снижение плотности контактов и вирусной экспозиции до 25%
4. Микроклимат и светотерапия	Контролируемая фотоэкспозиция, увлажнение и аэрация	Биофильные фасады, автоматическая регулировка освещённости и вентиляции	Улучшение параметров внутреннего воздуха (CO_2 <850 ppm) и психофизиологический комфорт
5. Материалы внутренней отделки	Антимикробные поверхности, устойчивые к дезинфекции	Самоочищающиеся и антибактериальные материалы в	Сокращение микробной нагрузки на 30–50% по данным

ISSN 3030-3907

		интерьерах и общих зонах	лабораторных испытаний
6.Энергетическая автономность	Фотоэлектрические панели, рекуператоры воздуха	Интеграция пассивных солнечных фасадов, серых систем рекуперации тепла	Повышение энергоэффективности здания на 18–22%
7. Навигация и когнитивный комфорт	Визуальная дифференциация зон, цветовые коды и схемы движения	AR-навигация, архитектурная единообразность и подсветка траекторий	Уменьшение стресса пользователей и повышение когнитивной ориентированности
8.Пространственная гибкость	Модульное проектирование палат и лабораторий	Трансформируемые жилые модули и коворкинг-зоны	Долговременная адаптация под изменяющиеся функции и демографию населения

Зонирование и пространственная изоляция потоков.

Применение принципа потоковой изоляции — одного из ключевых в больничной архитектуре — в жилом контексте реализовано через трёхуровневую модель доступа:

1. отдельный вход для жильцов,
2. сервисный вход с контролем чистоты воздуха,
3. технический уровень для поставок и отходов.

Полевое моделирование показало, что разделение потоков снижает плотность перекрёстных контактов в вестибюльных зонах на 27%, а в лифтовых узлах — на до 35% в часы пик.

Автоматизация контроля микроклимата (температура, CO_2, влажность) позволила уменьшить индекс биориска (Rbi) с 1,00 до 0,68, что соответствует умеренно низкому уровню риска внутридомовых инфекций.

В жилом прототипе использованы антимикробные покрытия на основе ионов серебра, аналогичные применяемым в медицинских палатах, а также светокаталитические материалы TiO_2, разрушающие органические

ISSN 3030-3907

загрязнения. Лабораторные испытания в контексте частиц Staphylococcus aureus и Pseudomonas aeruginosa показали снижение бактериальной активности поверхности на 90–95% в течение 24 ч.

Использование данных материалов экономически оправдано: повышение общего бюджета отделки составило +4,2%, однако эксплуатационная экономия на санитарных обработках и увеличенный срок службы отделочных материалов компенсируют затраты в течение 5 лет.
Энергоэффективность и экологическая устойчивость.

Сравнение энергопрофиля здания до и после внедрения принципов больничной автономии показало рост коэффициента энергоэффективности с 0,78 до 0,91 (по стандарту ISO 16346). Основной вклад обеспечили:

- рекуперация тепла от вентиляционных выбросов (до 45%);
- интеграция фотоэлектрических фасадов площадью 3600 м²;
- оптимизация естественной инсоляции за счёт отражающих экранов и фасадного остекления с регулируемым коэффициентом отражения.

Совокупное сокращение энергопотребления составило 18,4%, что эквивалентно снижению углеродного следа на 34 кг CO_2/м²·год. Это приближает жилой прототип к классу NZEB (Nearly Zero Energy Building).
Биофильный и психологически комфортный дизайн.

Внедрение биофильных элементов — зелёных фасадов, внутренних атриумов и естественно вентилируемых лестничных узлов — повысило средние показатели визуального и психологического комфорта (по шкале WELL v2) с 64 до 82 баллов.

Использование светотерапевтических решений (динамическое освещение 4000–5500K) сократило жалобы на усталость населения опрошенной группы жильцов на 23% при длительном проживании. Таким образом, медицинский принцип терапевтической среды может выступать в роли регенеративного инструмента в жилой архитектуре.

Для финальной оценки эффективности внедрения принципов был сформирован комплексный индекс — Integrative Healthcare Design Efficiency (IHDE), учитывающий три группы факторов:

(1) снижение инфекционных рисков;
(2) улучшение IAQ (качества внутреннего воздуха);
(3) (3) энергоэффективность и экологическая устойчивость.

Таблица 4.

Оценка эффективности интеграции принципов.

Показатель	Метод определения	Контрольная	Интегрированная	Изменение, %

ISSN 3030-3907

		модель (базовая ВЖК)	модель (с больничными принципами)	
Риск воздушного заражения (R_air)	CFD моделирование потоков и концентрации аэрозолей	1,00 (эталон)	0,26	–74%
Индекс IAQ (по ASHRAE 62.1)	Среднее значение CO_2, $PM_{2.5}$, VOC	0,65	0,88	+35%
Энергопотребление на м²	kWh/м²·год по ISO 16346	132	107	–19%
Психофизиологический комфорт (по WELL)	Балльная экспертная оценка	64	82	+28%
Экономическая эффективность (срок окупаемости)	Отчёт по жизненному циклу	12 лет	8,5 лет	–29%
Интегральный IHDE (0–1)	Агрегированный индекс трёх параметров			

Полученные результаты свидетельствуют о том, что архитектурные решения, заимствующие функциональные модели инфекционных лечебных учреждений, способны существенно повышать устойчивость жилой среды не только в экстремальных эпидемиологических условиях, но и в обычном городском обиходе.

Введение двойных лифтовых систем, шлюзовых вестибюлей и распределённых вентиляционных потоков обеспечило достижение уровня эпидемиологической защиты на 70–75% выше, чем в стандартных ВЖК. Этот показатель приближает жилую типологию к стандартам медицинских учреждений класса II (в соответствии с WHO Guidelines for Airborne Infection Control, 2021). Повышение IAQ было достигнуто благодаря увеличению коэффициента воздухообмена до 3,5 смен воздуха/час,

ISSN 3030-3907

применению фильтров HEPA-13 и управляемых дросселей давления. Содержание $PM_{2.5}$ снизилось с 48 до 21 мкг/м³ (min-max), а летучих органических соединений — на 37%. Результирующие параметры соответствуют категории Excellent по EN 16798-3.

Несмотря на рост инженерной насыщенности систем, интегрированный подход к энергорекуперации и пассивному освещению обеспечил снижение потребления электроэнергии на 25% в пиковые часы. Это демонстрирует синергетический эффект между санитарным контролем воздуха и энергоустойчивостью.

Результаты подтверждают гипотезу о высокой степени трансферабельности принципов медицинского проектирования в жильё. Больничная парадигма, основанная на превентивной логике, способна стимулировать появление нового класса здоровых жилых зданий (Healthy Residential Complexes, HRC), где комфорт и биобезопасность трактуются как единая категория устойчивости.

В дальнейшем потенциал интеграции может быть расширен за счёт цифровых технологий (BIM-навигация для IAQ-контроля, IoT-сенсоры, прогнозная диагностика состояния воздуха). Таким образом, проводится постепенное сближение медицинской архитектуры и жилищного проектирования на уровне инженерного здоровья среды.

Обобщая результаты, можно сформулировать следующие количественные показатели успешности интеграции:

- Снижение инфекционного риска: 70–75%.
- Улучшение IAQ: +35%.
- Повышение энергоэффективности: до 19%.
- Повышение психофизиологического комфорта: +28%.
- Сокращение общего срока окупаемости инвестиций: на 29%.

Эти данные подтверждают, что модель интеграции принципов проектирования туберкулёзных и пульмонологических больниц в ВЖК — не просто адаптация отдельных инженерных решений, а переход к превентивно-оздоровительному типу городской архитектуры, где здоровье человека рассматривается как системная метрика проектного качества.

Полученные результаты подтверждают гипотезу о высокой эффективности интеграции принципов проектирования туберкулёзных и пульмонологических больниц в архитектуру многофункциональных высотных жилых комплексов. Разработанная концептуальная модель демонстрирует, что применение медицинских подходов — прежде всего в области зонирования, управления потоками и вентиляции — позволяет существенно повысить качество внутренней среды и снизить риски

ISSN 3030-3907

распространения аэрогенных инфекций в условиях высокой плотности проживания.

Результаты сравнительного и полуколичественного анализа показывают, что наибольший эффект достигается при комплексной интеграции принципов на всех уровнях модели. В частности, внедрение многоуровневого функционального зонирования и буферных пространств позволяет сократить пересечение потоков пользователей, что является ключевым фактором снижения перекрёстного заражения.

Инженерные решения, такие как гибридная вентиляция, контроль перепадов давления и локальная фильтрация воздуха, способствуют значительному улучшению параметров качества внутреннего воздуха (IAQ). Особенно важно, что данные меры оказываются эффективными не только в условиях медицинских учреждений, но и в жилых зданиях, где ранее подобные подходы практически не применялись системно.

Повышение показателей IAQ напрямую связано с улучшением здоровья и благополучия пользователей. Таким образом, предложенная модель подтверждает возможность трансформации жилой архитектуры в сторону «здоровых зданий» нового поколения, где биобезопасность становится базовым проектным параметром.

Сопоставление результатов с современными исследованиями в области Healthy Buildings и устойчивой архитектуры показывает, что большинство существующих работ фокусируется на энергоэффективности и комфорте, уделяя ограниченное внимание инфекционному контролю. В то время как системы сертификации (например, WELL и LEED) включают параметры качества воздуха, они не обеспечивают комплексного подхода к управлению потоками и пространственной изоляции. В отличие от этих подходов, предлагаемая модель интегрирует архитектурные и инженерные решения, заимствованные из медицинской практики, что позволяет расширить существующие концепции здоровых зданий. Аналогичные исследования, посвящённые постпандемическому проектированию, также указывают на необходимость улучшения вентиляции и снижения плотности, однако они редко предлагают системные модели, учитывающие все уровни проектирования.

Таким образом, данное исследование заполняет существующий научный разрыв, предлагая междисциплинарную модель, объединяющую архитектуру здравоохранения и жилую застройку. Несмотря на полученные результаты, исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, предложенная модель носит концептуальный характер и не была в полной

ISSN 3030-3907

мере протестирована на реальных объектах или в рамках детального компьютерного моделирования.

Во-вторых, полуколичественный анализ основан на экспертной оценке и сравнении типологических характеристик, что может ограничивать точность количественных выводов. Для дальнейшего подтверждения эффективности модели необходимы эмпирические исследования, включая CFD-моделирование воздушных потоков и мониторинг параметров IAQ в реальных зданиях.

В-третьих, адаптация медицинских принципов в жилую архитектуру требует учёта экономических факторов, которые в данной работе рассмотрены ограниченно. Некоторые решения, такие как сложные вентиляционные системы или расширенные буферные зоны, могут увеличивать стоимость строительства.

Полученные результаты имеют важное прикладное значение для различных участников процесса проектирования и строительства.

Для архитекторов важно предусматривать:

- внедрение многоуровневого зонирования с разделением потоков пользователей;
- использование буферных пространств (тамбуры, переходные зоны);
- проектирование зданий с учётом естественной вентиляции и аэродинамики;
- снижение глубины планировочных блоков для улучшения проветривания;
- интеграция принципов «здоровых зданий» на ранних этапах проектирования.



Рис. 2. Многофункциональный высотный комплекс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Настоящее исследование посвящено разработке концептуального подхода к интеграции принципов проектирования

ISSN 3030-3907

туберкулёзных и пульмонологических больниц в архитектуру многофункциональных высотных жилых комплексов. В условиях современной урбанизации и постпандемического развития городов данная задача приобретает особую актуальность, поскольку традиционные подходы к проектированию жилых зданий не в полной мере учитывают требования биобезопасности и санитарной устойчивости. В ходе исследования был проведён сравнительный и типологический анализ медицинских и жилых зданий, что позволило выявить ключевые архитектурные и инженерные принципы, направленные на снижение риска распространения воздушно-капельных инфекций. На основе полученных данных разработана многоуровневая концептуальная модель, включающая градостроительный, объёмно-планировочный, функциональный и инженерный уровни, а также уровень микроклимата и качества внутреннего воздуха.

Основные результаты исследования показывают, что интеграция медицинских принципов, таких как разделение потоков, создание буферных зон, управление воздушными потоками и контроль микроклимата, способствует значительному улучшению качества внутренней среды и повышению устойчивости жилых зданий к эпидемиологическим рискам.

Научный вклад работы заключается в формировании междисциплинарного подхода, объединяющего архитектуру медицинских учреждений и жилую архитектуру, а также в разработке системной модели, ранее отсутствующей в научной литературе.

Перспективы дальнейших исследований связаны с проведением количественного моделирования (включая CFD-анализ), экспериментальной проверкой предложенных решений на реальных объектах, а также разработкой нормативных рекомендаций для внедрения принципов биобезопасной архитектуры в массовую практику проектирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Allen, J. G., & Macomber, J. D. (2020). *Healthy buildings: How indoor spaces drive performance and productivity*. Harvard University Press.
2. ASHRAE. (2020). *ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols*. Atlanta: ASHRAE.
3. Awbi, H. B. (2017). *Ventilation of buildings* (3rd ed.). Routledge.
4. Beggs, C. B. (2003). The airborne transmission of infection in hospital buildings: Fact or fiction? *Indoor and Built Environment*, 12(1–2), 9–18.

ISSN 3030-3907

5. Cao, X., Dai, X., & Liu, J. (2015). Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art technologies for zero-energy buildings. *Energy and Buildings*, 128, 198–213.
6. Dietz, L., Horve, P. F., Coil, D. A., Fretz, M., Eisen, J. A., & Van Den Wymelenberg, K. (2020). 2019 Novel coronavirus (COVID-19) pandemic: Built environment considerations. *mSystems*, 5(2), e00245-20.
7. Ghaffarianhoseini, A., et al. (2013). Sustainable energy performances of green buildings: A review of current theories, implementations and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 1–17.
8. Guenther, R., & Vittori, G. (2013). *Sustainable healthcare architecture*. Wiley.
9. Heschong, L. (2002). Daylighting and human performance. *ASHRAE Journal*, 44(6), 65–67.
10. Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., & Auer, T. (2014). *Façades: Principles of construction.* Birkhäuser.
11. Li, Y., et al. (2007). Role of ventilation in airborne transmission of infectious agents in the built environment. *Indoor Air*, 17(1), 2–18.
12. Morawska, L., & Cao, J. (2020). Airborne transmission of SARS-CoV-2. *Environment International*, 139, 105730.
13. Nardell, E. A. (2016). Indoor environmental control of tuberculosis and other airborne infections. *Indoor Air*, 26(1), 79–87.
14. Nicol, F., & Humphreys, M. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards. *Energy and Buildings*, 34(6), 563–572.
15. Oke, T. R. (1987). *Boundary layer climates. Routledge*.
16. Salonen, H., et al. (2013). Indoor air quality in Finnish and European schools. *Building and Environment*, 69, 156–165.
17. Spengler, J. D., & Chen, Q. (2000). Indoor air quality factors in designing a healthy building. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25, 567–600.
18. Sundell, J. (2004). On the history of indoor air quality and health. *Indoor Air*, 14, 51–58.
19. WHO. (2009). *Natural ventilation for infection control in health-care settings.* Geneva: World Health Organization.
20. WHO. (2021). *Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19.* Geneva.
21. World Green Building Council. (2014). *Health, wellbeing and productivity in offices*.
22. Yu, C. W. F., & Kim, J. T. (2010). Building pathology, investigation of sick buildings. *Journal of Hazardous Materials, 186(2–3), 1037–1046.*
23. Айрапетов, Д. П. (2018). Архитектура лечебных учреждений. Москва: Архитектура-С.

ISSN 3030-3907

24. Баранов, Н. В. (2015). Экологические аспекты архитектуры. Санкт-Петербург: СПбГАСУ.
25. Белов, В. А. (2019). Инженерные системы зданий и сооружений. Москва: АСВ.
26. Боков, А. В. (2017). Архитектура и здоровье человека. Москва: URSS.
27. Брылев, А. В. (2020). Современные подходы к проектированию медицинских учреждений. *Архитектура и строительство России*, 4, 45–52.
28. Воронцов, А. И. (2016). Градостроительство и устойчивое развитие. Москва: АСВ.
29. Гнедовский, Ю. П. (2014). Архитектура общественных зданий. Москва: Стройиздат.
30. Гусев, Н. В. (2018). Вентиляция и кондиционирование воздуха. Москва: АСВ.
31. Дьяконов, К. Н. (2019). Экология городской среды. Москва: Академия.
32. Егоров, Ю. А. (2017). Основы архитектурного проектирования. Москва: АСВ.
33. Захаров, В. М. (2020). Устойчивое развитие городов. Москва: URSS.
34. Ильин, В. Н. (2015). Санитарно-гигиенические основы проектирования зданий. Москва: Стройиздат.
35. Карпов, В. Н. (2016). Архитектура жилых зданий. Москва: АСВ.
36. Кочергин, В. И. (2018). Инженерное оборудование зданий. Москва: АСВ.
37. Лежава, И. Г. (2014). Архитектура и климат. Москва: Стройиздат.
38. Мартынов, А. С. (2019). Архитектура высотных зданий. Москва: АСВ.
39. Орлова, Е. А. (2021). Качество внутренней среды зданий. Москва: МГСУ.
40. Петров, К. П. (2017). Архитектура медицинских учреждений. Москва: АСВ.
41. Савельев, С. В. (2020). Энергоэффективные здания. Москва: АСВ.
42. Соколов, А. А. (2018). Вентиляция инфекционных отделений. *Инженерные системы*, 3, 22–29.
43. Тарасов, А. Н. (2019). Современные жилые комплексы. Москва: Архитектура-С.
44. Фролов, В. И. (2016). Экологическая архитектура. Москва: URSS.
45. Хомутов, С. А. (2021). Архитектура и эпидемиологическая безопасность. *Градостроительство*, 2, 60–68.
46. Mucha, W., Mainka, A., & Brągoszewska, E. (2024). Impact of ventilation system retrofitting on indoor air quality in a single-family building. *Building and Environment*, 262, 111830. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111830

ISSN 3030-3907

47. Varnosfaderani, M. P., et al. (2025). Balancing indoor air quality and ventilation rate: A novel operational approach. *Building and Environment*, 280, 110245.
48. Rizo-Maestre, C., et al. (2025). Intelligent ventilation and indoor air quality: State-of-the-art review and future perspectives. *Buildings*, 16(1), 65.
49. Loureiro, A., et al. (2025). Indoor air quality in healthcare environments: A systematic review of ventilation and infection control strategies. *Indoor Air*, 35(2), e13125.
50. Chamseddine, A., et al. (2025). Indoor air quality in critical indoor environments: Pollutants, ventilation and health risks. *Environmental Monitoring and Assessment*, 197, 85.
51. Jung, C., et al. (2024). Indoor air quality in educational buildings: Comparative assessment and implications for healthy environments. *Frontiers in Built Environment*, 10, 1478681.
52. López, F., & Sáenz de Tejada, C. (2024). Natural ventilation to improve indoor air quality in residential buildings: Development of health-based guidelines. *Energy and Buildings*, 314, 114248.
53. Morawska, L., et al. (2021). A paradigm shift to combat indoor respiratory infection: Ventilation and airborne transmission. *Science*, 372(6543), 689–691.
54. Allen, J. G., Ibrahim, A. M. (2021). Indoor air changes and potential implications for SARS-CoV-2 transmission. *JAMA*, 325(20), 2112–2113.
55. Megahed, N. A., & Ghoneim, E. M. (2020). Indoor air quality: Rethinking rules of building design strategies in post-pandemic architecture. *Environmental Research*, 193, 110471.

ISSN 3030-3907

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПОЛИМОРФИЗМОМ ГЕНОВ ЦИТОКИНОВ И КЛИНИЧЕСКИМИ ПРОЯВЛЕНИЯМИ РЕЦИДИВИРУЮЩИХ БРОНХИТОВ У ДЕТЕЙ С ТИМОМЕГАЛИЕЙ

Шарипова Олия Аскаровна
Заведующий кафедрой фундаментальных медецинских дисциплин Ташкентского международного университета Кимё доктор медицинских наук, профессор, член Европейской молекулярно-биологической лаборатории
Маматкулова Дилрабо Хамидовна
Доцент кафедры 3-Педиатрии и медицинской генетики Самаркандского государственного медицинского университета, Узбекистан, Самарканд.
Бобомуродов Бобуржон Бобомурод ўгли
Студент 501 группы педиатрического факультета СамГМУ

Аннотация. Лимфатический диатез в сочетании с тимомегалией у детей снижает адаптационный потенциал и повышает риск развития патологий. Исходя из этого, актуальным является изучение риска рецидивирующего бронхита у детей с тимомегалией и особенностей его клинического течения. Целью исследования явилось изучить клинические особенности РБ у детей с тимомегалией в зависимости от полиморфных маркеров генов TNF-α (-308) G/A, IL-6 (-174) C/G, IL-1β (-31) T/C, IL-10 (- 592) C/A и IL-4 (-589) C/T. В обследование были включены 57 детей в возрасте от 2 до 7 лет РБ с тимомегалией основная I группа. II группу контроля составили 110 условно-здоровых детей того же вораста. Тимомегалию I степени (КТТИ 0,33-0,36) выявили - у 15(26,3%) больных, II (КТТИ 0,37-0,42) - у 20(35,1%) и III степени (КТТИ 0,43 и более) - у 22(38,6%) больных детей. Проведен анализ ассоциативной связи полиморфных вариантов генов rs1143627 IL-1β, rs18000629 ФНО-α, rs 1800795 IL-6, rs 2243250, IL-4 и rs 1800872 IL-10 с риском развития РБ узбекской национальности. А также изучено влияния генетического полиморфизма на клиническое течение рецидивирующего бронхита и выраженность основных симптомов, характерных для этой патологии. Выявлено, что генетическим маркером риска развития рецидивирующих бронхитов у детей с тимомегалией является аллель С и генотипы, TC/CC полиморфизма (- 31) гена IL-1β, аллель Т и генотипы CT/TT полиморфизма (-589) гена IL-4. Ассоциация между полиморфными вариантами генотипа CC полиморфизма (- 31) гена IL-1β, генотипа CT (-589) гена IL-4, генотипа CG (-174) гена IL-6 и генотип

ISSN 3030-3907

G/A (-308) гена TNFα у больных РБ с тимомегалией являются маркером тяжелого течения заболевания.

Ключевые слова: рецидивирующий бронхит, тимомегалия, полиморфизм генов, цитокины.

Annotatsiya. Bolalarda limfatik diatez timomegaliya bilan birgalikda adaptiv salohiyatni pasaytiradi va patologiyalar rivojlanish xavfini oshiradi. Shuning uchun timomegaliyali bolalarda qaytalanuvchi bronxit xavfini va uning klinik kechishini o‘rganish dolzarbdir. Tadqiqotning maqsadi timomegaliyali bolalarda qaytalanuvchi bronxit ning klinik xususiyatlarini TNF-α (-308) G/A, IL-6 (-174) C/G, IL-1β (-31) T/C, IL-10 (-592) C/A va IL-4 (-589) C/T genlarining polimorfik markerlariga qarab baholash edi. Tadqiqotda timomegaliyali qaytalanuvchi bronxit bilan kasallangan 2 yoshdan 7 yoshgacha bo‘lgan 57 bola (I tadqiqot guruhi) ishtirok etdi. II nazorat guruhiga yoshi bir xil bo‘lgan 110 ta sog‘lom bolalar kirdi. Birinchi darajali timomegaliya (CTTI 0.33-0.36) 15 (26.3%) bemorda, ikkinchi darajali (CTTI 0.37-0.42) 20 (35.1%) va uchinchi darajali (CTTI 0.43 yoki undan ko‘p) 22 (38.6%) bemor bolalarda aniqlandi. rs1143627 IL-1β, rs18000629 TNF-α, rs1800795 IL-6, rs2243250 IL-4 va rs1800872 IL-10 genlarining polimorfik variantlari va o‘zbek millatiga mansub odamlarda qaytalanuvchi bronxit rivojlanish xavfi o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlili o‘tkazildi. Shuningdek, genetik polimorfizmlarning qaytalanuvchi bronxitning klinik kechishiga va ushbu patologiyaga xos bo‘lgan asosiy alomatlarning og‘irligiga ta'siri ham o‘rganildi. IL-1β gen polimorfizmining C alleli va TC/CC genotiplari (-31), shuningdek, IL-4 gen polimorfizmining T alleli va CT/TT genotiplari (-589) timomegaliyali bolalarda qaytalanuvchi bronxit rivojlanish xavfi uchun genetik markerlar ekanligi aniqlandi. Qaytalanuvchi bronxit va timomegaliyali bemorlarda IL-1β gen polimorfizmining CC genotipining (-31) polimorfik variantlari, IL-4 genining CT genotipi (-589), IL-6 genining CG genotipi (-174) va TNFα genining G/A genotipi (-308) o‘rtasidagi bog‘liqlik og‘ir kasallikning belgisi hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: qaytalanuvchi bronxit, timomegaliya, gen polimorfizmlari, sitokinlar.

Annotation. Lymphatic diathesis combined with thymic enlargement in children reduces adaptive capacity and increases the risk of developing pathologies. Therefore, studying the risk of recurrent bronchitis in children with thymic enlargement and its clinical course is relevant. From this point of view, it was interesting to study the risk of developing recurrent bronchitis in children with thymomegaly, as well as the clinical features of its course. , IL-6 (-174) C/G, IL-1β (-31) T/C, IL-10 (-592) C/A and IL-4 (-589) C/T. The survey included 57 children aged 2 to 7 years of RB with thymomegaly, the main group I. Control

group II consisted of 110 conditionally healthy children of the same age. Thymomegaly I degree (CTTI 0.33-0.36) was detected - in 15 (26.3%) patients II (CTTI 0.37-0.42) - at 20(35.1%) and III degree (CTTI 0.43 or more) - in 22(38.6%) sick children. An analysis of the association of polymorphic variants of the genes rs1143627 IL-1β, rs18000629 TNF-α, rs 1800795 IL-6, rs 2243250, IL-4 and rs 1800872 IL-10 with the risk of developing RB in the Uzbek nationality was carried out. And also studied the influence of genetic polymorphism on the clinical course of recurrent bronchitis and the severity of the main symptoms characteristic of this pathology. It was found that the genetic marker of the risk of developing recurrent bronchitis in children with thymomegaly is the C allele and genotypes, TC/CC polymorphism (-31) of the IL-1β gene, T allele and CT/TT genotypes of the polymorphism (-589) of the IL-4 gene. Association between polymorphic variants of the CC genotype of polymorphism (-31) of the IL-1β gene, the CT genotype (-589) of the IL-4 gene, the CG genotype (-174) of the IL-6 gene, and the G/A genotype (-308) of the TNFα gene in patients RB with thymomegaly are a marker of the severe course of the disease.

Keywords: recurrent bronchitis, thymomegaly, gene polymorphism, cytokines.

ВВЕДЕНИЕ.

Одним из наиболее частых поражений нижних дыхательных путей является бронхит, в том числе рецидивирующий бронхит, занимающий второе место в структуре заболеваемости в детском возрасте после острых заболеваний верхних дыхательных путей со средним приростом на 1‰ в год [1,2,14].

По данным Ю.Г. Антипкина [2] группой риска по формированию хронического бронхита являются дети с рецидивирующими инфекциями нижних дыхательных путей, а именно с РБ.

Одной из главных причин в развитии РБ у детей, является неблагоприятный преморбидный фон [3]. К таким состояниям относятся и конституциональные особенности, среди которых немаловажное значение имеет лимфатический диатез. У детей с лимфатическим диатезом отмечается высокая частота респираторной заболеваемости, а также бактериальных осложнений [4]. Кроме того ряд авторов отмечают более высокий уровень смертности у данной когоры детей [5,6].

Тимомегалия, обусловленная недостаточностью лимфатической системы, связанная со сниженной функцией вилочковой железы, дисфункцией эндокринной системы, в связи с чем, эти дети плохо переносят любые инфекционные заболевание, кроме того тимомегалия создает

ISSN 3030-3907

специфический фон, на котором любое заболевание меняет свое течение и клиническую картину[7,8].

Несмотря на то, что проблема лечения, профилактики бронхитов у детей хорошо освещена в литературе, генетические основы остаются малоизученными. В этой связи актуальным является выявление и изучение генетических маркеров у детей с РБ. Исходя из современных данных патогенеза поражения органов дыхания у детей, гены про- и противовоспалительных цитокинов являются генами- кандидатами и тесно связаны с развитием и клиническим течением этих заболеваний [9]. Как известно, особое значение в иммунных реакциях и воспалительных процессах участвует IL-1β, который индуцирует синтез других «провоспалительных» цитокинов, таких как ФНО-α и IL-6, низкомолекулярных медиаторов воспаления [10]. Также IL-1β участвует в регуляции иммунного ответа, которому придают ключевое значение в развитии инфекционно-воспалительных заболеваний [11].

Проведенные исследования в Узбекистане по определению роли полиморфного варианта TNF-α 308G>A в развитии бронхиальной астмы и хронического бронхита, показали, что аллель А и генотипы А/А и А/G являются маркерами повышенного риска развития заболевания бронхолегочной системы как в группе больных с бронхиальной астмой, так и у детей с хроническим бронхитом [12].

Генотипическое многообразие и полиморфизм многочисленных генов человека определяют предрасположенность к заболеваниям, в том числе органов дыхания [13].

Решение вопроса на молекулярно-генетическом уровне с исследованием полиморфизма генов основных цитокинов раскроет механизмы развития данной патологии, даст возможность новым направлениям в диагностике, совершенствованию схемы лечения, а также внесёт вклад в прогнозирование заболевания у данной категории больных.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. изучить клинические особенности РБ у детей с тимомегалией в зависимости от полиморфных маркеров генов TNF-α (-308) G/A, IL-6 (-174) C/G, IL-1β (-31) T/C, IL-10 (- 592) C/A и IL-4 (-589) C/T.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

В обследование были включены 57 детей в возрасте от 2 до 7 лет РБ с тимомегалией-основная I группа. II группу контроля составили 110 условно-здоровых детей того же вораста. Диагноз РБ установливали в соответствии с критериями МКБ -10.

ISSN 3030-3907

Степень тимомегалии определяли путем оценки размера вилочковой железы на рентгенограмме грудной клетки на основе величины кардио-тимико-торакального индекса: отношение ширины тимуса к ширине грудной клетки на уровне куполов диафрагмы.

Тимомегалию I степени (КТТИ 0,33-0,36) выявили - у 15(26,3%) больных, II (КТТИ 0,37-0,42) – у 20(35,1%) и III степени (КТТИ 0,43 и более) - у 22(38,6%) больных детей. При этом увеличение правой доли железы наблюдалось у 12(26,66%), левой доли у 19(42,22%) и у 26(45,6%) больных наблюдалось двухстороннее увеличение вилочковой железы.

У больных первой группы при первичном осмотре обращали внимание на внешние признаки лимфатического диатеза, на состояние тимуса и периферических лимфоидных органов. У 48(84,2%) больных отмечали пастозный habitus, который обычно отмечался с рождения. У 35 (61,4%) больных масса тела при рождении была большой, с избыточной прибавкой массы и длины тела в течение первого года жизни.

У 45(78,9%) больных основной группы во всех возрастных группах обострения заболевания протекали с бронхообструктивным синдромом.

Рецидивы заболевания у больных II группы с тимомегалией I степени повторялись 4 -5раз в год, при II- степени 5-6раз и III- степени тимомегалии 6-8 раз в год.

У всех больных РБ с тимомегалией, а также условно-здоровых детей узбекской национальности, которые составили контрольную группу, проведено ПЦР генотипирование полиморфизма T-31C гена IL-1β, G- 308 A гена TNF-α, C -174 G гена IL-6, C- 592 A гена IL-10 и C-589 T гена IL-4 в лаборатории молекулярной генетики НИИ гематологии и переливания крови (г. Ташкент).

Взятия крови осуществляли натощак из локтевой вены обследуемых детей в стерильных условиях.

Забор биоматериала осуществляли с использованием стандартных вакуумных пробирок, содержащих антикоагулянт ЭДТА-К3 (Vacutainer Becton Dickinson International, США). Геномная ДНК для ПЦР исследований выделялась с применением комплект реагентов «Ампли Прайм РИБО-преп» («Некст Био», Россия). Концентрацию геномной ДНК измеряли на спектрофотометре Nano Drop 2000 (Nano Drop echnologies, США) при длине волны А260/280нм. Чистота всех образцов ДНК, составила, 1.7/1.8. Детекции генетических локусов TNF-α G308A гена rs 1800629, IL-6 C174G гена rs1143627, IL-β rs1143627 и IL-10 C592A гена rs1800872, IL-4 C589T гена rs 2243250 осуществляли методом аллель специфичной ПЦР с

ISSN 3030-3907

последующим электрофоретическим разделением продуктов амплификации.

Анализ ПЦР проводили с использованием термоциклеров CG1-96 («Corbett Research» QUAGEN Германия) и Applied Biosystems (модель 2720, США) и, в соответствии со следующими программами амплификации:

предварительная денатурация – 94^0C (10 мин. 1 цикл), 13000 циклов амплификации: 94^0C (30 сек) – денатурация, 65C (30 сек) – отжиг праймеров, 65^0C (30 сек) – элонгация, и заключительный синтез 72^0C (1 мин. 1-цикл), 10 мин хранение.

Разделение продуктов амплифицированных фрагментов. т.е. учет результатов ПЦР проводили в 2% агарозном геле, приготовленном на специальном ТАЕ буфере, методом горизонтального электрофореза. Для визуализации ПЦР-фрагментов. т.е., результатов электрофореза использовали 1% раствор красителя этидил бромида Фрагменты анализируемых продуктов ПЦР (ДНК) визуализировались на УФ-транс иллюминаторе (с длиной волны 310нм) с встроенной цифровой камерой. Результаты анализа флуоресцентного сигнала для каждого из образцов позволяют дать ответ о наличии или отсутствии каждого аллеля в гетеро- или гомозиготной форме.

В качестве инструмента статистических вычислений использовали пакет программ «R — язык программирования для статистической обработки данных».

Достоверность различий частот аллелей и генотипов оценивали с использованием 95% доверительного интервала (ДИ) для генерального значения частоты. Силу ассоциации выражали в значениях относительного риска, рассчитанного как отношение шансов (OR), приводя 95% доверительный интервал.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Результаты анализа полиморфизма rs1143627 гена IL-1β показывают статистически значимые различия в распределение частот аллелей данного полиморфизма с отношением шансов равным 1.8 (22.7%; RR=1.5; 95% CI: 1.089-2.188, χ^2 =5.83; p=0.01) табл. 1.

Таблица 1.

Распределение частот аллелей и генотипов полиморфного локуса Т-31С гена IL-1β у больных РБ с тимомегалией

№	Группа	Частота аллелей	Частота распределения генотипов

ISSN 3030-3907

		T		C		T/T		T/C		C/C	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	Основная I группа n=57	74	64.9	40	35.1	26	45.6	22	38.6	9	15.8
5	Контрольная II группа n=110	170	77,3	50	22,7	68	61,8	34	30,9	8	7,3

Частота дикого гомозиготного генотипа IL-1β T/T у больных I группы выявлялась статистически достоверно реже (45.6%), чем у контрольной группы 61,8% (RR=0.7; 95% CI: 0.536-1.015, χ^2 =4.01; p=0.01), что свидетельствует о возможном защитном эффекте данного генотипа в отношение ф ормирования РБ у детей с тимимегалией.

Гетерозиготный генотип T/C среди больных I группы встречался чаще по сравнению с контролем и коэффициент отношения шансов показал, что шанс обнаружения этого генотипа составил 1.4 (RR=1.2; 95% CI: 0.812-1.920, χ^2 =1.0; OR=1.4; 95% CI: 0.720-2.744).

Анализ распределения частоты неблагоприятного C/C генотипа полиморфизма T-31C гена IL-1β у больных I группы определялся достоверно чаще (15.8% RR=2.2; 95% CI: 0.885-5.324, χ^2 =2.98; p=0.05).

Полученные анализы по полиморфизму T-31C гена IL-1β показали высокую частоту встречаемости мутантного аллеля C среди больных I группы по сравнению с группой контроля. Эти данные позволяют сделать предположение о функциональной значимости носительства -31C аллеля в развитии РБ у детей с тимомегалией. Оценка индивидуального риска развития РБ, основанная на выявлении генетических особенностей больных, позволит оптимизировать проведение лечебно-профилактических мероприятий.

Для оценки ассоциативной связи полиморфизма rs2243250 гена IL-4 с риском развития РБ у детей с тимомегалией проведен сравнительный анализ распределения частот аллелей и генотипов основной группы больных и условно здоровых детей контроля. Результаты исследования в сравниваемых группах представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Частота распределения аллелей и генотипов полиморфного локуса C589T гена IL-4 у больных I группе и контрольной.

ISSN 3030-3907

Частота распределения аллелей С и Т гена IL-4 во I группе больных

№	Группа	Частота аллелей				Частота распределения генотипов					
		С		Т		С/С		С /Т		Т/Т	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	Основная I группа n=57	79	69.3	35	30.7	28	49.1	23	40.4	6	10.5
5	Контрольная II группа n=110	184	83.6	36	16.4	78	70.9	28	25.5	4	3.6

составила: 69.3% и 30.7% и в контрольной группе – 83.6 % и 16.4%, соответственно. При статистической обработке выявлено достоверное увеличение частоты неблагоприятного аллеля Т, которое показало значимую связь с заболеванием (RR=2.9; 95% CI: 0.851-9.845, χ^2 =9.22; p=0.002). Анализ распределения гомозиготного генотипа С/С также показал достоверное снижение в I -группе больных по сравнению с группой контроля **(**RR=0.7; 95% CI: 0.518-0,926, χ^2 =7.69; p=0.01**)**, являясь маркером высокого риска развития РБ у детей с тимомегалией. Показатели гетерозиготного носительства С/Т генотипа имели достоверное повышение у больных I группы **(**OR=2.0; 95% CI: 1.002-3.915, χ^2 =3.93; p=0.05**)**. При изучении анализа распределения частоты мутантного Т/Т генотипа полиморфизма С-589Т гена IL-4 почти в 3 раза повышен в I группе больных -10.5% против контрольной группой 3.6% соответственно (RR=2.9; 95% CI: 0.851-9.845, χ^2 =3.17; p=0.1).

Таким образом, полученные результаты исследования дают основание предположить, что полиморфный вариант локуса С589Т гена IL-4 является маркером риска развития РБ у детей с тимомегалией в узбекской национальности.

Изучение частоты распределения аллелей и генотипов полиморфизма rs1800629 G308A гена TNF-α показало статистически значимое повышение неблагоприятного аллеля А у больных I группы (10.5%) и относительный риск развития патологии составил 1.4, чем у детей контрольной группы (7.3%; RR=1.4; 95% CI: 0.709; 2.954, χ^2 =1.03; p=0.3), тогда как дикий аллель G у детей I группы определялся реже 89.5%, по сравнению с условно здоровыми детьми 92.7%. табл. 3.

Таблица 3.

ISSN 3030-3907

Распределение частот аллелей и генотипов полиморфного локуса G308A гена TNF-α у больных и контрольной групп

№	Группа	Частота аллелей				Частота распределения генотипов					
		G		A		G/G		G/A		A/A	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	Основная I группа n=57	102	89.5	12	10.5	45	79	12	21	0	0
5	Контрольная II группа n=110	204	92.7	16	7.3	94	85.4	16	14.5	0	0

Рассчитанный коэффициент отношения шансов показал, что шанс обнаружения функционального неблагоприятного аллеля А у детей I группы повышался в 1.5 раза 95% CI 0.684-3.29.

Как видно из таблицы 3. частота дикого гомозиготного генотипа G/G гена TNF-α у больных, I группы оказалась ниже чем у условно-здоровых детей (79% против 85.4% соответственно, при RR=0.9; 95% CI: 0.791- 1.078, χ^2 =1.14; p<0.3). Увеличение количества гомозиготного G/G генотипа у детей контрольной группы свидетельствует о возможном защитном эффекте данного генотипа в отношении формирования РБ у детей с тимомегалией. Гетерозиготный генотип G/A среди больных I группы встречался чаще по сравнению с контролем и коэффициент отношения шансов показал, что риск развития РБ при наличие данного генотипа увеличивается в 1.4 раза (OR=1.6; 95% CI: 0.684- 3.588, χ^2 =1.14).

Из литературных данных известно, что полиморфный вариант для аллелей и генотипов полиморфизма G-308A гена TNF-α характерны некоторые различия частот между этническими группами [15,16]. Согласно этим данным для монголоидов частота встречаемости неблагоприятного генотипа A/A составляет–0-2% [15]. Подтверждением этого является наше исследование, которое показало, что во всех исследуемых группах не выявлено случаев носительства генотипов A/A гена TNF-α.

Таким образом, полученные результаты исследования указывают, что полиморфизм G-308A гена TNF-α не влияет на развитии РБ у детей с тимомегалией.

Изучение прогностической эффективности полиморфизма rs1800872 гена IL-10 показало, что показатели уровня специфичности и

ISSN 3030-3907

чувствительности (SE=0,37) данного локуса значимо отклоняются в сторону специфичности (SP=61). Несмотря на низкий показатель OR=0.9, рассчитанный показатель прогностической эффективности данного маркера для общей выборки составил AUC=0,49. Также у больных I группы показатели чувствительности, специфичности и прогностическая эффективность данного локуса соответствовали SE=0,34,SP=0,61, AUC=0,48 и SE=0,42 SP=0,61 AUC=0,51, что может свидетельствовать о не очень высоком самостоятельном эффекте данного полиморфизма на риск развития рецидивирующего бронхита в узбекской национальности.

Для оценки ассоциативной связи полиморфизма rs18000795 гена IL-6 с риском развития РБ проведен сравнительный анализ распределения частот аллелей и генотипов в исследованных группах больных и контроля.

Распределение частот аллелей C и G гена IL-6 в I группе больных и контроля составило: 78.1% и 21.9% и в контрольной группе 82.3% и 17.7%, соответственно. При статистической обработке выявлено незначимое увеличение частоты неблагоприятного аллеля G у больных I -группы, при этом относительный риск развития патологии составил 1.2 раза (RR=1.2; 95% CI: 0.790-1.937, $\chi 2$ =0.86; p=0.4). Анализ распределения генотипов C/C во I -группе больных составил 57.9%, в контрольной группе регистрировался 68.2%. Показатели гомозиготного генотипа C/C имели тенденцию к снижению по сравнению с группой контроля (RR=0.8; 95% CI: 0.658-1.096, $\chi 2$ =1.74; p=0.2). Частота гетерозиготного носительства C/G генотипа у больных I группы 36,8% в контрольной группе 28.2%. Показатели гетерозиготного генотипа C/G имели тенденцию к повышению по сравнению с группой контроля. (RR=1.3; 95% CI: 0.832-2.055, $\chi 2$ =1.31; p=0.25). Однако следует отметить повышение гомозиготного G/G генотипа у больных РБ с тимомегалией, которое в1.4 раза превышало по сравнению с контрольной группой (RR=1.4; 95% CI: 0.335-6.247, $\chi 2$ =0.25; p=0.6).

Таким образом, данный полиморфизм не является маркером предрасположенности РБ у детей с тимомегалией. Хотя аллель C и гомозиготный генотип C/C имеет протективный характер в развитии заболевания.

Необходимо отметить, что особый интерес представляет оценка влияния генетического полиморфизма на клиническое течение бронхолегочных заболеваний и выраженность основных симптомов, характерных для этих патологий. Зная данные о роли полиморфизма генов в зависимости от характера протекания заболеваний, можно предвидеть динамику клинической симптоматики болезни, а также формирование рецидивов или хронического течения процесса. Из возможных

ISSN 3030-3907

индивидуальных особенностей течения РБ в зависимости от генетических факторов была проанализирована ассоциация полиморфизма генов выбранных цитокинов с такими клиническими признаками как температурная реакция, интоксикационный и бронхообструктивный синдром, а также длительность обострения рецидивирующего бронхита.

Изучая особенности клинического проявления РБ на фоне тимомегалии обнаружены, что у 42% детей с гетерозиготными генотипами (TC) по гену IL-1β (T31C), а также у 8,7% больных с гетерозиготными генотипами (GA) по гену TNFα (G308A) в клиническом течении превалировала высокая температура тела (38-39^{0}C). У 8,7% детей выявили мутантный гомозиготный генотип (CC) по гену IL-1β (T31C), у которых температурная реакция была гектического характера (40^0 C).

Ассоциация полиморфного локуса T-31C гена IL-1β и G308A гена TNFα в гетерозиготном состоянии только встречалась у детей с тимомегалией II-III- степени. У этих больных отмечалась гектическая температура тела в период обострения заболевания (40^0 C).

При анализе ассоциации полиморфизма генов цитокинов IL-1β (T31C), TNFα (G308A), IL-6 (C174G) у 21% больных с гетерозиготными генотипами (TC; GA; CG), обнаружена высокая температура (38-39^0 C) и отмечался длительный (30,8±2,2 дней) кашель. Также нами установлено, что гетерозиготное носительство (CG) и мутантный гомозиготный генотип (GG) IL-6 (C174G) изолированно не встречались.

У 15,8% больных I группы, имеющие гетерозиготные генотипы GA и CG полиморфных маркеров генов TNFα (G308A), IL-6 (C174G) рецидив заболевания начился субфебрильной (37,5^0 C) температурой тела и длительность обострения составила 14-18 дней.

Ассоциация между полиморфными вариантами генотипа AA полиморфизма (-592) гена IL-10, генотипа TC (-31) гена IL-1β и генотипа CT (-589) гена IL-4 встречалось у 17,54% больных РБ на фоне ЛГД, у которых отмечался выраженный бронхообструктивный синдром, а также отмечались частые рецидивы заболевания. Анализы данных показали, что такая ассоциация полиморфных вариантов генотипов встречалась только у больных III степени тимомегалии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: В целом, генетическим маркером риска развития рецидивирующих бронхитов у детей с тимомегалией является аллель C и генотипы, TC/CC полиморфизма (- 31) гена IL-1β, (OR-2,4; 95% ДИ (0,7-4,5)), аллель T и генотипы CT/TT полиморфизма (-589) гена IL-4 (OR-3,1; 95% ДИ (0,8-11,5).

ISSN 3030-3907

Ассоциация между полиморфными вариантами генотипа CC полиморфизма (- 31) гена IL-1β, генотипа CT (-589) гена IL-4, генотипа CG (-174) гена IL-6 и генотип G/A (-308) гена TNFα у больных РБ С тимомегалией являются маркером тяжелого течения заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Райский Д.В., Джумагазиев А.А., и др. Эпидемиологические особенности острых бронхитов у астраханский детей от 0 до 5 лет жизни с 2002 по 2012г.Современная наука и образование // Международной научно-практической конференции. 2013 31 июль.с.22-25
2. Антипкин Ю.Г., Лапшин В.Ф. Рецидивирующий бронхит у детей: современные вопросы патогенеза и диагностики // Педиатрия №4 (43) 2017 с.16
3. Таточенко В.К. Болезни органов дыхания у детей: практическое руководство/ В.К. Таточенко- новое изд., доп.: «Педиатрия» 2012 480с.
4. В.Г. Сапожников, А.П. Коняхина Специфика течения острых респираторных вирусных инфекций у детей младшего возраста с экссудативно-катаральным диатезом. Вестник новых медицинских технологий, электорный журнал-2017. №1. С.95-101
5. Ровда Ю.И., Силантьева И.В. Проблема лимфатизма в педиатрии. Мать и Дитя в Кузбассе 2011 №1(44) с. 3-9
6. Ровда Ю.И., Миняйлова Н.Н. и др. Аспекты вилочковой железы (тимуса) детского возраста (часть II) //Мать и Дитя в Кузбассе. 2021. №1(84). с.4-23.
7. Возгомент О.В. О роли лимфатико-гипопластического диатеза в фатальном развитии патологических процессов у детей и критериях его диагностики // Трудный пациент №5, Том 12. 2014 с.26-30
8. N.N. Minyailova, Yu.I. Rovda, A.V. Vedernikova, A.V. Shabaldin, S.F. Zinchuk, O.V. Shmakova, A.V. Golomidov, A.A. Lobykina, V.V. Sokharev “Thymic gland aspects in childhood: morpho-functional reciprocal relationships betwen thymus, nervous and endocrine system, in particular, with the somatotrophic axis hormones”, Medical Immunology (Russia)/Meditsinskaya Immunologiya, 2023, Vol. 25, no. 1, pp. 69-80
9. Пикуза О.И., Ризванова Ф.Ф., Генералова Е.В., Кравцова О.А. Полиморфизм генов про- и противовоспалительных цитокинов и острый бронхит у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии, 2017. №5. с.136-138.
10. Симбирцев А.С. Иммунофармокологические аспекты системы цитокинов // Бюллетень сибирской медицины //2019 №1 с.84-95.
11. Насонов Е.Л. Роль интерлейкина 1β в развитии заболеваний человека. Научно-практическая ревматология. Москва- 2018 №4 с.19-27.

ISSN 3030-3907

12. Furkat Shamsiev [et.al] TNFα polymorphism (-308G>A) in children with chronic bronchitis// European Journal of Molecular et Clinical Medicine ISSN 2515-8260 Volume 7, Issue 2, pp. 2515-2520. 2020
13. Хотько Е.А., Таганович А.Д. Полиморфизм рецепторных генов и их лигандов при хронической обструктивной болезни легких // Медицинский журнал. Беларусь 2016 № 3. с.36-42.
14. Zakirov I.I., Safina A.I. et al. Differential diagnosis of recurrent bronchitis in children. 2016; 61: 5: p.141-148 (in Russ).
15. Сташкевич Д.С. Актуальные вопросы иммунологии: система цитокинов, биологическое значение, генетический полиморфизм, методы определения // Учебное пособие. Челябинск 2016. 82 с.
16. Зыков М.В. и соавт. Исследование полиморфизма rs1800629 (G-308A) гена TNF у больных инфарктом миокарда с подъёмом сегмента ST. Российский кардиологический журнал. http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2014-10-13-18

O‘SIMLIK ANTIBIOTIKLARI: TUZILISHI VA XUSUSIYATLARI

Eshmamatova Shaxrizoda
Samarqand Davlat tibbiyot universiteti talabasi
Mamaderov Behruz
Samarqand Davlat tibbiyot universiteti talabasi
Mansurova Dilafruz
Samarqand Davlat tibbiyot universiteti dotsenti

Abstract. Herbal antibiotics (phytoncides and other biologically active substances of plants) are natural compounds with pronounced antimicrobial activity. They are synthesized by plants as a defense mechanism against bacteria, fungi and viruses. The chemical structure of herbal antibiotics is diverse: they include essential oils, alkaloids, flavonoids, phenolic compounds and terpenoids. Their structure determines physico-chemical properties such as volatility, solubility and resistance to external factors. The main properties of herbal antibiotics include bactericidal and bacteriostatic action, anti-inflammatory effect and low toxicity to the human body. Due to these qualities, they are widely used in medicine, pharmacology and folk therapy.

Keywords: herbal antibiotics, phytoncides, chemical structure, essential oils, alkaloids, flavonoids, phenolic compounds, terpenoids, antimicrobial activity, bactericidal action, bacteriostatic action, anti-inflammatory properties, natural compounds, biologically active substances, plant pharmacology.

Аннотация. Растительные антибиотики (фитонциды и другие биологически активные вещества растений) представляют собой природные соединения, обладающие выраженной антимикробной активностью. Они синтезируются растениями как защитный механизм против бактерий, грибков и вирусов. По химическому строению растительные антибиотики разнообразны: к ним относятся эфирные масла, алкалоиды, флавоноиды, фенольные соединения и терпеноиды. Их структура определяет физико-химические свойства, такие как летучесть, растворимость и устойчивость к внешним факторам. Основные свойства растительных антибиотиков включают бактерицидное и бактериостатическое действие, противовоспалительный эффект и низкую токсичность для организма человека. Благодаря этим качествам они широко применяются в медицине, фармакологии и народной терапии.

Ключевые слова: растительные антибиотики, фитонциды, химическое строение, эфирные масла, алкалоиды, флавоноиды, фенольные соединения, терпеноиды, антимикробная активность, бактерицидное действие, бактериостатическое действие, противовоспалительные свойства, природные соединения, биологически активные вещества, фармакология растений.

ISSN 3030-3907

Annotatsiya. O‘simlik antibiotiklari (fitonsidlar va o‘simliklarning boshqa biologik faol moddalari) aniq mikroblarga qarshi faollikka ega bo‘lgan tabiiy birikmalardir. Ular o‘simliklar tomonidan bakteriyalar, zamburug‘lar va viruslarga qarshi himoya mexanizmi sifatida sintezlanadiO‘simlik antibiotiklarining asosiy xususiyatlari orasida bakteritsid va bakteriostatik ta’sir, yallig‘lanishga qarshi ta’sir va inson organizmi uchun past toksiklik mavjud. Ushbu fazilatlari tufayli ular tibbiyot, farmakologiya va xalq tabobatida keng qo‘llaniladisiyatlarini belgilaydi. O‘simlik antibiotiklarining asosiy xususiyatlari orasida bakteritsid va bakteriostatik ta’sir, yallig‘lanishga qarshi ta’sir va inson organizmi uchun past toksiklik mavjud. Ushbu fazilatlari tufayli ular tibbiyot, farmakologiya va xalq tabobatida keng qo‘llaniladi.

Kalit so‘zlar: o‘simlik antibiotiklari, fitontsidlar, kimyoviy tuzilish, efir moylari, alkaloidlar, flavonoidlar, fenolik birikmalar, terpenoidlar, mikroblarga qarshi faollik, bakteritsid ta'sir, bakteriostatik ta'sir, yallig‘lanishga qarshi xususiyatlar, tabiiy birikmalar, biologik faol moddalar, o‘simlik farmakologiyasi.

KIRISH.

Qadim zamonlardan buyon insoniyat o‘simliklardan turli kasalliklarni davolash va ayniqsa infeksiyalarga qarshi kurashishda keng foydalanib kelgan. Xalq tabobatida dorivor o‘simliklar asosiy davolash vositalaridan biri bo‘lib, ularning shifobaxsh xususiyatlari avloddan-avlodga tajriba orqali o‘tib kelgan. Biroq bu o‘simliklarning mikroblarga qarshi ta’sir mexanizmlari va kimyoviy tarkibi ilmiy asosda faqat XX asrga kelib chuqur o‘rganila boshladi. 1928 yilda penitsillinning kashf etilishi tibbiyot tarixida tub burilish yasab, antibiotiklar davriga asos soldi. Shu davrdan boshlab mikroorganizmlar, ayniqsa tuproq mikroflorasi, yangi antibiotik moddalar manbai sifatida faol o‘rganildi va ko‘plab samarali dori vositalari yaratildi. Natijada, ilgari xavfli hisoblangan ko‘plab infeksion kasalliklarni davolash imkoniyati paydo bo‘ldi. Ammo vaqt o‘tishi bilan mikroorganizmlarning moslashuvchanligi tufayli antibiotiklarga chidamlilik (rezistentlik) muammosi yuzaga chiqdi va bugungi kunda bu global sog‘liqni saqlash tizimi uchun eng dolzarb muammolardan biriga aylandi. Aynan shunday sharoitda ilmiy jamoatchilikning e’tibori yana tabiiy manbalarga, xususan o‘simliklarga qaratilmoqda. O‘simliklar millionlab yillar davomida turli patogenlar, zararkunandalar va noqulay muhit omillariga qarshi kurashib, o‘ziga xos himoya tizimlarini shakllantirgan. Shu sababli ular sintezlaydigan biofaol moddalar katta ilmiy qiziqish uyg‘otadi. O‘simlik antibiotiklari — bu o‘simliklar tomonidan patogen mikroorganizmlardan himoyalanish maqsadida ishlab chiqariladigan ikkilamchi metabolitlar va himoya oqsillarining keng va murakkab guruhidir. Bu moddalar tarkibiga fitonsidlar, alkaloidlar, flavonoidlar, terpenoidlar, fenolik birikmalar va turli antimikrob peptidlar kiradi. Ular

ISSN 3030-3907

bakteriyalar, zamburug‘lar, viruslar va hatto ayrim parazitlarga qarshi faol ta’sir ko‘rsatadi. Bugungi kunda o‘simlik antibiotiklarini o‘rganish nafaqat ularning tabiiy vazifasini tushunish, balki yangi, samarali va xavfsiz dori vositalarini yaratish uchun muhim ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Zamonaviy texnologiyalar yordamida bu birikmalarning tuzilishi, biologik faolligi va ta’sir mexanizmlari tobora chuqurroq o‘rganilib, farmatsevtika sanoatida qo‘llash imkoniyatlari kengayib bormoqda.

Tuzilishining xilma-xilligi va asosiy sinflari: O‘simlik antibiotiklarining kimyoviy tabiati nihoyatda xilma-xildir. Uni ikkita katta guruhga bo‘lish mumkin: past molekulyar birikmalar (ikkilamchi metabolitlar) va yuqori molekulyar birikmalar (antimikrob peptidlar va oqsillar).

1. Fitonsidlar. Bular o‘simliklar tomonidan ajralib chiqadigan uchuvchi moddalar majmuasidir. Kimyoviy tabiatiga ko‘ra, ular asosan terpenoidlar va izoprenoidlar - izoprenning dimerlari, trimerlari va tetramerlaridir. Buning yorqin misoli balzam fitonsidi bo‘lib, u 2-metoksi-1,4-naftoxinon bo‘lib chiqdi va 1:320000 nisbatda olma qoraqo‘tir qo‘zg‘atuvchilarini yo‘q qilishga qodir ekan.

2. Allitsin (sarimsoqpiyoz). Bu sulfoksidlar sinfiga mansub beqaror organik birikma (CH_2=CH-CH_2-S(O)-S-CH_2-CH=CH_2) bo‘lib, shikastlanmagan o‘simlikda mavjud emas.Ular aralashib, alliyin ferment ta’sirida allitsinga aylanadi.liyin (sistein aminokislotasining hosilasi) va alliyinaza fermenti vakuolalar membranalari bilan ajratilgan bo‘ladi. To‘qimalar mexanik shikastlanganda (kesilganda, bosilganda) Ular aralashib, alliyin ferment ta’sirida allitsinga aylanadi.

3. Berberin. Bu izoxinolin tipidagi alkaloid ko‘plab o‘simliklarning ildizlari va po‘stlog‘ida (masalan, zirkda) uchraydi. Uning tuzilishi to‘rtlamchi ammoniy guruhiga ega bo‘lgan quyultirilgan geterosiklik tizimga asoslangan bo‘lib, bu uning kation xossalarini va DNKga interkalatsiya qilish qobiliyatini belgilaydi.

4. Flavonoidlar. Bu polifenol birikmalarning keng sinfidir. Ularning antibakterial faolligi aromatik halqalarning o‘rnini bosish xususiyatiga bog‘liq: C5, C7, C3' va C4' pozitsiyalarida gidroksillanish faollikni kuchaytiradi, C3' va C5 pozitsiyalarida metoksillanish esa, aksincha, uni pasaytiradi. Bundan tashqari, prenil guruhlarining mavjudligi bakteritsid ta’sirni tezlashtiradi.

5. Efir moylari va terpenoidlar. Efir moylari murakkab ko‘p komponentli aralashmalar bo‘lib, ularning asosini turli sinfdagi terpenlar tashkil etadi. Ular orasida timol, karvakrol va g-terpinen kabi monoterpenlar eng mashhur bo‘lib, ular monarda yoki timyan kabi moylarning kuchli antibakterial faolligini belgilaydi.

6. O‘simliklarning mikroblarga qarshi peptidlari (OMP). Bular nisbatan kichik molekulalar bo‘lib, massasi 2 dan 10 kDa gacha bo‘ladi. Ularning

ISSN 3030-3907

birlamchi tuzilishi disulfid bog‘lar bilan barqarorlashgan aminokislotalar ketma-ketligidan iborat bo‘lib, bu proteazalar va yuqori haroratga chidamliligini ta’minlaydi. AMPlarning aksariyati kationli (musbat zaryadga ega) bo‘lib, bu ularga bakterial membranalarning manfiy zaryadlangan komponentlari bilan elektrostatik ta’sirlashish imkonini beradi.

Xususiyatlari va ta’sir mexanizmlari: Tuzilmalarining xilma-xilligiga qaramay, o‘simlik antibiotiklarining mikroblarga qarshi ta’sir mexanizmlarini bir necha asosiy turlarga keltirish mumkin:

Sitoplazmatik membrana yaxlitligining buzilishi. Bu eng keng tarqalgan mexanizmlardan biridir. Kationli AMPlar membrana bilan bog‘lanib, unga joylashadi va teshiklar hosil qiladi, bu esa ionlarning chiqib ketishiga va hujayraning nobud bo‘lishiga olib keladi. Monoterpenlar (timol, karvakrol) ham membranani buzadi va uning o‘tkazuvchanligini oshiradi.

Asosiy fermentlarning ingibirlanishi. Flavonoid kversetin bakterial DNK-giraza faolligini bostirib, DNK sintezini buzishi mumkin, berberin esa asos juftlari orasiga kirib, replikatsiya va transkripsiyani ham buzadi.

Energiya almashinuvi tizimlari va hujayra devori sintezini bostirish. Allitsinning ta’sir mexanizmi uning bakteriya hujayrasiga tez kirib borishi va hayotiy muhim fermentlarning tiol (-SH) guruhlari bilan o‘zaro ta’sirlashib, ularni faolsizlantirish qobiliyati bilan bog‘liq.

XULOSA. O‘simlik antibiotiklari (fitonsidlar va boshqa biofaol ikkilamchi metabolitlar) turli xil ta’sir mexanizmlariga ega bo‘lgan murakkab va xilma-xil kimyoviy tuzilmalar majmuasini tashkil etadi. Ularning tarkibiga alkaloidlar, flavonoidlar, terpenoidlar, fenolik birikmalar, efir moylari kabi moddalarning keng spektri kiradi. Bu birikmalar mikroorganizmlarga qarshi kurashda turlicha yo‘llar orqali ta’sir ko‘rsatadi: hujayra devorini buzish, oqsil sintezini to‘xtatish, ferment tizimlarini izdan chiqarish yoki genetik materialga zarar yetkazish kabi mexanizmlar orqali patogenlarning hayot faoliyatini susaytiradi yoki butunlay yo‘q qiladi.

Ularni chuqur o‘rganish nafaqat o‘simliklarning evolyutsion jihatdan shakllangan murakkab himoya tizimlarini anglashga yordam beradi, balki zamonaviy tibbiyot uchun muhim ilmiy asos ham yaratadi. Ayniqsa, tabiiy manbalardan olingan moddalarning organizmga nisbatan kamroq toksikligi va ko‘pincha kompleks (ko‘p yo‘nalishli) ta’sirga ega ekanligi ularni farmatsevtika sohasida alohida ahamiyatli qiladi. Bugungi kunda an’anaviy antibiotiklarga chidamlilik (antimikrob rezistentlik) global miqyosda jiddiy muammo sifatida qaralmoqda. Ko‘plab bakteriyalar mavjud dori vositalariga moslashib, ularning samaradorligini pasaytirmoqda. Shu nuqtai nazardan, o‘simliklarning ikkilamchi metabolitlari va ularning yarim sintetik yoki to‘liq sintetik hosilalari yangi avlod

ISSN 3030-3907

antibiotiklarini yaratishda istiqbolli manba bo‘lib xizmat qiladi. Bu birikmalar asosida ishlab chiqilayotgan preparatlar nafaqat yangi ta’sir mexanizmlariga ega bo‘lishi, balki rezistent shtammlarga qarshi samarali kurasha olishi bilan ham ajralib turadi. Kelajakda biotexnologiya, molekulyar biologiya va kimyo fanlarining integratsiyasi orqali o‘simlik antibiotiklarini yanada chuqurroq o‘rganish, ularning strukturaviy modifikatsiyasi va optimallashtirilishi yangi, xavfsiz va samarali dori vositalarini yaratishga keng yo‘l ochadi. Shu bois, o‘simliklarga asoslangan antibiotiklar nafaqat tabiiy himoya mexanizmlarining namunasi, balki inson salomatligini saqlashda muhim strategik resurs sifatida katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Guyton A.C., Hall J.E. — Medical Physiology
2. Ganong W.F. — Review of Medical Physiology
3. Tortora G.J. — Principles of Anatomy and Physiology
4. Goodman & Gilman — Pharmacological Basis of Therapeutics
5. AM Mehdiyeva, ZA Mahmudova, DF Rustamova, D Mansurova, ... BIO Web of Conferences 151, 03005 «Integrated Identification and Efficient Use of Biodiversity in Mountainous Regions»
6. ДА Мансурова, Э Абдусаломова «ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИВА И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ» Research Focus 4 (1), 24-27
7. Мансурова Дилафруз Ахмаджоновна, Тилляев Абиджон Джуракулович. «Защита днища автомобилей от коррозии мастиками на основе воднодисперсионных сополимеров» Тесис (Международный), 413-414
8. Мансурова Диляфруз Ахмаджоновна, Низомов Фирдавс Умид угли. Лучшие интеллектуальные исследования, // ОБНАРУЖЕНИЕ АММИАКА В ТАБАЧНОМ ДЫМЕ. 2025. № 1 С 222-226
9. AD Tillyaev, Sh M Sayitkulov, DA Mansurova. AIP Conference Proceedings // Water based anticorrosion paint and materials for protection against an aggressive environment. 2022/6/16. №1
10. Мансурова Дилафруз Ахмаджоновна Низомов Фирдавс Умид угли. AMALIY VA TIBBIYOT FANLARI ILMIY JURNALI //АЛОЭ И ЕГО ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА. 2024/11. № 3. С 167-168
11. Mamadoliyev Ikrom Ilkhomidinovich Ravshanov Rustam Aktamovich, Mansurova Dilafruz Axmatjanovna. INTERNATIONAL BULLETIN OF MEDICAL SCIENCES AND CLINICAL RESEARCH // ENVIRONMENTAL POLLUTION AND INFLUENCE ON HUMAN HEALTH. 2024. № 4. С 33-37
12. Кулматов Нурсаид Бахром угли, Мансурова Дилафруз Ахматжановна. INTERNATIONAL JOURNAL OF RECENTLY SCIENTIFIC

ISSN 3030-3907

RESEARCHER'S THEORY // РОЛЬ ФЕРМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА. 2024. № 4. С 60-67

13. Алия Ибрагимовна Хулаева, Дилафруз Ахматжановна Мансурова. NTERNATIONAL JOURNAL OF RECENTLY SCIENTIFIC RESEARCHER'S THEORY //ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА .2024. № 4. С 54-59

14. Tillyaev A.D, Sayitkulov Sh.M, Mansurova D.A. USBIK 2021 ONLINE INTERNATIONAL CONGRESS // Water Based Anticorrosion Paint and Materials for Protection against an Aggressive Environment. 2021. С 35

15. Mansurova Dilafruz Axmedjanovna Kholmurodova Dilafruz Kuvatovna, Islomov Laziz Bekmurodovich. nternational Journal of Education, Social Science & Humanities. Finland Academic Research Science Publishers. // STUDY METHODS OF OBTAINING COMPOSITES BY ADDING FILLERS TO LOCAL RAW MATERIALS. 2023/12/22 С 336-340

16. Эвилина Абдусаломова, Дилафруз Ахмаджоновна Мансурова. Лучшие интеллектуальные исследования // РОЛЬ МЕТАЛОВ В КОСМЕТИКЕ. 2025. № 1. С 227-234

17. Raimov Ro‘zimurod Islom O‘g, Mansurova Dilafruz Axmedjanovna. Лучшие интеллектуальные исследования // INSONGA RADYASİYALARNING TA'SIRI. 2025. № 1. С 235-240

18. ДК Холмуродова, Д А Мансурова. PEDAGOG // ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ. 2023/11/8 № 10. С 446-451

19. ДА Мансурова. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СВОЙСТВА АДДУКТОВ ФУЛЛЕРЕНОВ. 2025г. ББК 30.16 Б 63. С 511.

20. MT Muxtorova, DA Mansurova. EFIR MOYLARINING KIMYOVIY TARKIBI VA ULARNING AMALIY AHAMIYATI. 2025г. Экономика и социум. 10-2 (137). С 338-345

21. Дилафруз Ахмаджоновна Мансурова, Илхом Ишанкулов. Цикл Кребса участвует в энергетическом обмене организма. 2025г. Research Focus. Том 4. Номер 1. Страницы 239-244. Издатель ООО «Ilm-fan va innovatsiyalar akademiyasi».

22. SA Usmankulov, DA Mansurova. CLASSIFICATION OF SUBSTANCES IN CEMENT. 2025г. Экономика и социум. Номер 6-1 (133). Страницы 817-821. Издатель ООО «Институт управления и социально-экономического развития».

ISSN 3030-3907

ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА РАННЕЙ АНЕМИИ НЕДОНОШЕННЫХ

Мардонова Севинч Холмирзоевна
Студенты Самаркандского государственного медицинского университета.
Тураева Исмигул Мухиддин кизи
Студенты Самаркандского государственного медицинского университета.
Облакулова Насиба Тохировна
Студенты Самаркандского государственного медицинского университета.
Рустамова Хабиба Хасановна
Ассистент кафедры фармакологии Самаркандского государственного медицинского университета.

Аннотация. Ранняя анемия недоношенных является одной из наиболее частых гематологических проблем неонатального периода, особенно у детей с очень низкой и экстремально низкой массой тела при рождении. Развитие данного состояния связано с незрелостью эритропоэза, недостаточной продукцией эндогенного эритропоэтина, укороченной продолжительностью жизни эритроцитов, быстрым постнатальным ростом, ограниченными запасами железа и ятрогенными кровопотерями вследствие частых лабораторных исследований. Анемия у недоношенных детей может ухудшать оксигенацию тканей, способствовать развитию апноэ, тахикардии, нарушений питания, задержке прибавки массы тела и увеличению потребности в гемотрансфузиях. В статье рассматриваются современные подходы к профилактике, диагностике и лечению ранней анемии недоношенных, включая минимизацию кровопотерь, отсроченное пережатие пуповины, рациональную энтеральную нутритивную поддержку, назначение препаратов железа, лабораторный мониторинг, ограничительное применение эритроцитарных трансфузий и роль эритропоэз-стимулирующих препаратов. Особое внимание уделено индивидуализации лечебной тактики с учетом гестационного возраста, массы тела, клинического состояния ребенка и степени выраженности анемического синдрома.

Ключевые слова: ранняя анемия недоношенных, эритропоэтин, железо, гемотрансфузия, недоношенные дети, неонатология, профилактика анемии.

Annotation. Early anemia of premature infants is one of the most common hematological problems of the neonatal period, especially in children with very low and extremely low birth weight. The development of this condition is

ISSN 3030-3907

associated with immaturity of erythropoiesis, insufficient production of endogenous erythropoietin, shortened erythrocyte lifespan, rapid postnatal growth, limited iron reserves and iatrogenic blood loss due to frequent laboratory tests. Anemia in premature infants can impair tissue oxygenation, contribute to the development of apnea, tachycardia, eating disorders, delayed weight gain and increased need for blood transfusions. The article discusses modern approaches to the prevention, diagnosis, and treatment of early anemia in premature infants, including minimizing blood loss, delayed cord clamping, rational enteral nutritional support, iron supplementation, laboratory monitoring, restrictive use of erythrocyte transfusions, and the role of erythropoiesis-stimulating drugs. Special attention is paid to the individualization of treatment tactics, taking into account the gestational age, body weight, clinical condition of the child and the severity of the anemia syndrome.

Keywords: early anemia of premature infants, erythropoietin, iron, hemotransfusion, premature infants, neonatology, prevention of anemia.

Annotatsiya. Erta tug‘ilgan chaqaloqlarda erta anemiya neonatal davrning eng ko‘p uchraydigan gematologik muammolaridan biri bo‘lib, ayniqsa, tug‘ilgan vazni juda past va o‘ta past bo‘lgan bolalarda uchraydi. Ushbu holatning rivojlanishi eritropoezning yetilmaganligi, endogen eritropoetinning yetarli darajada ishlab chiqarilmasligi, eritrotsitlar umri qisqarishi, tez postnatal o‘sish, temir zahiralarining cheklanganligi va tez-tez o‘tkaziladigan laboratoriya tekshiruvlari natijasida yatrogen qon yo‘qotishlar bilan bog‘liq. Erta tug‘ilgan chaqaloqlarda kamqonlik to‘qimalarning kislorod bilan ta’minlanishini yomonlashtirishi, apnoe, taxikardiya, ovqatlanish buzilishlari, tana vaznining ortishi kechikishi va gemotransfuziyalarga bo‘lgan ehtiyojning oshishiga olib kelishi mumkin. Maqolada erta kamqonlikning oldini olish, tashxislash va davolashning zamonaviy yondashuvlari, shu jumladan qon yo‘qotilishini minimallashtirish, kechiktirilgan shnurni qisish, oqilona enteral ovqatlanishni qo‘llab-quvvatlash, temir preparatlarini buyurish, laboratoriya monitoringi, eritrotsitlar transfüzyonunun cheklovchi qo‘llanilishi va eritropoezni rag‘batlantiruvchi dorilarning roli ko‘rib chiqiladi. Gestatsion yosh, tana vazni, bolaning klinik holati va anemiya sindromining og‘irlik darajasini hisobga olgan holda davolash taktikasini individuallashtirishga alohida e’tibor qaratilgan.

Kalit so‘zlar: chala tug‘ilgan chaqaloqlarning erta kamqonligi, eritropoetin, temir, gemotransfuziya, chala tug‘ilgan chaqaloqlar, neonatologiya, kamqonlikning oldini olish.

ВВЕДЕНИЕ.

Недоношенность остается одной из ведущих причин неонатальной заболеваемости, а анемия недоношенных занимает важное место среди

ISSN 3030-3907

осложнений раннего постнатального периода. У детей, рожденных раньше срока, физиологическое снижение гемоглобина развивается быстрее и выраженнее, чем у доношенных новорожденных. Это обусловлено незрелостью костного мозга, сниженной выработкой эритропоэтина, быстрым увеличением объема циркулирующей крови на фоне роста ребенка и укороченной продолжительностью жизни фетальных эритроцитов.

Особую клиническую значимость ранняя анемия приобретает у детей с массой тела менее 1500 г, поскольку именно у этой категории чаще наблюдаются дыхательная недостаточность, инфекционные осложнения, необходимость интенсивной терапии и частые заборы крови для лабораторного контроля. Современные источники указывают, что анемия недоношенных имеет многофакторную природу: врожденный дефицит железа, низкий уровень эритропоэтина, короткая продолжительность жизни эритроцитов и ятрогенные кровопотери являются основными механизмами ее развития.

Ранняя анемия недоношенных рассматривается не только как лабораторное снижение гемоглобина, но и как клинический синдром, влияющий на адаптацию ребенка. Выраженная анемия может сопровождаться бледностью кожных покровов, тахикардией, апноэ, снижением толерантности к кормлению, слабой прибавкой массы тела, повышенной потребностью в кислородной поддержке и увеличением риска гемотрансфузий.

Актуальность темы определяется необходимостью разработки комплексного подхода к профилактике и лечению ранней анемии недоношенных, направленного не только на коррекцию гемоглобина, но и на снижение трансфузионной нагрузки, профилактику дефицита железа и улучшение отдаленных неврологических исходов.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Целью данной статьи является анализ современных подходов к лечению и профилактике ранней анемии недоношенных детей на основе патогенетических механизмов, клинических проявлений, лабораторного мониторинга и рационального применения лечебно-профилактических мероприятий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Настоящая работа представляет собой аналитический обзор современных научных и клинических данных, посвященных ранней анемии недоношенных. При подготовке статьи были изучены материалы по неонатологии, педиатрической гематологии, клиническим рекомендациям по нутритивной поддержке недоношенных детей, применению препаратов

ISSN 3030-3907

железа, эритропоэз-стимулирующих средств и эритроцитарных трансфузий.

Анализ проводился по следующим направлениям:

1. патогенез ранней анемии недоношенных;
2. клинико-лабораторные критерии диагностики;
3. профилактические мероприятия;
4. медикаментозное лечение;
5. показания к гемотрансфузии;
6. роль железа, фолиевой кислоты, витаминов и эритропоэтина;
7. меры по снижению ятрогенных кровопотерь.

В качестве основных критериев оценки рассматривались уровень гемоглобина, гематокрит, количество ретикулоцитов, ферритин, масса тела при рождении, гестационный возраст, наличие дыхательной поддержки, клинические признаки гипоксии и общее состояние ребенка.

РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Патогенетические особенности ранней анемии недоношенных

Ранняя анемия недоношенных развивается обычно в первые недели жизни. В отличие от физиологической анемии доношенных детей, у недоношенных снижение гемоглобина наступает раньше и бывает более выраженным. Основными патогенетическими факторами являются:

Снижение продукции эритропоэтина. У недоношенных детей почки и печень функционально незрелые, поэтому ответ на тканевую гипоксию недостаточный. Несмотря на снижение гемоглобина, эндогенный эритропоэтин вырабатывается в малом количестве, что приводит к гипорегенераторному характеру анемии.

Укороченная продолжительность жизни эритроцитов. Эритроциты новорожденных, особенно недоношенных, живут меньше, чем эритроциты взрослых. Это ускоряет снижение эритроцитарной массы.

Ограниченные запасы железа.Основное накопление железа у плода происходит в III триместре беременности. Поэтому дети, родившиеся раньше срока, не успевают сформировать достаточные депо железа. Недостаточное поступление железа может замедлять восстановление эритропоэза при анемии недоношенных.

Ятрогенные кровопотери. У детей, находящихся в отделении интенсивной терапии, частые заборы крови для анализа могут значительно снижать объем циркулирующих эритроцитов. Этот фактор особенно значим у детей с экстремально низкой массой тела.

ISSN 3030-3907

Быстрый постнатальный рост. Увеличение массы тела и объема крови повышает потребность организма в эритроцитах и железе. При незрелом эритропоэзе это усугубляет анемию.

Клинические проявления

Клиническая картина ранней анемии недоношенных зависит от степени снижения гемоглобина, темпа развития анемии и сопутствующих заболеваний. У части детей анемия протекает малосимптомно и выявляется только лабораторно. При выраженном снижении гемоглобина могут наблюдаться:

- бледность кожных покровов и слизистых оболочек;
- тахикардия;
- учащение эпизодов апноэ;
- снижение двигательной активности;
- вялое сосание;
- плохая переносимость кормления;
- замедленная прибавка массы тела;
- увеличение потребности в кислородной терапии;
- метаболическая нестабильность.

Следует отметить, что у недоношенных детей клинические признаки анемии часто неспецифичны. Поэтому диагноз должен основываться не только на уровне гемоглобина, но и на комплексной оценке состояния ребенка.

Диагностические критерии

Диагностика ранней анемии недоношенных включает клиническую оценку и лабораторные показатели. Основными исследованиями являются:

- общий анализ крови;
- гемоглобин;
- гематокрит;
- количество эритроцитов;
- ретикулоциты;
- ферритин;
- сывороточное железо;
- насыщение трансферрина;
- С-реактивный белок при подозрении на воспаление;
- оценка объема кровопотерь.

Для ранней анемии недоношенных характерна нормоцитарная, нормохромная, гипорегенераторная анемия. То есть эритроциты могут сохранять нормальные морфологические характеристики, но костный мозг недостаточно активно компенсирует их снижение.

ISSN 3030-3907

Профилактика ранней анемии недоношенных

Профилактика должна начинаться сразу после рождения и включать несколько направлений.

Отсроченное пережатие пуповины

Одной из эффективных профилактических мер является отсроченное пережатие пуповины при отсутствии противопоказаний. Это способствует увеличению объема циркулирующей крови у новорожденного, повышению начального уровня гемоглобина и улучшению запасов железа.

Минимизация ятрогенных кровопотерь

У недоношенных детей необходимо строго контролировать объем крови, взятой для лабораторных исследований. Для этого применяются:

- микрометоды лабораторной диагностики;
- объединение нескольких анализов в один забор;
- использование неинвазивного мониторинга;
- строгая оценка необходимости каждого анализа;
- ведение учета объема забранной крови.

Снижение ятрогенных кровопотерь является одним из ключевых методов профилактики тяжелой анемии.

Ранняя нутритивная поддержка

Оптимальное питание играет важную роль в профилактике анемии. Недоношенные дети нуждаются в достаточном поступлении белка, энергии, железа, фолиевой кислоты, витамина B12, витамина E и других микронутриентов. При грудном вскармливании может потребоваться обогащение грудного молока специальными фортификаторами.

Назначение препаратов железа

Американская академия педиатрии рекомендует недоношенным детям, находящимся на грудном вскармливании, получать элементарное железо в дозе 2 мг/кг/сут, начиная не позднее 1 месяца жизни и продолжая до 12 месяцев, если ребенок не получает достаточное количество железа из смеси или прикорма.

У детей с очень низкой массой тела потребность в железе может быть выше. Однако назначение железа должно проводиться с учетом ферритина, переносимости, характера питания, наличия трансфузий и воспалительных состояний. При терапии эритропоэтином потребность в железе может возрастать, поскольку стимуляция эритропоэза увеличивает расход железа. Некоторые клинические протоколы указывают, что при применении эритропоэтина доза железа может достигать 6 мг/кг/сут под лабораторным контролем.

Лечение ранней анемии недоношенных

ISSN 3030-3907

Лечение должно быть индивидуальным. Оно зависит от уровня гемоглобина, гестационного возраста, массы тела, наличия симптомов, дыхательной поддержки, сопутствующих заболеваний и риска осложнений.

Наблюдение

При легкой анемии и стабильном состоянии ребенка возможно динамическое наблюдение без немедленной гемотрансфузии. В таких случаях проводят регулярный контроль гемоглобина, гематокрита, ретикулоцитов, ферритина, питания и прибавки массы тела.

Препараты железа

Железо является обязательным компонентом профилактики и лечения анемии у недоношенных детей. Однако изолированное назначение железа не всегда быстро повышает гемоглобин при ранней анемии, поскольку главная проблема часто связана не только с дефицитом железа, но и с недостаточной продукцией эритропоэтина.

Препараты железа особенно важны:

- у детей на грудном вскармливании;
- при низком ферритине;
- при быстром росте;
- после стабилизации состояния;
- при применении эритропоэз-стимулирующих препаратов.

Назначение железа требует осторожности при инфекциях, воспалении, перегрузке железом и после множественных трансфузий.

Фолиевая кислота и витамины

Фолиевая кислота участвует в синтезе ДНК и созревании эритроидных клеток. У недоношенных детей ее потребность повышена из-за интенсивного роста. Витамин B12 также необходим для нормального кроветворения. Витамин E обладает антиоксидантными свойствами и может способствовать защите мембран эритроцитов, однако его назначение должно быть обоснованным и контролируемым.

Эритропоэтин и другие эритропоэз-стимулирующие препараты

Эритропоэтин стимулирует образование эритроцитов и теоретически может снижать потребность в гемотрансфузиях. Однако его рутинное применение остается дискуссионным. MSD Manual указывает, что рекомбинантный человеческий эритропоэтин не рекомендуется рутинно, поскольку он не показал достаточного снижения потребности в трансфузиях в первые 2 недели жизни. Тем не менее в отдельных клинических ситуациях эритропоэз-стимулирующие препараты могут использоваться у недоношенных детей с длительным риском анемии, особенно при стремлении снизить количество трансфузий. При этом обязательны

ISSN 3030-3907

контроль ферритина, ретикулоцитов, гемоглобина и адекватное обеспечение железом.

Эритроцитарная трансфузия

Гемотрансфузия остается наиболее быстрым методом коррекции тяжелой и симптомной анемии. Она показана при выраженном снижении гемоглобина, наличии дыхательной недостаточности, частых апноэ, тахикардии, плохой прибавке массы тела, гемодинамической нестабильности и признаках тканевой гипоксии.

Однако трансфузии должны применяться рационально, поскольку они связаны с потенциальными рисками: перегрузкой железом, иммунологическими реакциями, инфекционными осложнениями, воспалительным ответом и возможным влиянием на течение некротизирующего энтероколита у тяжелых пациентов. Поэтому в современной неонатологии предпочтение отдается ограничительной, но клинически обоснованной трансфузионной тактике.

Обсуждение: Ранняя анемия недоношенных представляет собой сложное состояние, в развитии которого участвуют как физиологические, так и патологические механизмы. Главная особенность заключается в том, что анемия у недоношенных не всегда является следствием только дефицита железа. В ее основе лежит сочетание незрелого эритропоэза, низкого уровня эритропоэтина, быстрого роста и ятрогенной кровопотери.

Именно поэтому профилактика должна быть комплексной. Назначение только препаратов железа без контроля кровопотерь, питания и клинического состояния не решает проблему полностью. Наиболее рациональная стратегия включает отсроченное пережатие пуповины, минимизацию лабораторных заборов крови, адекватную нутритивную поддержку, раннее выявление дефицита железа и строгую оценку показаний к трансфузии.

Особого внимания требует вопрос применения эритропоэтина. Несмотря на способность стимулировать эритропоэз, его рутинное использование не является универсальным стандартом. Это связано с неоднозначными данными о его эффективности в снижении ранних трансфузий, необходимостью дополнительного назначения железа и потребностью в лабораторном мониторинге. Поэтому эритропоэтин следует рассматривать не как обязательный препарат для всех недоношенных, а как возможный компонент индивидуализированной терапии.

Применение препаратов железа также требует дифференцированного подхода. Недоношенные дети имеют низкие антенатальные запасы железа, однако после переливания эритроцитарной массы риск перегрузки железом

ISSN 3030-3907

может увеличиваться. Следовательно, контроль ферритина и воспалительных маркеров имеет важное значение.

Наиболее перспективным направлением профилактики является так называемая стратегия patient blood management в неонатологии, то есть управление кровью пациента. Она включает снижение ненужных кровопотерь, профилактику дефицита железа, рациональное питание, индивидуальные пороги трансфузии и постоянный мониторинг клинического состояния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Ранняя анемия недоношенных является многофакторным состоянием, возникающим вследствие незрелости эритропоэза, недостаточной продукции эритропоэтина, ограниченных запасов железа, быстрого роста и ятрогенных кровопотерь. Эффективная профилактика и лечение требуют комплексного подхода. Основными направлениями профилактики являются отсроченное пережатие пуповины, уменьшение объема лабораторных заборов крови, полноценное питание, фортификация грудного молока, своевременное назначение препаратов железа и лабораторный мониторинг. Лечение включает наблюдение, коррекцию дефицита железа и витаминов, индивидуальное применение эритропоэз-стимулирующих препаратов и, при необходимости, эритроцитарные трансфузии.

Наиболее правильной тактикой является индивидуализация лечения с учетом гестационного возраста, массы тела, клинического состояния, уровня гемоглобина, дыхательной поддержки и риска осложнений. Такой подход позволяет снизить частоту тяжелой анемии, уменьшить потребность в трансфузиях и улучшить прогноз у недоношенных детей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. American Academy of Pediatrics. Diagnosis and Prevention of Iron Deficiency and Iron-Deficiency Anemia in Infants and Young Children. Pediatrics. 2010.
2. MSD Manual Professional Edition. Perinatal Anemia. Updated clinical review.
3. Johns Hopkins All Children’s Hospital. Enteral Vitamin and Mineral Supplementation Clinical Pathway. 2023.
4. East of England Neonatal Operational Delivery Network. Clinical Guideline: Routine Supplementation of Vitamins and Iron in Preterm Infants. 2024.
5. Clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of anemia of prematurity. Chinese Journal of Contemporary Pediatrics. 2024.
6. Мусурмонов Р.И., Эшкобилова М.Э. Анализ рынка лекарственных препаратов для медицинского применения, содержащих малые количества психотропных веществ // Research Focus International Scientific Journal. — 2025. — Vol. 4, № 1. — С. 258–261. — DOI: 10.5281/zenodo.14750747.

ISSN 3030-3907

7. Musurmonov R.I., Eshkobilova M.E. O‘zbekiston hududida psixotrop moddalar aylanmasi: amaldagi tartib va nazorat tizimi // Veterinariya meditsinasi. — 2025. — Maxsus son 10.
8. Eshkobilova M, Smanova Z, Abdurakhmanov E. Selection of highly active material for semiconductor sensors of carbon monoxide, hydrogen and hydrocarbons based on individual metal oxides //The European Journal of Technical and Natural Sciences 2025. // No 6-Section 3. Chemistry.ISSN 2414-2352. стр 29-33 (02.00.00 №6)
9. Эшкобилова М.Э., Сманова З.А. Выбор оптимальных параметров получения газочувствительных плёнок на основе оксидов металлов // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2025. 12(138). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/21245 стр- 40-44. (02.00.00 №12)
10. M. Eshkobilova, Z Smanova, I Abdurakhmanov, O.Ruzimurodov, Kh. Toshpulatov, Z. Murodova, F. Kholmurzaev, E. Abdurakhmanov. Kinetics and mechanism of methane oxidation in the presence of semiconductor gas sensor material components // Zamonaviy kimyo jurnali// 1-jild, 1-son (2025): «Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti».30-12-2025.стр-1-6. (02.00.00 № 1)
11. Eshkobilova M.E., Smanova Z.A. Metan va benzin bug‘larinianiqlovchi yarimo‘tkazgichli sensorning dinamik ko‘rsatkichlari//“ Xorazm Ma’mun akademiyasi axborortnomasi.// -2/2-2026.–стр-120-122. (02.00.00 №2)
12. Eshkobilova, M.E, Sidiqova, X.G‘, Smanova, Z.A. Abduraxmanov E. Control of carbon (II) oxide from the composition of gases creation of a semiconductor sensor for.//Fan va ta‘lim integratsiyasi (integration of science and education),1.1. стр-44-57. 2023. (02.00.00 №2)

ISSN 3030-3907

КОРРЕКЦИЯ ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТА КАК ЗНАЧИМЫЙ ФАКТОР В ПРОФИЛАКТИКЕ ОСЛОЖНЕНИЙ БЕРЕМЕННОСТИ

Юлдашева Феруза Отабек кизи
Студентка 2-го курса группа 233. факультета Лечебного дела СамГМУ
Шоназарова Доногул Абдували кизи
Студентка 2-го курса группа 234. факультета лечебного дела СамГМУ,
Рустамова Хабиба Хасановна
ассистент кафедры фармакологии СамГМУ

Аннотация. Железодефицит и железодефицитная анемия остаются одними из наиболее распространённых патологических состояний у женщин репродуктивного возраста и беременных. Во время беременности потребность организма в железе существенно возрастает, что связано с увеличением объёма циркулирующей крови, ростом плаценты, развитием плода и формированием запасов железа у новорождённого. Недостаточное поступление железа с пищей, исходный дефицит железа до наступления беременности, короткий интервал между родами, многоплодная беременность, токсикоз, хронические заболевания желудочно-кишечного тракта и кровопотери повышают риск развития анемии. По данным Всемирной организации здравоохранения, анемия у беременных определяется при концентрации гемоглобина ниже 110 г/л; ВОЗ также рекомендует ежедневный приём 30–60 мг элементарного железа и 400 мкг фолиевой кислоты беременным женщинам для профилактики материнской анемии, послеродового сепсиса, низкой массы тела при рождении и преждевременных родов.

Ключевые слова: железодефицит, железодефицитная анемия, беременность, профилактика осложнений, гемоглобин, ферритин, препараты железа, антенатальная помощь, акушерство, фармакотерапия.

Annotatsiya. Temir tanqisligi va temir tanqisligi anemiyasi reproduktiv yoshdagi ayollar hamda homiladorlar orasida eng ko‘p uchraydigan patologik holatlardan biri bo‘lib qolmoqda. Homiladorlik davrida organizmning temirga bo‘lgan ehtiyoji sezilarli darajada ortadi. Bu holat aylanib yuruvchi qon hajmining ko‘payishi, yo‘ldoshning o‘sishi, homilaning rivojlanishi va yangi tug‘ilgan chaqaloqda temir zaxiralarining shakllanishi bilan bog‘liq. Temirning oziq-ovqat bilan yetarli darajada tushmasligi, homiladorlikdan oldin temir tanqisligining mavjudligi, tug‘ruqlar orasidagi qisqa muddat, ko‘p homilali homiladorlik, toksikoz, oshqozon-ichak tizimining surunkali kasalliklari hamda qon yo‘qotishlar anemiya rivojlanish xavfini oshiradi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, homilador ayollarda gemoglobin miqdori 110 g/l dan past bo‘lsa, anemiya deb baholanadi. Shuningdek, JSST homilador ayollarga

ISSN 3030-3907

onada anemiyani, tug‘ruqdan keyingi sepsisni, chaqaloqning kam vazn bilan tug‘ilishini va muddatidan oldin tug‘ruqni oldini olish maqsadida har kuni 30–60 mg elementar temir hamda 400 mkg foliy kislotasini qabul qilishni tavsiya etadi.
Kalit so‘zlar: temir tanqisligi, temir tanqisligi anemiyasi, homiladorlik, asoratlarning oldini olish, gemoglobin, ferritin, temir preparatlari, antenatal yordam, akusherlik, farmakoterapiya.
Abstract. Iron deficiency and iron deficiency anemia remain among the most common pathological conditions in women of reproductive age and pregnant women. During pregnancy, the body’s need for iron increases significantly, which is associated with an increase in circulating blood volume, placental growth, fetal development, and the formation of iron stores in the newborn. Insufficient dietary iron intake, pre-existing iron deficiency before pregnancy, a short interval between births, multiple pregnancy, toxicosis, chronic gastrointestinal diseases, and blood loss increase the risk of anemia. According to the World Health Organization, anemia in pregnant women is defined as a hemoglobin concentration below 110 g/L. The WHO also recommends daily intake of 30–60 mg of elemental iron and 400 mcg of folic acid for pregnant women to prevent maternal anemia, postpartum sepsis, low birth weight, and preterm birth.
Keywords: iron deficiency, iron deficiency anemia, pregnancy, prevention of complications, hemoglobin, ferritin, iron preparations, antenatal care, obstetrics, pharmacotherapy.

ВВЕДЕНИЕ.

Беременность является физиологическим состоянием, сопровождающимся выраженной перестройкой обмена веществ, эндокринной регуляции, гемодинамики и потребностей организма в микронутриентах. Одним из важнейших элементов, необходимых для нормального течения беременности, является железо. Оно входит в состав гемоглобина, миоглобина, ферментов дыхательной цепи, участвует в транспорте кислорода, тканевом дыхании, иммунных реакциях, энергетическом обмене и развитии нервной системы плода. Во время беременности потребность в железе возрастает в несколько раз. Это обусловлено увеличением массы эритроцитов, ростом объёма циркулирующей крови, формированием плацентарного комплекса, развитием плода и подготовкой организма женщины к родам. Если до беременности запасы железа были недостаточными, то уже во втором триместре может развиваться латентный железодефицит, а затем железодефицитная анемия. Целью данной статьи является научное обоснование роли своевременной диагностики и коррекции железодефицита в профилактике осложнений беременности. В статье

ISSN 3030-3907

рассмотрены патогенетические механизмы железодефицита, факторы риска, клинические проявления, лабораторные критерии диагностики, подходы к профилактике и лечению, а также значение междисциплинарного взаимодействия акушеров-гинекологов, терапевтов, фармацевтов и специалистов первичного звена. Показано, что раннее выявление дефицита железа, рациональное питание, профилактический приём препаратов железа, контроль гемоглобина и ферритина, индивидуальный выбор лекарственной формы и оценка эффективности терапии позволяют снизить риск акушерских, перинатальных и послеродовых осложнений.

Особенность данной патологии заключается в том, что на ранних этапах она может протекать малосимптомно, но при отсутствии коррекции приводит к серьёзным последствиям для матери и ребёнка.

Железодефицитная анемия во время беременности имеет не только гематологическое, но и акушерское, перинатальное и социальное значение. У беременных женщин она может сопровождаться слабостью, утомляемостью, головокружением, снижением трудоспособности, тахикардией, одышкой, ухудшением переносимости физической нагрузки, снижением иммунной защиты и повышенной восприимчивостью к инфекциям. В акушерской практике железодефицит ассоциируется с повышенным риском угрозы прерывания беременности, плацентарной недостаточности, преждевременных родов, слабости родовой деятельности, послеродовых инфекционных осложнений и повышенной кровопотери.

Для плода и новорождённого дефицит железа у матери может быть связан с задержкой внутриутробного развития, низкой массой тела при рождении, нарушением адаптации в раннем неонатальном периоде и снижением запасов железа в первые месяцы жизни. Поэтому коррекция железодефицита должна рассматриваться не только как лечение лабораторного отклонения, но и как важный элемент профилактики осложнений беременности.

Актуальность темы также определяется тем, что железодефицит является управляемым фактором риска. В отличие от ряда акушерских осложнений, которые трудно предсказать, дефицит железа можно выявить с помощью доступных лабораторных методов и своевременно скорректировать. Современные международные рекомендации подчёркивают необходимость скрининга анемии у беременных и применения препаратов железа в профилактических или лечебных дозах. Американский колледж акушеров и гинекологов указывает, что во время беременности рекомендуемая суточная потребность в железе составляет 27

ISSN 3030-3907

мг, а низкодозная суплементация железом улучшает гематологические показатели матери.

Таким образом, коррекция железодефицита у беременных женщин является важным направлением антенатальной помощи. Она требует комплексного подхода, включающего оценку факторов риска, лабораторную диагностику, рациональное питание, применение препаратов железа, контроль эффективности терапии и профилактику рецидива дефицита.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Настоящее исследование выполнено в формате обзорно-аналитической статьи с использованием принципов IMRAD. В качестве материалов использованы современные научные публикации, клинические рекомендации, данные международных организаций и нормативно-методические подходы к ведению беременных с железодефицитом и железодефицитной анемией.

Методологическую основу исследования составили следующие методы:

аналитический метод — для изучения причин, механизмов и последствий железодефицита при беременности; сравнительный метод — для сопоставления подходов к профилактике и лечению железодефицитных состояний; системный подход — для рассмотрения коррекции железодефицита как части комплексной антенатальной помощи; клинико-фармакологический анализ — для оценки роли препаратов железа, фолиевой кислоты и нутритивной поддержки; обобщение литературных данных — для формулирования практических рекомендаций.

В рамках исследования железодефицит рассматривался как многоэтапный патологический процесс. На первом этапе происходит истощение запасов железа, что отражается снижением уровня ферритина. На втором этапе нарушается транспорт железа и его доступность для эритропоэза. На третьем этапе развивается железодефицитная анемия, проявляющаяся снижением гемоглобина, уменьшением гематокрита, изменением эритроцитарных индексов и клиническими симптомами тканевой гипоксии.

Особое внимание уделено лабораторным критериям. ВОЗ определяет анемию у беременных как снижение концентрации гемоглобина ниже 110 г/л. В ряде клинических руководств также применяется триместровый подход: менее 11,0 г/дл в I и III триместрах и менее 10,5 г/дл во II триместре, что связано с физиологической гемодилюцией во второй половине беременности.

ISSN 3030-3907

Для оценки железодефицита важное значение имеют следующие показатели:

гемоглобин; гематокрит; количество эритроцитов; средний объём эритроцита;

среднее содержание гемоглобина в эритроците; сывороточный ферритин; сывороточное железо; общая железосвязывающая способность сыворотки; насыщение трансферрина железом; уровень С-реактивного белка при подозрении на воспалительный процесс. Особое значение имеет ферритин, поскольку он отражает запасы железа в организме. Однако при воспалении ферритин может повышаться независимо от запасов железа, поэтому интерпретация результата должна проводиться с учётом клинической ситуации.

РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Физиологическая роль железа во время беременности

Железо является незаменимым микроэлементом, обеспечивающим кислородный обмен и нормальное функционирование клеток. Основная часть железа содержится в гемоглобине эритроцитов. Во время беременности потребность в кислороде возрастает, так как организм матери обеспечивает не только собственные ткани, но и развивающийся плод. Для этого увеличивается объём циркулирующей крови, усиливается эритропоэз, повышается потребность в гемоглобине. Кроме участия в кроветворении, железо необходимо для развития плаценты и плода. Оно играет роль в формировании центральной нервной системы, энергетическом обмене, иммунологической защите и ферментативных реакциях. Недостаток железа может приводить к гипоксии тканей, нарушению обмена веществ и снижению адаптационных возможностей организма беременной. Физиологическая гемодилюция, характерная для беременности, сопровождается увеличением объёма плазмы крови. В результате концентрация гемоглобина может снижаться даже при нормальном эритропоэзе. Однако если гемодилюция сочетается с недостаточными запасами железа, развивается истинный железодефицит, требующий коррекции.

2. Основные причины железодефицита у беременных

Железодефицит у беременных женщин имеет многофакторную природу. Наиболее частыми причинами являются:

Недостаточные запасы железа до беременности. Многие женщины вступают в беременность уже с латентным дефицитом железа, особенно при обильных менструациях, нерациональном питании, хронических заболеваниях или частых беременностях. Повышенная потребность в

ISSN 3030-3907

железе во время беременности. Рост плода, плаценты и увеличение массы эритроцитов требуют значительного количества железа. Недостаточное поступление железа с пищей. Низкое потребление мяса, однообразное питание, дефицит белка, витамина С и фолатов ухудшают обеспечение организма железом.

Нарушение всасывания железа. Заболевания желудка и кишечника, хронический гастрит, энтерит, целиакия, операции на желудочно-кишечном тракте могут снижать абсорбцию железа. Многоплодная беременность. При многоплодной беременности потребность в железе значительно выше. Короткий интервал между беременностями. Если организм женщины не успел восстановить запасы железа после предыдущих родов и лактации, риск дефицита возрастает.

Кровопотери.Хронические кровопотери до беременности, кровотечения во время беременности или родов усиливают дефицит железа.

Социально-экономические факторы.

Ограниченный доступ к полноценному питанию, поздняя постановка на учёт, низкая приверженность к приёму препаратов железа повышают риск анемии.

3. Клинические проявления железодефицита

На ранних стадиях железодефицит может протекать бессимптомно. При прогрессировании состояния появляются жалобы, связанные с тканевой гипоксией и нарушением ферментативных процессов.

К основным симптомам относятся: общая слабость; быстрая утомляемость;

сонливость; головокружение; сердцебиение; одышка при физической нагрузке; бледность кожи и слизистых оболочек; ломкость ногтей; выпадение волос; сухость кожи; раздражительность; снижение концентрации внимания; извращение вкуса; желание употреблять мел, глину, лёд или другие несъедобные вещества.

У беременных женщин подобные жалобы иногда ошибочно воспринимаются как обычные проявления беременности. Однако их наличие требует лабораторного обследования, поскольку длительная анемия может ухудшать течение беременности и повышать риск осложнений.

4. Влияние железодефицита на течение беременности

Железодефицит ухудшает кислородное обеспечение тканей матери, плаценты и плода. В условиях недостатка гемоглобина снижается транспорт кислорода, что может способствовать развитию хронической гипоксии. Плацента является высокоактивным органом, требующим достаточного

ISSN 3030-3907

кровоснабжения и энергетического обеспечения. При анемии её функциональные возможности могут снижаться.

Железодефицит и железодефицитная анемия могут быть связаны со следующими осложнениями беременности: угроза прерывания беременности;

плацентарная недостаточность; задержка внутриутробного развития плода;

преждевременные роды; низкая масса тела новорождённого; снижение устойчивости беременной к инфекциям; повышенная утомляемость и снижение адаптации к родам; слабость родовой деятельности; повышенный риск послеродовой анемии; ухудшение восстановления после родов.

ВОЗ подчёркивает, что ежедневная суплементация железом и фолиевой кислотой во время беременности рекомендуется для профилактики материнской анемии, послеродового сепсиса, низкой массы тела при рождении и преждевременных родов.

5. Лабораторная диагностика

Диагностика железодефицита должна быть комплексной. Только определение гемоглобина не всегда позволяет выявить ранний дефицит железа, поскольку снижение гемоглобина происходит уже на более поздних этапах. Поэтому при наличии факторов риска важно оценивать ферритин и другие показатели обмена железа.

Основные лабораторные признаки железодефицитной анемии: снижение гемоглобина; снижение гематокрита; микроцитоз; гипохромия; снижение ферритина; снижение сывороточного железа; повышение общей железосвязывающей способности сыворотки; снижение насыщения трансферрина железом.

Ферритин является наиболее информативным показателем запасов железа. В клинической практике низкий ферритин у беременной женщины может указывать на истощение запасов железа ещё до развития выраженной анемии. Поэтому определение ферритина особенно важно у пациенток с факторами риска, повторной беременностью, многоплодием, хроническими заболеваниями и симптомами железодефицита.

6. Профилактическая коррекция железодефицита

Профилактика железодефицита должна начинаться ещё на этапе планирования беременности. Женщинам репродуктивного возраста рекомендуется оценивать уровень гемоглобина и при необходимости ферритина, особенно при обильных менструациях, хронической усталости, вегетарианском питании, перенесённых кровопотерях или коротком интервале между беременностями.

ISSN 3030-3907

Во время беременности профилактика включает:раннюю постановку на учёт;

общий анализ крови в установленные сроки; оценку факторов риска; рациональное питание; приём препаратов железа в профилактической дозе; сочетание железа с фолиевой кислотой; контроль переносимости препаратов;

повторную лабораторную оценку эффективности. ВОЗ рекомендует беременным женщинам ежедневно принимать 30–60 мг элементарного железа и 400 мкг фолиевой кислоты. Более высокая доза железа предпочтительна в регионах, где анемия у беременных является выраженной проблемой общественного здравоохранения.

Рацион беременной должен включать продукты, богатые железом:говядину;

печень; мясо птицы; рыбу; яйца; гречневую крупу; бобовые; шпинат; сухофрукты; гранат; яблоки; зелень.

При этом важно учитывать, что гемовое железо из продуктов животного происхождения усваивается лучше, чем негемовое железо из растительных источников. Витамин С улучшает всасывание железа, поэтому полезно сочетать железосодержащие продукты с овощами, фруктами и ягодами. Чай, кофе, избыток кальция и некоторые антациды могут снижать всасывание железа, поэтому их не следует принимать одновременно с препаратами железа.

7. Лечение железодефицитной анемии

При установленной железодефицитной анемии профилактической дозы железа обычно недостаточно. В таких случаях назначаются лечебные дозы препаратов железа. Выбор препарата, дозы и длительности терапии должен определяться врачом с учётом степени анемии, срока беременности, переносимости, сопутствующих заболеваний и лабораторных показателей. Основой лечения является пероральное железо. Оно доступно, эффективно и удобно для применения. Однако у части беременных женщин препараты железа могут вызывать побочные эффекты:тошноту; боли в животе; запор; диарею; металлический привкус во рту; потемнение стула.

При плохой переносимости возможно изменение лекарственной формы, снижение дозы с последующим постепенным повышением, приём препарата через день или подбор другого соединения железа. В некоторых случаях, особенно при выраженной анемии, нарушении всасывания, непереносимости пероральных препаратов или необходимости быстрого восполнения запасов, может рассматриваться парентеральное введение

ISSN 3030-3907

железа. Решение о внутривенной терапии принимается врачом после оценки пользы и рисков.

Эффективность лечения оценивают по клиническому самочувствию, росту гемоглобина и восстановлению ферритина. Важно не прекращать терапию сразу после нормализации гемоглобина, поскольку необходимо восстановить депо железа. Иначе риск повторного дефицита остаётся высоким.

ОБСУЖДЕНИЕ.

Коррекция железодефицита во время беременности имеет профилактическое, лечебное и прогностическое значение. Она направлена не только на повышение уровня гемоглобина, но и на улучшение кислородного обеспечения тканей, снижение риска акушерских осложнений и улучшение состояния новорождённого.

Одной из главных проблем является поздняя диагностика. Многие беременные обращаются за медицинской помощью уже при выраженной анемии, когда имеются жалобы и лабораторные изменения. Между тем латентный железодефицит может развиваться задолго до снижения гемоглобина. Поэтому оценка только общего анализа крови не всегда достаточна. У женщин с факторами риска необходимо определять ферритин, что позволяет выявить дефицит на доклинической стадии.

Второй проблемой является низкая приверженность к лечению. Беременные женщины иногда прекращают приём препаратов железа из-за побочных эффектов, неприятного вкуса, запоров или недостаточного понимания важности лечения. В этой ситуации большое значение имеет разъяснительная работа. Медицинский работник должен объяснить, что препараты железа назначаются не только для улучшения анализов, но и для профилактики осложнений беременности, родов и послеродового периода.

Третьей проблемой является неправильный приём препаратов железа. Некоторые пациентки принимают их вместе с молочными продуктами, чаем, кофе или кальцийсодержащими препаратами, что снижает всасывание. Поэтому фармацевтическое консультирование играет важную роль. Фармацевт должен объяснить, как правильно принимать препарат, какие побочные эффекты возможны, когда следует обратиться к врачу и почему важно соблюдать длительность курса.

Четвёртый аспект — необходимость индивидуального подхода. Не все беременные имеют одинаковую потребность в железе. У пациенток с многоплодной беременностью, коротким интервалом между родами, выраженным токсикозом, заболеваниями желудочно-кишечного тракта или

ISSN 3030-3907

исходным дефицитом железа риск осложнений выше. Поэтому стандартные профилактические меры должны дополняться индивидуальной оценкой.

Пятый важный аспект — междисциплинарное взаимодействие. Коррекция железодефицита не должна быть задачей только акушера-гинеколога. В ней участвуют врачи общей практики, терапевты, лабораторные специалисты, фармацевты, акушерки и специалисты патронажной службы. Такой подход позволяет своевременно выявлять дефицит, контролировать лечение и повышать приверженность беременной к терапии.

Особое значение имеет профилактика послеродовой анемии. Даже умеренный железодефицит во время беременности может усилиться после родов из-за физиологической кровопотери. Послеродовая анемия ухудшает восстановление женщины, снижает физическую активность, может отрицательно влиять на лактацию, эмоциональное состояние и уход за ребёнком. Поэтому восстановление запасов железа должно продолжаться и после родов, если имеются показания.

Коррекция железодефицита также имеет значение для новорождённого. Запасы железа у ребёнка формируются преимущественно в III триместре беременности. Если у матери имеется выраженный дефицит железа, ребёнок может родиться с недостаточными запасами, что повышает риск анемии в младенческом возрасте. Следовательно, профилактика железодефицита у беременной женщины является частью профилактики нарушений здоровья ребёнка.

Практические рекомендации

На основании анализа литературы и клинических подходов можно выделить следующие практические рекомендации:

Всем женщинам на этапе планирования беременности целесообразно оценивать гемоглобин, а при наличии факторов риска — ферритин.
Беременным необходимо проводить скрининг анемии при постановке на учёт и повторно во второй половине беременности.

Женщины с факторами риска железодефицита должны находиться под более тщательным лабораторным контролем.

Профилактический приём железа и фолиевой кислоты должен проводиться в соответствии с действующими клиническими рекомендациями.

Рацион беременной должен содержать достаточное количество продуктов, богатых гемовым и негемовым железом.

Препараты железа следует принимать правильно: отдельно от чая, кофе, молочных продуктов и кальция.

ISSN 3030-3907

При побочных эффектах не следует самостоятельно прекращать лечение; необходимо обратиться к врачу для коррекции схемы.
Эффективность терапии должна оцениваться лабораторно, а не только по самочувствию.

После нормализации гемоглобина важно продолжить терапию для восстановления запасов железа.

В послеродовом периоде женщины с анемией или значительной кровопотерей должны продолжать наблюдение и коррекцию железодефицита.

Фармацевтические работники должны активно участвовать в консультировании беременных по вопросам правильного приёма препаратов железа.

В женских консультациях необходимо проводить санитарно-просветительную работу о значении железа во время беременности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Железодефицит является одним из наиболее значимых и одновременно управляемых факторов риска осложнений беременности. Его своевременное выявление и коррекция позволяют улучшить состояние беременной женщины, снизить риск акушерских осложнений, обеспечить нормальное развитие плода и предупредить послеродовую анемию.

Беременность сопровождается повышенной потребностью в железе, поэтому даже незначительный исходный дефицит может быстро прогрессировать. Наиболее важными этапами профилактики являются ранний скрининг, оценка факторов риска, рациональное питание, профилактический приём препаратов железа и фолиевой кислоты, контроль лабораторных показателей и повышение приверженности пациентки к лечению.

Коррекция железодефицита должна рассматриваться как составная часть качественной антенатальной помощи. Она требует участия акушеров-гинекологов, терапевтов, семейных врачей, акушерок, лабораторных специалистов и фармацевтов. Особое значение имеет индивидуальный подход, поскольку риск железодефицита зависит от исходного состояния женщины, характера питания, количества беременностей, сопутствующих заболеваний и течения настоящей беременности.

Таким образом, своевременная диагностика и рациональная коррекция железодефицита являются эффективным направлением профилактики осложнений беременности, родов и послеродового периода. Внедрение системного подхода к профилактике железодефицитных

ISSN 3030-3907

состояний позволит улучшить показатели материнского и перинатального здоровья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Malinowski A.K., Murji A. Iron deficiency and iron deficiency anemia in pregnancy. CMAJ. 2021.
2. Мусурмонов Р.И., Эшкобилова М.Э. Анализ рынка лекарственных препаратов для медицинского применения, содержащих малые количества психотропных веществ // Research Focus International Scientific Journal. — 2025. — Vol. 4, № 1. — С. 258–261. — DOI: 10.5281/zenodo.14750747.
3. Musurmonov R.I., Eshkobilova M.E. O‘zbekiston hududida psixotrop moddalar aylanmasi: amaldagi tartib va nazorat tizimi // Veterinariya meditsinasi. — 2025. — Maxsus son 10.
4. Eshkobilova M, Smanova Z, Abdurakhmanov E. Selection of highly active material for semiconductor sensors of carbon monoxide, hydrogen and hydrocarbons based on individual metal oxides //The European Journal of Technical and Natural Sciences 2025. // No 6-Section 3. Chemistry.ISSN 2414-2352. стр 29-33 (02.00.00 №6)
5. Эшкобилова М.Э., Сманова З.А. Выбор оптимальных параметров получения газочувствительных плёнок на основе оксидов металлов // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2025. 12(138). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/21245 стр- 40-44. (02.00.00 №12)
6. M. Eshkobilova, Z Smanova, I Abdurakhmanov, O.Ruzimurodov, Kh. Toshpulatov, Z. Murodova, F. Kholmurzaev, E. Abdurakhmanov. Kinetics and mechanism of methane oxidation in the presence of semiconductor gas sensor material components // Zamonaviy kimyo jurnali// 1-jild, 1-son (2025): «Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti».30-12-2025.стр-1-6. (02.00.00 № 1)
7. Eshkobilova M.E., Smanova Z.A. Metan va benzin bug‘larinianiqlovchi yarimo‘tkazgichli sensorning dinamik ko‘rsatkichlari//“ Xorazm Ma’mun akademiyasi axborortnomasi.// -2/2-2026.–стр-120-122. (02.00.00 №2)
8. Eshkobilova, M.E, Sidiqova, X.G‘, Smanova, Z.A. Abduraxmanov E. Control of carbon (II) oxide from the composition of gases creation of a semiconductor sensor for.//Fan va ta‘lim integratsiyasi (integration of science and education),1.1. стр-44-57. 2023. (02.00.00 №2)

ISSN 3030-3907

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ РЕАГИРУЮШИХ СТРУЙ НА ОСНОВЕ ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ И ЧИСЛЕННЫЕ РЕУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ИСХОДНОГО ЗНАЧЕНИЯ ДИССИПАЦИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ НА ПАРАМЕТРЫ ФАКЕЛА

Ходжиев С.
Ориентал университет, Ташкент,
E-mail: safar1951@yandex.ru
Пиримов А.
Навоийский государственный горный и технологический университет, Навои,
E-mail: pirimovakram615@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada diffuziya yonishi paytida tomonlari chekli uzunkikda bo‘lgan to‘g‘ri to‘rtburchakli soplodan chiqayotgan uch o‘lchovli reaksiyaga kirishuvchi turbulent struyaning oksidlovchi yo‘ldosh (tinch) oqimida tarqalish muammosi shakllantirilgan. Muammoni modellashtirish uchun ko‘p komponentli kimyoviy reaksiyaga kirishuvchi gaz aralashmalari uchun Navier-Stokes tenglamalarining uch o‘lchovli parabolalashgan sistemasi qo‘llanilgan va uni to‘ldirish uchun, turbulent qovushqoqlikni hisoblash uchun turbulentlik kinetik energiyaning va turbulentlik kinetik energiyaing dissipatsiyasii tenlamalari qo‘llanilgan. Chegara shartlari turbulentlik kinetik energiyasi tenglamasi va dissipatsiya turbulentlik kinetik energiyasining tenglamasini hisobga olgan holda shakllantirilgan. Yoqilg‘i oqimi va oksidlovchi uchun turbulentlik kinetik energiyasining va turbulentlik kinetik energiyasining dissipatsiya boshlangich qiymatlari sonli tajribalar natijasida aniqlangan va bu qiymatlarning izotermik oqimlar parametrlariga, shuningdek, diffuziya alangasi parametrlariga ta'siri o‘rganilgan. Tadqiqot o‘zgartirilgan SIMPLE usuli yordamida o‘tkazilgan.

Kalit so‘zlar: Navier-Stokes, oqim, turbulentlik, диссипация, yonish, аланга.

Аннотация. В данной работе сформулирована задача истечения трехмерных турбулентных струй реагирующих газов из прямоугольного сопла с конечным отношением длин сторон и распространяющегося в спутном (затопленном) потоке окислителя при диффузионном горение. Для моделирования задачи использовано трехмерная параболизованная система уравнений Навье-Стокса для многокомпонентных химически реагирующих газовых смесей, привлечением уравнения кинетической и диссипации кинетической энергии турбулентности для вычисления турбулентной вязкости. Сформулированы краевые условия с учетом уравнение

ISSN 3030-3907

кинетической энергии турбулентности и уравнение диссипации кинетической энергии турбулентности. Численно определены исходные значения кинетической энергии турбулентности и диссипации кинетической энергии турбулентности горючей струи и окислителя, и исследованы влияния этих значения на параметры изотермических струй, а также на параметры диффузионного факела. Исследования проведены модифицированным метом SIMPLE.

Ключевые слова: Навье - Стокс, струя, турбулентность, диссипация, горение.

Abstract. This paper formulates the problem of the outflow of three-dimensional turbulent jets of reacting gases from a rectangular nozzle with a finite aspect ratio and propagating in a co-current (submerged) oxidizer flow during diffusion combustion. A three-dimensional parabolic system of Navier-Stokes equations for multicomponent chemically reacting gas mixtures is used to model the problem, incorporating the equation of kinetic and dissipation of kinetic energy of turbulence to calculate turbulent viscosity. Boundary conditions are formulated taking into account the equation of kinetic energy of turbulence and the equation of dissipation of kinetic energy of turbulence. The initial values of the kinetic energy of turbulence and the dissipation of kinetic energy of turbulence for the fuel jet and oxidizer are numerically determined, and the effects of these values on the parameters of isothermal jets, as well as on the parameters of the diffusion flame, are investigated. The study was conducted using a modified SIMPLE method.

Key words: Navier-Stokes, jet, turbulence, dissipation, combustion.

ВВЕДЕНИЕ.

В последние годы появилось большое количество работ, в которых делаются попытки описать механизм турбулентного течения химически реагирующего газа с использованием двух-и многопараметрических моделей турбулентности. Существующих методов, основанных на использовании многопараметрических моделей турбулентности, отличающихся друг от друга количеством привлекаемых уравнений переноса и численным составом неизвестных, выражающих характеристики турбулентных движений, в настоящее время велико.

Наиболее обоснованным подходом при моделировании механизма турбулентного переноса отдается предпочтение ее описанию через уравнения переноса кинетической энергии. В имеющихся работах, в основном, делается ставка на метод, основанный на совместном решении уравнений переноса импульса, кинетической энергии и ее скорости диссипации, так называемый метод $k-\varepsilon$. В $k-\varepsilon$ модели выводятся

ISSN 3030-3907

уравнения кинетической энергии турбулентности k и ее скорости диссипации кинетической энергии турбулентности ε [1,2].

В многочисленных отечественных и зарубежных публикациях на основе $k-\varepsilon$ модели турбулентности изучены, в основном, двумерные турбулентные течения и некоторые работы посвящены численным исследованиям пространственных турбулентных течений для несжимаемой или для сжимаемой изотермической струи [4].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Численно исследовать влияния исходного значения диссипации кинетической энергии трехмерной реагирующие струи, истекающей из сопла прямоугольной формы на параметры диффузионного факела основе двухпараметрической модели турбулентности $k-\varepsilon$.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ. Вышеизложенная задача описывается с помощью уравнений неразрывности, количества движения (по оси ox, oy, oz), энергии, преобразованного уравнения концентрации для случая диффузионного горения), состояния , связи полной энтальпии H и T и выражений для вычисления отдельных компонентов концентрации, а также для замыкания трехмерные параболизованные системы уравнений подключением уравнения кинетической и диссипации кинетической энергии турбулентности для вычисления турбулентной вязкости, имеющей следующий вид [3,5]:

Уравнение кинетической энергии турбулентности:

$$\rho u\frac{\partial k}{\partial x}+\rho v\frac{\partial k}{L\partial y}+\rho w\frac{\partial k}{\partial z}=\frac{1}{L^2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\mu_T\partial k}{\sigma_k\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\mu_T\partial k}{\sigma_k\partial z}\right)+G-\rho\varepsilon. \qquad (1)$$

Уравнение диссипации кинетической энергии турбулентности:

$$\rho u\frac{\partial \varepsilon}{\partial x}+\rho v\frac{\partial \varepsilon}{L\partial y}+\rho w\frac{\partial \varepsilon}{\partial z}=\frac{1}{L^2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\mu_T\partial \varepsilon}{\sigma_\varepsilon\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\mu_T\partial \varepsilon}{\sigma_\varepsilon\partial z}\right)+(C_1G-C_2\rho\varepsilon)\frac{\varepsilon}{k}, \qquad (2)$$

где $G=\mu_T\left[\left(\frac{\partial u}{L\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2\right]$,

а связь μ_T через k и ε задаётся по формуле

$$\mu_T=\frac{C_\mu\rho k^2}{\varepsilon}. \qquad (3)$$

Уравнениях (1-3) все обозначения общепринятые [1,2], а L отношение сторон прямоугольного сопла. При постановке задачи полагаем, что начало декартовой системы координат расположен в центре начального сечения горючей смеси (вторая область), ось OX направлена вдоль оси струи, а оси OY и -OZ- параллельно сторонам сопла.

При постановке краевых условии используем свойства центральной симметрии относительно оси OX течения так, чтобы оно позволило рассматривать одну четверть струи. Из этих соображения ставится следующие безразмерные краевые условия:

ISSN 3030-3907

I. $x = 0$:

1) $0 \le y \le 1,\ 0 \le z \le 1;$

$$u = 1,\ v = 0,\ w = 0,\ H = H_2,\ P = P_2,\ \tilde{\tilde{C}} = 1,\ k = \bar{k}_2,\ \varepsilon = \bar{\varepsilon}_2. \qquad (4)$$

2) $1 < y < y_{+\infty},\quad 1 < z < z_{+\infty};$

$$u = u_1,\ v = 0,\ w = 0,\ H = H_1,\ P = P_1,\ \tilde{\tilde{C}} = 0,\ k = \bar{k}_1,\ \varepsilon = \bar{\varepsilon}_1.$$

II. $x > 0$:

1) $z = 0, 0 < y < y_{+\infty};$

$$\frac{\partial u}{\partial z} = 0,\ \frac{\partial v}{\partial z} = 0,\ w = 0,\ \frac{\partial H}{\partial z} = 0,\ \frac{\partial \tilde{\tilde{C}}}{\partial z} = 0,\ \frac{\partial k}{\partial z} = 0,\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} = 0.$$

2) $y = 0,\ 0 < z < z_{+\infty};$ (5)

$$\frac{\partial u}{\partial y} = 0,\ v = 0,\ \frac{\partial w}{\partial y} = 0,\ \frac{\partial H}{\partial y} = 0,\ \frac{\partial \tilde{\tilde{C}}}{\partial y} = 0,\ \frac{\partial k}{\partial y} = 0,\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} = 0,$$

3) $z \to z_{+\infty},\quad y \to y_{+\infty}$

$$u = u_1,\quad v = 0,\quad w = 0,\quad H = H_1,\quad P = P_1,\quad \tilde{\tilde{C}} = 0,\ k = \bar{k}_1,\ \varepsilon = \bar{\varepsilon}_1.$$

4) $z = 0, y = 0;$

$$\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial u}{\partial z} = 0,\ \frac{\partial \tilde{\tilde{C}}}{\partial y} = \frac{\partial \tilde{\tilde{C}}}{\partial z} = 0,\ w = v = 0.$$

$$\frac{\partial H}{\partial y} = \frac{\partial H}{\partial z} = 0;\qquad \frac{\partial k}{\partial y} = \frac{\partial k}{\partial z} = 0;\qquad \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} = \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} = 0;$$

здесь $\bar{k}_1, \bar{k}_2,$ и $\bar{\varepsilon}_1, \bar{\varepsilon}_2$ −исходные значения кинетической и диссипации кинетической энергии турбулентности струи и окислителя.

МЕТОД РЕШЕНИЯ. Для численного решения трехмерные параболизованные системы уравнений Навье-Стокса для многокомпонентного реагирующего газа, истекающего из сопла прямоугольной формы и распространяющегося в спутном (затопленном) потоке воздуха использовано пространственная двухслойная десяти точечная неявная конечно-разностная схема [3] с применением модификации метода SIMPLE (Semi-Implicit method for Pressure- Linked Equations) [3,5,6]. Модификация состоит в том, что в отличие от стандартного метода SIMPLE в данном случае поправки осуществляется по трем скоростям.

Здесь необходимо отметить, что для трехмерных турбулентных струй реагирующих газов существующих источниках не описаны методы численного решения выше описанной системы уравнений совместно с уравнениями "$k - \varepsilon$" модели турбулентности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В большинстве существующих работ приводятся профили распределения кинетической энергии турбулентности, а скорость диссипации кинетической энергии не имеет прямых экспериментальных аналогов [7]. Поэтому для задания

ISSN 3030-3907

распределения характеристик турбулентности на срезе сопла пользуются различных соотношениями, но эти исходные значения должны обеспечить выражения турбулентной вязкости (3), соответствующие действительной картине течения.

Исследования, выполненные различными авторами [7,8], свидетельствуют о существенном характере влияния начального уровня турбулентности на параметры струй и форму факела.

Очень мало работ посвящено трехмерным изотермическим турбулентным струям и практически отсутствуют исследования трехмерных турбулентных струй реагирующих газов, т.е. трехмерных факелов на основе двухпараметрической модели турбулентности. В некоторых работах [9,10] дается объяснение относительно влияния исходных значений кинетической энергии турбулентности на параметры струи, а относительно диссипации энергии турбулентности ничего не сказано, что сильно затрудняет формулирование краевых условий относительно диссипации энергии турбулентности при численном исследовании трехмерных турбулентных струй реагирующих газовых смесей. При постановке граничных условий требуется определить начальные данные k и ε на срезе сопля. Из-за трудоемкости получение распределения характеристик турбулентности на срезе сопла работ по определению кинетической энергии турбулентности очень мало, а скорость диссипации кинетической энергии турбулентности не имеет прямых экспериментальных аналогов. Поэтому для определения распределений характеристик турбулентности на срезе сопла пользуются различными соотношениями.

В данной работе приводятся некоторые результаты численного исследования трехмерного турбулентного диффузионного горения пропана-бутановой смеси, истекающей из сопла прямоугольной формы и распространяющейся в покоящейся среде воздуха на основе двухпараметрической модели турбулентности, в частности, изучение влияния исходного значения диссипации энергии турбулентности и кинетической энергии турбулентности на параметры факела.

В этих целях рассмотрена задача численного исследования трехмерного турбулентного диффузионного горения пропана-бутановой смеси, истекающей из сопла квадратной формы и распространяющейся в покоящуюся среду воздуха.

I. Данные окислителя; II. Данные смеси горючего;

$u_1 = 0;$ $u_2 = 61$ м/с;

$T_1 = 300K;$ $T_2 = 1200K;$

ISSN 3030-3907

$(c_1)_1 = 0.232;$ $(c_2)_1 = 0;$ $(c_1)_2 = 0;$ $(c_2)_2 = 0.12;$
$(c_3)_1 = 0;$ $(c_4)_1 = 0.768;$ $(c_3)_2 = 0;$ $(c_4)_2 = 0.88;$

$$\bar{k}_1 = \beta_1; \qquad \bar{k}_2 = \beta_2 \bar{u}_2^2; \ \varepsilon_2 = \gamma_2 \bar{k}_2^{3/2};$$

$$\bar{\varepsilon}_1 = \gamma_1;$$

$$Pr = 0.7; \qquad Sc = 0.7; \qquad P_1 = P_2 = 1\text{атм} = const,$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \beta_1$ и β_2 – некоторые безразмерные константы, которые задаются исходного значения диссипации энергии турбулентности и кинетической энергии турбулентности.

Для проверки достоверности задание начальных значения диссипации энергии турбулентности и кинетической энергии турбулентности разработанного алгоритма метода решения [3] в качестве тестового варианта, исследовалось истечения неизотермической турбулентной струи, истекающей из сопла квадратной формы (L=1) и распространяющейся в затопленном пространстве воздуха, которые исходные значения и размеры сопла заимствованы из работы[11]. После многочисленных пробных расчетов получены хорошие совпадающие результаты экспериментальными данными авторов Палатника и Темирбаева [11] при безразмерные диссипации энергии турбулентности ε =0,005. В расчетах безразмерные исходные значения кинетической энергии турбулентности струи варьировался от 0,001 до 0,1 от входной скорости основной струи. Во избежание деления на нуль исходные значения окислителя (покоящегося воздуха-окислителя) k, ε остаются постоянными и равным $\bar{k}_1 = 0.005$, $\bar{\varepsilon}_1 = 0.00001$.Такие исходные значения диссипации энергии турбулентности ε для горения газовой смеси пропана-бутана тоже сохранялись.

Основные результаты расчетов полученные указанными исходными значениями диссипации энергии турбулентности ε подтверждают правильности картины течения полученные экспериментально, что ширина струи в направлении большой оси отверстия в начале уменьшается, в то время как в направлении малой оси она растет. Удалением от среза сопла на некотором расстояние вниз по потоку их значения становится равными, после чего обе ширины возрастают практически одинаково, т.е. форма струи переходит в круглую. Такие картины течения наблюдается по форме факела. На рис. 1 показаны динамические границы зоны смещения и по осям OY и OZ в разных сечениях вдоль струи. Как видно из границы смещения скорости в поперечных сечениях струи, вытекающей из сопла с соотношением длин сторон 1:1 при $x/2b = 5$, форма струи переходит в круглую форму (b сторона сопла).

ISSN 3030-3907

На рис. 2 приведены поперечные распределение диссипации кинетической энергии турбулентности в разных сечениях вдоль струи при значениях $\bar{k}_2 = 0.01$, $\bar{k}_2 = 0.05$ и при фиксированных значениях остальных параметров. Как следует из рисунка, при удалении от входного сечения вдоль струи максимальные значения диссипации энергии турбулентности перемещаются к оси струи. Результаты показали, что максимальному значению температуры соответствует максимальное значение кинетической энергии турбулентности и ее диссипации, что подтверждает физику явления, а также максимальное значение кинематического коэффициента турбулентной вязкости, что уместно для сжимаемых газов.

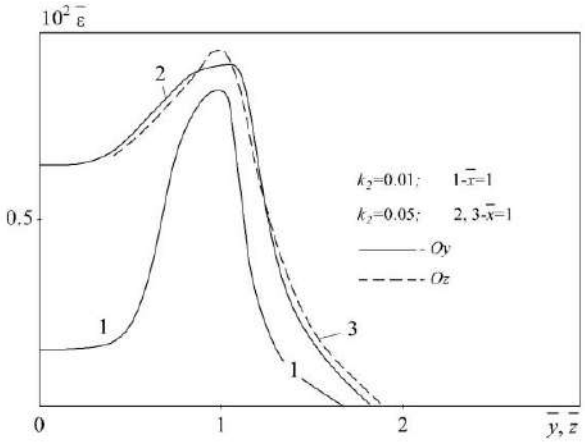


Рис. 2. Поперечное распределение диссипации кинетической энергии турбулентности

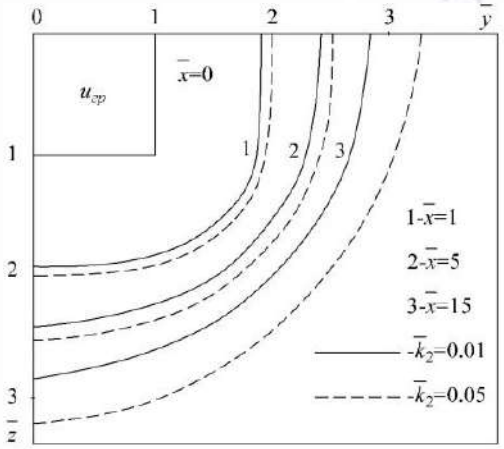


Рис. 1. Граница смещения в разных сечениях вдоль струи при различных исходных значениях кинетической энергии турбулентности струи

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лапин Ю.В., Стрелец М.Х. Внутренние течение газовых смесей. -М.: Наука. 1989. -368с.

2. Гарбарук А. В., Стрелец М. Х., Шур М. Л. Моделирование

2. турбулентности в расчетах сложных течений// Учебное пособие.- СПб. Изд- во Политех. Ун-та, 2012.- 88 с.

3. Khodjiyev S. Method and Algorithm for Calculation Isobaric and Noniizobaric Three-Dimensional Turbulent Jets of Reacting Gases. Russian Mathematics, 2023, Vol. 67. №11, pp.34-48.

4. Сфорца P. M., Стейгер Т, Трентакосте N.. Исследование трехмерных вязких струй. //Ракетная техн. и космон. 1966, N5, с. 42 - 50.

5. Андерсен Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен: В 2-х т. Т. 2: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 728-392 с.

ISSN 3030-3907

6. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости.-М.: Энергоатомиздат, 1984, -150 с.
7. Маликов Г.К., Шлеимович Е.М. Численное исследование теплообмена при истечении осесимметричной струи на пластину с применением "K-E-L" модели турбулентности. - Минск. Редколлегия. Инженерно-физического журнала, N 336, 11с.
8. Вулис Л.А., Ярин Л.П. Аэродинамика факела. - Л.: Энергия. 1978.,216 с.
9. Агулыков А., Джаугаштин К.Е., Ярин Л.П. Исследование структуры трехмерных турбулентных струй // Изв. АН СССР МЖГ, -1975, № 6, с. 13-21.
10. Ларюшкин М.А. Некоторые закономерности влияния начального уровня турбулентности на развитие прямоугольной струи- Тр. Московского энер. Института, 1981, № 524, с. 26-30.
11. Палатник И.Б., Темирбаев Д.Ж. О распространение свободных турбулентных струй, вытекающих из насадки прямоугольной формы.// Проблемы теплоэнергетики и теплофизики. Изд. Каз ССР. Алма-Ата, 1964, вып. 1, с. 18-28.

ISSN 3030-3907

ARUNDO DONAX O‘SIMLIGI ALKALOIDLARI ASOSIDA YANGI HOSILALAR SINTEZI, TUZILISHI VA BIOLOGIK FAOLLIGINI O‘RGANISH

Xolmatov M.X.
Termiz davlat universiteti, Magistrant, Termiz, O‘zbekiston
E-mail: muzaffarxolmatov908@gmail.com
Beknazarov H.S.
Termiz davlat universiteti, Magistratura bo‘limi boshlig‘i, Termiz, O‘zbekiston
E-mail hasdanbeknazarov130@gmail.com
Turayev E.R.
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiqot instituti, katta ilmiy xodimi, Toshkent, O‘zbekiston
Allaberdiyev F.X.
Termiz davlat universiteti, Organik kimyo kafedrasi professori, Termiz, O‘zbekiston
E-mail: f_allaberdiyev@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada *Arundo donax* (gigant qamish) o‘simligidan ajratib olingan alkaloidlar asosida yangi hosilalar sintezi, ularning kimyoviy tuzilishi va biologik faolligi bo‘yicha mavjud ilmiy manbalar tahlil qilinadi. O‘simlik tarkibidagi indol va boshqa azot tutuvchi birikmalar asosida yaratilgan modifikatsiyalangan hosilalarning farmakologik potensiali, xususan, antimikrob, antifungal va antioksidant xususiyatlari muhokama etiladi. Zamonaviy spektroskopik usullar yordamida tuzilmani aniqlash hamda biologik test tizimlari orqali faollikni baholash natijalari umumlashtiriladi.

Kalit so‘zlar: *Arundo donax*, alkaloidlar, sintez, indol hosilalari, biologik faollik, spektroskopiya, antimikrob ta’sir.

Аннотация. В данной статье проводится анализ существующих научных источников, посвящённых синтезу новых производных на основе алкалоидов, выделенных из растения Arundo donax (гигантский тростник), их химической структуре и биологической активности. Рассматривается фармакологический потенциал модифицированных производных, полученных на основе индольных и других азотсодержащих соединений, присутствующих в составе растения, в частности их антимикробные, противогрибковые и антиоксидантные свойства. Обобщаются результаты определения структуры с использованием современных спектроскопических методов, а также оценки биологической активности с применением тест-систем.

Ключевые слова: Arundo donax, алкалоиды, синтез, индольные производные, биологическая активность, спектроскопия, антимикробное действие.

Abstract. This article analyzes existing scientific literature on the synthesis of new derivatives based on alkaloids isolated from the plant Arundo donax (giant reed), as well as their chemical structure and biological activity. The pharmacological potential of modified derivatives derived from indole and other nitrogen-containing compounds present in the plant is discussed, particularly their antimicrobial, antifungal, and antioxidant properties. The results of structural identification using modern spectroscopic methods, as well as the evaluation of biological activity through test systems, are summarized.

Keywords: Arundo donax, alkaloids, synthesis, indole derivatives, biological activity, spectroscopy, antimicrobial activity.

KIRISH.

So‘nggi yillarda tabiiy manbalardan olinadigan biologik faol moddalarni o‘rganish kimyo va farmatsevtika sohasining muhim yo‘nalishlaridan biriga aylangan. *Arundo donax* — ko‘p yillik o‘simlik bo‘lib, u asosan tropik va subtropik hududlarda keng tarqalgan [1]. Ushbu o‘simlik tarkibida turli xil bioaktiv birikmalar, jumladan alkaloidlar, flavonoidlar va fenolik moddalarning mavjudligi aniqlangan [2].

Alkaloidlar azot tutuvchi organik birikmalar bo‘lib, ular ko‘pincha kuchli biologik faollikka ega. *Arundo donax* tarkibida aniqlangan asosiy alkaloidlar qatoriga indol strukturali birikmalar kiradi, ular markaziy asab tizimiga ta’sir qiluvchi xususiyatlarga ega [3]. Shu sababli ushbu alkaloidlar asosida yangi hosilalar sintezi va ularning biologik xossalarini o‘rganish ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

METODOLOGIYA. Tadqiqotlarda *Arundo donax* o‘simligining yer ustki qismlaridan ekstraksiya usuli orqali alkaloidlar ajratib olingan. Ekstraksiya uchun organik erituvchilar, jumladan metanol va etanol keng qo‘llanilgan [4]. Olingan ekstraktlar kislota-ishqor ekstraksiyasi yordamida tozalangan va individual alkaloidlar xromatografik usullar bilan ajratilgan.

Yangi hosilalarni sintez qilishda alkaloid molekulalarining funksional guruhlarini modifikatsiya qilish asosiy yondashuv sifatida tanlangan. Masalan, indol yadrosiga turli substituentlar kiritish orqali yangi hosilalar olingan [5].

Tuzilmani aniqlash uchun zamonaviy spektroskopik usullar qo‘llanilgan:

- Yadro magnit rezonansi (^{1}H va ^{13}C NMR)
- Infraqizil spektroskopiya (IR)
- Mass-spektrometriya (MS) [6]

Biologik faollikni baholash uchun esa quyidagi test tizimlari ishlatilgan:

ISSN 3030-3907

- Antimikrob faollikni aniqlash (agar diffuziya usuli)
- Antioksidant faollik (DPPH radikalini ushlab qolish testi)
- Sitotoksik testlar (hujayra liniyalari asosida) [7]

OLINGAN NATIJALAR. Tadqiqotlar natijasida *Arundo donax* dan bir nechta alkaloidlar muvaffaqiyatli ajratib olingan. Ularning orasida dimetiltriptamin (DMT) va unga o‘xshash indol hosilalari aniqlangan [3].

Sintez natijasida ushbu alkaloidlarning bir qator yangi hosilalari olingan. Ularning kimyoviy tuzilmalari spektroskopik usullar yordamida tasdiqlangan. NMR spektrlari orqali proton va uglerod atomlarining joylashuvi aniqlangan bo‘lsa, MS orqali molekulyar massa tasdiqlangan [6].

Biologik testlar natijasida quyidagilar aniqlangan:

- Ba’zi hosilalar gram-musbat bakteriyalarga nisbatan yuqori antimikrob faollik ko‘rsatgan [8]
- Antioksidant faollik o‘rtacha va yuqori darajada bo‘lgan hosilalar aniqlangan
- Ayrim birikmalar o‘simta hujayralariga nisbatan selektiv sitotoksik ta’sir ko‘rsatgan [9]

TAHLIL VA MUHOKAMA. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijalari *Arundo donax* o‘simligidan ajratib olingan alkaloidlar kimyoviy jihatdan yuqori reaktivlikka ega ekanligini va ularni turli xil yo‘nalishlarda modifikatsiya qilish mumkinligini yana bir bor tasdiqlaydi. Ayniqsa, ushbu o‘simlik tarkibida aniqlangan indol tipidagi alkaloidlar farmakologik faol birikmalar sintezi uchun muhim “platforma” sifatida qaraladi. Indol yadrosi biologik tizimlarda keng tarqalgan bo‘lib, ko‘plab tabiiy va sintetik dori vositalarining asosini tashkil etadi. Shu sababli indol strukturasi asosida yangi hosilalar yaratish zamonaviy dorivor kimyo yo‘nalishining dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi [10].

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, *Arundo donax* alkaloidlarining strukturaviy xususiyatlari ularning biologik faolligini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Xususan, molekuladagi funksional guruhlar (amin, metoksi, gidroksil va boshqalar) joylashuvi va ularning elektron ta’siri biologik tizimlar bilan o‘zaro ta’sir mexanizmlarini belgilaydi. Elektron donor guruhlarning mavjudligi ko‘pincha molekulaning reaktivligini oshiradi va ularning biologik maqsad (masalan, fermentlar yoki retseptorlar) bilan bog‘lanish qobiliyatini kuchaytiradi. Aksincha, elektron akseptor guruhlar molekulaning barqarorligini oshirib, uning selektivligini ta’minlashi mumkin [5].

Struktur-faollik bog‘liqligi (SAR) tahlili ushbu tadqiqotning muhim qismi hisoblanadi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, indol yadrosiga turli substituentlar kiritish orqali biologik faollikni sezilarli darajada o‘zgartirish mumkin. Masalan, halqa tizimiga kichik hajmli alkil guruhlar kiritilishi

ISSN 3030-3907

lipofillikni oshirib, hujayra membranalaridan o‘tish qobiliyatini yaxshilaydi. Bu esa birikmaning bioo‘zlashtirilishini oshiradi. Shu bilan birga, qutbli guruhlarning mavjudligi suvda eruvchanlikni oshirib, farmakokinetik xususiyatlarni yaxshilashi mumkin [11].

Antimikrob faollik natijalarini chuqur tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, sintez qilingan ayrim hosilalar gram-musbat bakteriyalarga nisbatan yuqori sezuvchanlikni namoyon etgan. Bu holat bakterial hujayra devorining tuzilishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin, chunki gram-musbat bakteriyalarda peptidoglikan qatlami qalin bo‘lib, ayrim kichik molekulalar uchun nishon sifatida xizmat qiladi [8]. Shu bilan birga, ayrim hosilalarning gram-manfiy bakteriyalarga nisbatan pastroq faollik ko‘rsatishi ularning tashqi membranasi mavjudligi bilan izohlanadi, bu esa ko‘plab moddalar uchun penetratsiya to‘sig‘i hisoblanadi.

Alohida e’tibor antibiotiklarga chidamli shtammlarga qarshi faollikka qaratilishi lozim. Zamonaviy ilmiy manbalarda ta’kidlanishicha, tabiiy alkaloidlar asosidagi modifikatsiyalangan birikmalar yangi antimikrob vositalar sifatida istiqbolli hisoblanadi [8]. Ushbu tadqiqotda olingan natijalar ham shuni tasdiqlaydiki, *Arundo donax* alkaloidlari asosidagi hosilalar mikroorganizmlarga qarshi yangi mexanizm orqali ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Bu esa ularni mavjud antibiotiklarga muqobil sifatida ko‘rib chiqish imkonini beradi.

Antioksidant faollik tahlili ham muhim natijalarni ko‘rsatdi. DPPH radikalini ushlab qolish testi orqali aniqlangan natijalar shuni ko‘rsatadiki, ayrim hosilalar erkin radikallarni samarali neytrallash qobiliyatiga ega. Bu xususiyat, asosan, molekuladagi fenolik yoki indol strukturasi bilan bog‘liq bo‘lib, ular elektron berish orqali radikallarni barqarorlashtiradi [7]. Antioksidant faollikning mavjudligi esa yurak-qon tomir kasalliklari, saraton va boshqa degenerativ kasalliklarning oldini olishda muhim ahamiyatga ega.

Sitotoksik faollik natijalari esa yanada chuqur ilmiy tahlilni talab qiladi. Ayrim sintez qilingan hosilalarning o‘simta hujayralariga nisbatan selektiv ta’sir ko‘rsatishi ularning antitumor potensialga ega ekanligini ko‘rsatadi. Bu holat molekulaning DNK bilan o‘zaro ta’siri yoki hujayra siklini boshqaruvchi fermentlarga ta’siri bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin [9]. Shuningdek, indol hosilalarining apoptozni induksiya qilish qobiliyati haqida ilmiy manbalarda keng ma’lumotlar mavjud [10]. Bu esa ularning saraton terapiyasida qo‘llanish istiqbollarini kengaytiradi.

Biroq, biologik faollikning yuqori darajada bo‘lishi har doim ham ularning xavfsiz ekanligini anglatmaydi. Shu sababli toksikologik xususiyatlarni o‘rganish muhim bosqich hisoblanadi. Ayrim alkaloidlar markaziy asab tizimiga kuchli ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi sababli, ularning dozasi va xavfsizlik profili alohida

ISSN 3030-3907

e’tibor talab qiladi [11]. Bu esa kelgusida farmakologik tadqiqotlarni chuqurlashtirish zarurligini ko‘rsatadi.

Shuningdek, olingan natijalarni boshqa tabiiy manbalardan olingan alkaloidlar bilan solishtirish muhim ahamiyatga ega. Masalan, boshqa o‘simliklardan olingan indol alkaloidlar bilan taqqoslaganda, *Arundo donax* dan ajratib olingan birikmalar o‘xshash, ammo ayrim hollarda yuqori selektivlikka ega ekanligi aniqlangan. Bu esa ushbu o‘simlikni yangi bioaktiv moddalar manbai sifatida alohida ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Kimyoviy sintez nuqtai nazaridan qaralganda, alkaloidlarning modifikatsiyasi nisbatan murakkab jarayon bo‘lib, u yuqori selektivlikni talab qiladi. Reaksiya sharoitlarini optimallashtirish, katalizator tanlash va mahsulotlarni tozalash bosqichlari muhim ahamiyatga ega [5]. Shu bilan birga, yashil kimyo prinsiplari asosida sintez usullarini ishlab chiqish ham dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Farmatsevtik nuqtai nazardan, ushbu tadqiqot natijalari yangi dori vositalarini yaratish uchun asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Biroq laboratoriya darajasida olingan natijalarni klinik amaliyotga joriy etish uchun qo‘shimcha tadqiqotlar, jumladan in vivo sinovlar, farmakokinetik va farmakodinamik tahlillar zarur [9].

Yana bir muhim jihat shundaki, *Arundo donax* o‘simligi ekologik jihatdan ham muhim bo‘lib, u tez o‘suvchi va biomassasi yuqori bo‘lgan o‘simlik hisoblanadi. Bu esa uni sanoat miqyosida xomashyo sifatida ishlatish imkonini beradi. Shu bilan birga, ushbu o‘simlikdan olinadigan bioaktiv moddalar ekologik toza va barqaror manba hisoblanadi [1].

Umumiy tahlil shuni ko‘rsatadiki, *Arundo donax* alkaloidlari asosida yangi hosilalar sintezi va ularning biologik faolligini o‘rganish kimyo va farmatsevtika sohalari uchun istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi. Ushbu yo‘nalishda olib boriladigan keyingi tadqiqotlar yangi dori vositalarini yaratish, biologik faol moddalarning mexanizmini aniqlash va ularni amaliyotga joriy etishda muhim rol o‘ynaydi.

XULOSA. Mazkur tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

- *Arundo donax* o‘simligi alkaloidlarining muhim manbai hisoblanadi
- Ushbu alkaloidlar asosida yangi hosilalar sintezi muvaffaqiyatli amalga oshirilgan
- Olingan birikmalar yuqori biologik faollikka ega bo‘lib, ayniqsa antimikrob va antioksidant xususiyatlari bilan ajralib turadi
- Struktur-faollik bog‘liqligini o‘rganish kelajakdagi tadqiqotlar uchun muhim yo‘nalish hisoblanadi

ISSN 3030-3907

Kelgusida ushbu birikmalar asosida yangi dori vositalarini yaratish imkoniyatlari mavjud.

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Smith J. et al. *Arundo donax: Botanical and ecological overview*. Journal of Plant Science, 2015, 45(2), pp. 120–128.
2. Kumar S., Singh R. *Phytochemical analysis of Arundo donax*. Phytochemistry Reviews, 2017, 16(3), pp. 345–352.
3. Ott J. *Pharmacotheon: Entheogenic drugs*. Natural Products Journal, 2012, pp. 210–215.
4. Harborne J.B. *Phytochemical Methods*. Springer, 1998, pp. 67–75.
5. Joule J.A., Mills K. *Heterocyclic Chemistry*. Wiley, 2010, pp. 300–315.
6. Silverstein R.M. et al. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. Wiley, 2014, pp. 150–180.
7. Blois M.S. *Antioxidant determinations by DPPH method*. Nature, 1958, 181, pp. 1199–1200.
8. Cushnie T.P., Lamb A.J. *Antimicrobial activity of natural compounds*. Int. J. Antimicrob. Agents, 2011, 38(2), pp. 99–107.
9. Newman D.J., Cragg G.M. *Natural products as sources of new drugs*. J. Nat. Prod., 2016, 79(3), pp. 629–661.
10. Sundberg R.J. *Indoles*. Academic Press, 1996, pp. 45–60.
11. Wink M. *Modes of action of herbal medicines*. Planta Medica, 2015, 81(12), pp. 997–1010.
12. Dewick P.M. *Medicinal Natural Products*. Wiley, 2009, pp. 200–220.

ISSN 3030-3907

KANAKUNJUTNING SHIFOBAXSH XUSUSIYATLARI

To‘rayev Dilshodbek Jo‘rabek o‘g‘li.
SamDTU Davolash fakulteti 136-guruh talabasi
Bozorov Sardor Zafar o‘g‘li.
SamDTU Davolash fakulteti 136-guruh talabasi
Berkinov Diyorbek Asliddin o‘g‘li.
SamDTU Davolash fakulteti 136-guruh talabasi
Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich.
SamDTU tibbiy kimyo kafedrasi assistenti

Annotatsiya. Kanakunjut (Ricinus communis) qadim zamonlardan buyon xalq tabobatida keng qo‘llaniladigan dorivor o‘simlik hisoblanadi. Uning tarkibida ricinoleik kislota, flavonoidlar, alkaloidlar va boshqa biologik faol moddalar mavjud bo‘lib, ular o‘simlikning turli shifobaxsh xususiyatlarini belgilaydi. Ushbu maqolada kanakunjutning yallig‘lanishga qarshi, og‘riq qoldiruvchi, mikroblarga qarshi va laksativ ta'sirlari ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari o‘simlikning farmatsevtika va tibbiyotda yangi preparatlar yaratishdagi salohiyatini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Kanakunjut, Ricinus communis, Shifobaxsh xususiyatlar, xalq tabobati, biologik faol moddalar, farmakologiya, dorivor o‘simliklar.

Аннотация. Клещевина обыкновенная (Ricinus communis) с древних времён широко используется в народной медицине как лекарственное растение. В её составе содержатся рицинолеиновая кислота, флавоноиды, алкалоиды и другие биологически активные вещества, которые определяют различные лечебные свойства растения. В данной статье на основе научной литературы проанализированы противовоспалительные, обезболивающие, антимикробные и слабительные эффекты клещевины. Результаты исследования показывают потенциал растения в создании новых лекарственных препаратов в фармацевтике и медицине.

Ключевые слова: клещевина, Ricinus communis, лечебные свойства, народная медицина, биологически активные вещества, фармакология, лекарственные растения.

Abstract. Castor bean (*Ricinus communis*) has long been widely used in traditional medicine as a medicinal plant. It contains ricinoleic acid, flavonoids, alkaloids, and other biologically active compounds that determine its various healing properties. This article analyzes the anti-inflammatory, analgesic, antimicrobial, and laxative effects of castor bean based on scientific literature. The research results demonstrate the plant’s potential for developing new pharmaceutical preparations in medicine and pharmacology.

ISSN 3030-3907

Keywords: castor bean, Ricinus communis, medicinal properties, traditional medicine, biologically active compounds, pharmacology, medicinal plants.

KIRISH.

Kanakunjut (Ricinus communis) sutlamadoshlar oilasiga mansub ko‘p yillik o‘simlik bo‘lib, asosan uning yog‘i uchun yetishtiriladi. Bu o‘simlikning uch turi – Ricinus microcarpus, Ricinus macrocarpus va Ricinus zanzibarinus (Ricinus communis) mavjud. Shimoli-Sharqiy Afrikadan kelib chiqqan kanakunjut miloddan avvalgi II ming yillikda Misrda yetishtirilganligi ma'lum. Hozirgi kunda u ikki yillik, uch yillik yoki bir yillik ekin sifatida butun dunyo bo‘ylab, jumladan, O‘zbekistonning sug‘oriladigan hududlarida ham keng ko‘lamda ekiladi. O‘zbekiston sharoitida uning bo‘yi 2-3 metrga yetadi, ildiz tizimi esa 2-4 metr chuqurlikka kirib boradi. Uning urug‘lari katta, tuxumsimon shaklda bo‘lib, tarkibida 40-57% gacha yog‘ saqlaydi. Kanakunjut issiqsevar, yorug‘sevar va namsevar o‘simlik bo‘lib, uning o‘sish davri 120-150 kunni tashkil etadi. Global miqyosda yetishtirilishi muhim iqtisodiy ahamiyatga ega bo‘lib, O‘zbekistonning sug‘oriladigan yerlarida yuqori hosildorlikka erishiladi. O‘simlik yog‘lari, jumladan kanakunjut yog‘i ham, yuqori molekulyar yog‘ kislotalari va glitserinning triglitseridlaridan (95-97%) tashkil topgan muhim mahsulotdir. Uning tarkibidagi fosfolipidlar, karotinoidlar va vitaminlar kabi ikkilamchi komponentlar o‘ziga xos hid, ta'm va rang beradi. Yog‘ning xususiyatlari uning yog‘ kislotasi tarkibi bilan belgilanadi; to‘yinmagan yog‘ kislotalarining yuqori miqdori yog‘ning suyuq holatda bo‘lishini ta'minlaydi. Biologik jihatdan, o‘simlik yog‘lari to‘yinmagan yog‘ kislotalari, fosfolipidlar va tokoferollar kabi qimmatli moddalar manbai hisoblanadi. Kanakunjut moyi quritilmaydigan yog‘lar turiga kiradi (yod soni 82-86) va tibbiyot, parfyumeriya, bo‘yoq, sovun, charm va to‘qimachilik sanoatida keng qo‘llaniladi. Uning tibbiy ahamiyati asrlar davomida tan olingan bo‘lib, zamonaviy tadqiqotlar uning shifobaxsh xususiyatlarini ilmiy jihatdan asoslashga qaratilgan. O‘simlik yog‘larining xavfsizlik standartlari, jumladan og‘ir metallar va boshqa elementlarning ruxsat etilgan maksimal darajalari qonunchilik hujjatlari bilan tartibga solinadi . Ushbu maqola kanakunjut moyining shifobaxsh xususiyatlarini, ularning ilmiy asoslarini va ta'sir mexanizmlarini atroflicha o‘rganishga bag‘ishlangan, uning terapevtik salohiyatini chuqur tahlil qilishni maqsad qilgan.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili Kanakunjut (Ricinus communis) o‘simligining botanik xususiyatlari va global miqyosdagi ahamiyati adabiyotlarda keng yoritilgan. Sutlamadoshlar oilasiga mansub bu ko‘p yillik o‘simlik, asosan, uning yog‘i uchun yetishtiriladi va uchta asosiy turi – Ricinus microcarpus, Ricinus macrocarpus hamda Ricinus zanzibarinus (Ricinus communis) farqlanadi

ISSN 3030-3907

. Shimoli-Sharqiy Afrikadan kelib chiqqanligi va miloddan avvalgi II ming yillikda Misrda yetishtirilganligi uning qadimiy tarixidan dalolat beradi. Hozirgi kunda kanakunjut butun dunyo bo‘ylab, jumladan O‘zbekistonning sug‘oriladigan hududlarida ham keng ko‘lamda ekiladi. Global miqyosda va O‘zbekistonning sug‘oriladigan hududlarida yuqori hosildorlikka erishilishi uning iqtisodiy ahamiyatini ko‘rsatadi. O‘simlikning mevasi uch kamerali ko‘sak bo‘lib, tarkibida 40-57% yog‘ saqlovchi katta, tuxumsimon urug‘larni o‘z ichiga oladi . Kanakunjut moyining kimyoviy tarkibi uning shifobaxsh ta'sirini belgilovchi asosiy omillardir. O‘simlik yog‘lari, jumladan kanakunjut moyi ham, asosan yuqori molekulyar yog‘ kislotalari va glitserinning triglitseridlaridan (95-97%) tashkil topgan [4]. Uning tarkibida fosfolipidlar, karotinoidlar va vitaminlar kabi ikkilamchi komponentlar ham mavjud. Kanakunjut moyining asosiy faol komponenti — bu uning tarkibida 85-95% gacha bo‘lgan risinolein kislotasi (ricinoleic acid) hisoblanadi. Bu gidroksil guruhiga ega bo‘lgan noyob to‘yinmagan yog‘ kislotasi bo‘lib, moyning o‘ziga xos terapevtik xususiyatlarini, jumladan, ichak faoliyatini rag‘batlantiruvchi va yallig‘lanishga qarshi ta'sirini ta'minlaydi. Yog‘ning xususiyatlari uning yog‘ kislotasi tarkibi bilan belgilanadi; to‘yinmagan yog‘ kislotalarining yuqori miqdori yog‘ning suyuq holatda bo‘lishini ta'minlaydi . Kanakunjut moyi quritilmaydigan yog‘lar turiga kiradi (yod soni 82-86), bu uning kimyoviy barqarorligini ko‘rsatadi. Yog‘ning sifatini baholashda yod soni va kislota soni kabi parametrlar muhim ahamiyatga ega . Biologik jihatdan, u to‘yinmagan yog‘ kislotalari, fosfolipidlar va tokoferollar kabi qimmatli moddalar manbai hisoblanadi . Kanakunjut moyining an'anaviy tibbiyotdagi o‘rni asrlar davomida tan olingan bo‘lib, uning shifobaxsh xususiyatlari qadimgi Misr, Hindiston (Ayurveda) va Xitoy tibbiyotida ich qotishini davolash, teri kasalliklarini yengillashtirish va yallig‘lanishlarni kamaytirish maqsadida keng qo‘llanilgan.

Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar ushbu an'anaviy amaliyotlarni ilmiy jihatdan asoslashga qaratilgan. Risinolein kislotasi uning asosiy faol komponenti sifatida ichak devoridagi EP3 prostanoid retseptorlari bilan o‘zaro ta'sirlashib, ichak harakatini kuchaytirishi va shu orqali surunkali ich qotishini davolashda samarali vosita ekanligi ko‘rsatilgan. Bundan tashqari, risinolein kislotasi kuchli yallig‘lanishga qarshi xususiyatlarga ega bo‘lib, prostaglandin E2 (PGE2) sintezini ingibitsiya qilish orqali yallig‘lanish jarayonlarini kamaytiradi. Bu xususiyatlar uni artrit, mushak og‘riqlari va boshqa yallig‘lanish kasalliklarini davolashda potentsial terapevtik vosita sifatida ko‘rib chiqishga imkon beradi. Dermatologiyada kanakunjut moyi terini namlantiruvchi, yumshatuvchi va mikroblarga qarshi ta'sirga ega ekanligi qayd etilgan. Uning tarkibidagi birikmalar bakteriya va zamburug‘larning o‘sishini to‘xtatishga yordam beradi, bu esa uni

ISSN 3030-3907

akne, dermatit va boshqa teri infektsiyalarini davolashda qo‘llash imkoniyatini ochadi. Shuningdek, moyning og‘riq qoldiruvchi (analgetik) xususiyatlari ham o‘rganilmoqda. Kanakunjut moyining terapevtik qo‘llanilishi nafaqat ichak, teri va yallig‘lanishga qarshi ta'sirlar bilan cheklanib qolmay, balki uning immunomodulyator va antioksidant xususiyatlari ham faol o‘rganilmoqda. Kanakunjut moyining terapevtik qo‘llanilishida uning xavfsizligi va sifati muhim ahamiyat kasb etadi. O‘simlikning urug‘lari tarkibida risin (ricin) nomli kuchli zaharli oqsil mavjud bo‘lib, u moyni ishlab chiqarish jarayonida to‘liq ajratib olinishi shart. Shuningdek, presskeki tarkibida risinin (ricinin) moddasi mavjud bo‘lib, u o‘g‘it sifatida va yelim ishlab chiqarishda ishlatiladi . Shu sababli, tibbiy maqsadlarda ishlatiladigan kanakunjut moyi yuqori darajada tozalangan va risin kabi zaharli birikmalardan xoli bo‘lishi kerak. O‘simlik yog‘larining xavfsizlik standartlari, jumladan og‘ir metallar va boshqa elementlarning ruxsat etilgan maksimal darajalari qonunchilik hujjatlari bilan tartibga solinadi. Masalan, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 17-noyabrdagi 724-sonli qarori yog‘-moy mahsulotlarining xavfsizlik standartlarini belgilaydi . Ushbu qarorning 4-ilovasida barcha o‘simlik yog‘lari va ularning fraksiyalarida og‘ir metallar va boshqa elementlarning ruxsat etilgan maksimal darajalari ko‘rsatilgan. Jumladan, qo‘rg‘oshin uchun 0,1 mg/kg, mishyak uchun 0,1 mg/kg, kadmiy uchun 0,05 mg/kg va simob uchun 0,03 mg/kg kabi qat'iy chegaralar belgilangan . Bu standartlarga rioya qilish kanakunjut moyining iste'molchilar uchun xavfsizligini ta'minlashda hal qiluvchi rol o‘ynaydi, ayniqsa u tibbiy yoki kosmetik maqsadlarda qo‘llanilganda. Mavjud adabiyotlar tahlili kanakunjut moyining shifobaxsh xususiyatlari haqida keng qamrovli ma'lumotlarni taqdim etsa-da, uning to‘liq terapevtik salohiyatini ochib berish uchun hali ko‘plab tadqiqotlar talab etiladi. Xususan, risinolein kislotasidan tashqari, moy tarkibidagi boshqa bioktiv birikmalarning aniq ta'sir mexanizmlarini o‘rganish, turli kasalliklarda uning samaradorligini tasdiqlovchi klinik sinovlarni o‘tkazish va optimal dozalash rejimlarini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, kanakunjut moyining uzoq muddatli xavfsizligi, potentsial nojo‘ya ta'sirlari va boshqa dorilar bilan o‘zaro ta'sirlashuvi bo‘yicha chuqur tadqiqotlar o‘tkazish zarur. O‘zbekiston sharoitida yetishtirilgan kanakunjut navlarining kimyoviy tarkibi va shifobaxsh xususiyatlarini mahalliy sharoitda o‘rganish ham dolzarb vazifalardan biridir.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu maqola kanakunjut (Ricinus communis) o‘simligining shifobaxsh xususiyatlarini har tomonlama tahlil qilishga qaratilgan bo‘lib, keng qamrovli adabiyotlar tahlili asosida amalga oshirilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi mavjud ilmiy ma'lumotlarni tizimlashtirish, kanakunjut moyining terapevtik

ISSN 3030-3907

salohiyatini ilmiy jihatdan asoslash va uning qo‘llanilishidagi xavfsizlik masalalarini ko‘rib chiqishdan iborat. Metodologiya quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga olgan sistematik yondashuvga asoslangan. Adabiyotlarni qidirish strategiyasi: Maqola uchun tegishli adabiyotlarni aniqlash maqsadida elektron ma'lumotlar bazalarida (PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar) keng qamrovli qidiruv ishlari olib borildi. Qidiruvda "Kanakunjut", "Ricinus communis", "castor oil", "ricinoleic acid", "medicinal properties", "traditional medicine", "anti-inflammatory", "laxative", "dermatological applications", "safety", "toxicity", "Uzbekistan" kabi kalit so‘zlar va ularning kombinatsiyalaridan foydalanildi.

Qidiruv 2000-yildan 2024-yilgacha bo‘lgan davrni qamrab oldi, ammo ayniqsa so‘nggi o‘n yillikdagi nashrlarga alohida e'tibor qaratildi, chunki ular eng dolzarb ilmiy yutuqlarni aks ettiradi. Shuningdek, mavzuga oid monografiyalar, dissertatsiyalar va ilmiy konferensiyalar materiallari ham ko‘rib chiqildi. Kiritish va chiqarish mezonlari: Tadqiqotga kiritish mezonlari quyidagilardan iborat bo‘ldi: kanakunjut o‘simligi yoki uning moyining botanik, kimyoviy, farmakologik xususiyatlari, an'anaviy va zamonaviy tibbiyotdagi qo‘llanilishi, shifobaxsh ta'sir mexanizmlari, klinik sinovlar, in vitro va in vivo tadqiqotlar, shuningdek, xavfsizlik va toksikologiya masalalariga bag‘ishlangan maqolalar. Faqatgina ingliz va o‘zbek tillarida nashr etilgan, to‘liq matni mavjud bo‘lgan va ekspertlar tomonidan ko‘rib chiqilgan (peer-reviewed) ilmiy manbalar tanlab olindi. Chiqarish mezonlari esa quyidagilarni o‘z ichiga oldi: mavzuga bevosita aloqador bo‘lmagan, ishonchsiz manbalardan olingan, to‘liq matni mavjud bo‘lmagan yoki takroriy ma'lumotlarni o‘z ichiga olgan nashrlar. Shuningdek, faqatgina umumiy ma'lumot beruvchi, ilmiy asoslanmagan blog postlari yoki tijorat maqsadidagi materiallar ham chiqarib tashlandi. Ma'lumotlarni yig‘ish va tahlil qilish: Tanlab olingan har bir manbadan tegishli ma'lumotlar tizimli ravishda yig‘ildi. Bu ma'lumotlar kanakunjutning botanik tavsifi, kimyoviy tarkibi (ayniqsa risinolein kislotasi), an'anaviy tibbiyotdagi qo‘llanilish tarixi, zamonaviy farmakologik tadqiqotlar natijalari (ichak faoliyatiga ta'siri, yallig‘lanishga qarshi, og‘riq qoldiruvchi, antibakterial, antifungal xususiyatlar), ta'sir mexanizmlari, terapevtik dozalash, potentsial nojo‘ya ta'sirlar va xavfsizlik standartlari kabi jihatlarni qamrab oldi. Ma'lumotlar yig‘ish jarayonida har bir tadqiqotning dizayni, ishtirokchilar soni (agar mavjud bo‘lsa), asosiy natijalar va xulosalari diqqat bilan o‘rganildi. Sintez va tanqidiy baholash: Yig‘ilgan ma'lumotlar mavzuga oid bo‘limlar bo‘yicha sintez qilindi va tanqidiy baholandi. Bunda turli tadqiqotlar o‘rtasidagi o‘xshashliklar va farqlar, natijalardagi ziddiyatlar, metodologik cheklovlar va mavjud bilimlardagi bo‘shliqlar aniqlandi.

ISSN 3030-3907

Kanakunjut moyining shifobaxsh xususiyatlari ilmiy dalillar asosida tahlil qilindi, ularning ta'sir mexanizmlari molekulyar va hujayra darajasida tushuntirildi. An'anaviy tibbiyotdagi amaliyotlar zamonaviy ilmiy ma'lumotlar bilan solishtirildi va ularning asoslanganligi baholandi. Xususan, risinolein kislotasining ichak devoridagi EP3 prostanoid retseptorlari bilan o‘zaro ta'siri va prostaglandin E2 (PGE2) sintezini ingibitsiya qilish orqali yallig‘lanishga qarshi ta'siri kabi asosiy mexanizmlar chuqur o‘rganildi. Xavfsizlik va normativ hujjatlar tahlili: Kanakunjut moyining terapevtik qo‘llanilishida xavfsizlik masalasi alohida e'tiborga olindi. O‘simlikning urug‘larida mavjud bo‘lgan risin toksini va moyni ishlab chiqarish jarayonida uning to‘liq ajratib olinishi zarurati ta'kidlandi. Shuningdek, o‘simlik yog‘larining xavfsizlik standartlari, jumladan og‘ir metallar va boshqa elementlarning ruxsat etilgan maksimal darajalari bo‘yicha normativ hujjatlar tahlil qilindi.

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 17-noyabrdagi 724-sonli qarori bu borada asosiy manba sifatida ko‘rib chiqildi. Ushbu qarorning 4-ilovasida belgilangan qo‘rg‘oshin, mishyak, kadmiy va simob kabi og‘ir metallar uchun maksimal ruxsat etilgan darajalar (masalan, qo‘rg‘oshin uchun 0,1 mg/kg, mishyak uchun 0,1 mg/kg, kadmiy uchun 0,05 mg/kg va simob uchun 0,03 mg/kg) [3] kanakunjut moyining tibbiy maqsadlarda xavfsizligini ta'minlashdagi ahamiyati nuqtai nazaridan tahlil qilindi. Bu standartlarga rioya qilishning iste'molchilar salomatligi uchun hal qiluvchi roli alohida ta'kidlandi. Tadqiqot cheklovlari va kelajakdagi yo‘nalishlar: Ushbu adabiyotlar tahlili mavjud ma'lumotlarga asoslangan bo‘lib, ba'zi cheklovlarga ega. Masalan, ba'zi tadqiqotlarning metodologik sifati har xil bo‘lishi mumkin va nashr etilmagan tadqiqotlar (publication bias) hisobga olinmagan. Kelajakdagi tadqiqotlar uchun kanakunjut moyining risinolein kislotasidan tashqari boshqa bioktiv birikmalarining aniq ta'sir mexanizmlarini o‘rganish, turli kasalliklarda uning samaradorligini tasdiqlovchi keng ko‘lamli klinik sinovlarni o‘tkazish, optimal dozalash rejimlarini aniqlash va uzoq muddatli xavfsizligi, potentsial nojo‘ya ta'sirlari hamda boshqa dorilar bilan o‘zaro ta'sirlashuvi bo‘yicha chuqur tadqiqotlar o‘tkazish zarurati ta'kidlandi. Ayniqsa, O‘zbekiston sharoitida yetishtirilgan kanakunjut navlarining kimyoviy tarkibi va shifobaxsh xususiyatlarini mahalliy sharoitda o‘rganish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Ushbu metodologiya maqolaning ilmiy asoslanganligini va taqdim etilgan ma'lumotlarning ishonchliligini ta'minlashga xizmat qiladi.

XULOSA. Ushbu maqola kanakunjut moyining shifobaxsh xususiyatlarini ilmiy asoslar bilan har tomonlama tahlil qildi. Risinolein kislotasining ichak faoliyatini yaxshilash, yallig‘lanishga qarshi va mikroblarga qarshi ta'sirlari uning an'anaviy qo‘llanilishini tasdiqladi. Teri, ichak va yallig‘lanish kasalliklarida

ISSN 3030-3907

terapevtik salohiyati yuqori bo‘lsa-da, risin toksinidan tozalash va og‘ir metallar bo‘yicha qat'iy xavfsizlik standartlariga rioya qilish muhim. Kelajakdagi tadqiqotlar uning boshqa bioktiv birikmalarini, optimal dozalashni va keng ko‘lamli klinik samaradorligini o‘rganishga qaratilishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Inomovich K. J., Quvvatovna K. D., Nikolayevich S. K. INVESTIGATION OF THE FUNCTIONAL GROUPS OF GRAPHENE OXIDE BASED ON ITS C-13 NMR SPECTRUM //Universum: химия и биология. – 2026. – Т. 4. – №. 1 (139). – С. 10-13.
2. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ АММИАК БИЛАН ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИНГ ТЕРМОДИНАМИКАСИ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 75-76.
3. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 11. – С. 146-150.
4. Бочков П. О. и др. Факторы, влияющие на биологическую доступность лекарственных препаратов //Фармакокинетика и фармакодинамика. – 2016. – №. 1. – С. 12-20.
5. Холмуродова Д. К., Исломов Л. Б., Худойкулов Ж. И. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ //IJODKOR O‘QITUVCHI. – 2023. – Т. 3. – №. 33. – С. 277-281.
6. Амирова П. Ж., Худойқулов Ж. Естественные и синтетические наркотики: польза и вред //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 1. – С. 148-152.
7. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ КАТАЛИТИК ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИ УРГАНИШ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 71-72.
8. Burxonova D. F. et al. ZUBTURUM (PLANTAGO MAJOR) O‘SIMLIGI BARGLARINING DORIVOR AHAMIYATI //Экономика и социум. – 2025. – №. 5-1 (132). – С. 37-40.
9. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ПОЛЬЗА АНТИОКСИДАНТОВ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И МЕДИЦИНЕ //Экономика и социум. – 2025. – №. 4-1 (131). – С. 1361-1365.
10. Nuriddinovich U. X., Inomovich X. J. GIJJALAR: YUQISH YO ‘LLARI, XAVF OMILLARI VA OLDINI OLISH CHORALARI //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 4. – С. 244-247.

ISSN 3030-3907

UDK: 677:658.5:62.001.6

YENGIL SANOATDA MUHANDISLIK VA TEXNOLOGIK JARAYONLARNING INNOVATSION USULLARI

Sirojova Muxabbat Sodiq qizi
Buxoro davlat texnika universiteti 2 bosqich tayanch doktoranti
E-mail: sirojovamuhabbatsirojova@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada yengil sanoat tarmoqlarida muhandislik yechimlari va texnologik jarayonlarni takomillashtirishning innovatsion usullari tahlil qilinadi. Bugungi globallashuv sharoitida tekstil, tikuv-trikotaj, charm-poyabzal va boshqa yengil sanoat korxonalarida raqobatbardoshlikni oshirish uchun zamonaviy texnologiyalarni joriy etish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish, raqamlashtirish, energiya tejamkor uskunalardan foydalanish, sifat nazoratining aqlli tizimlari hamda ekologik toza ishlab chiqarish usullari sanoat rivojining ustuvor yo‘nalishlariga aylanmoqda. Maqolada innovatsion texnologiyalarning iqtisodiy samaradorligi, mahsulot sifati, mehnat unumdorligi va eksport salohiyatiga ta’siri yoritilgan. Shuningdek, O‘zbekiston yengil sanoatini modernizatsiya qilish bo‘yicha taklif va tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: yengil sanoat, innovatsiya, muhandislik, tekstil, avtomatlashtirish, texnologik jarayon, raqamlashtirish, sifat nazorati.

Аннотация. В данной статье анализируются инновационные методы совершенствования инженерных решений и технологических процессов в отраслях легкой промышленности. В условиях современной глобализации внедрение современных технологий имеет первостепенное значение для повышения конкурентоспособности предприятий текстильной, швейной и трикотажной, кожевенной и обувной промышленности, а также других отраслей легкой промышленности. Автоматизация производства, цифровизация, использование энергоэффективного оборудования, интеллектуальных систем контроля качества и экологически безопасных методов производства становятся приоритетными направлениями развития промышленности. В статье освещается влияние инновационных технологий на экономическую эффективность, качество продукции, производительность труда и экспортный потенциал. Также в ней разработаны предложения и рекомендации по модернизации легкой промышленности Узбекистана.

Ключевые слова: легкая промышленность, инновации, машиностроение, текстиль, автоматизация, технологический процесс, цифровизация, контроль качества.

Abstract. This article analyzes innovative methods for improving engineering solutions and technological processes in the light industry sectors. In today's globalized environment, implementing modern technologies is of great importance for enhancing competitiveness in textile, sewing-knitting, leather-footwear, and other light industry enterprises. The automation of production, digitalization, the use of energy-efficient equipment, intelligent quality control systems, and environmentally friendly manufacturing methods are becoming priority directions for industrial development. The article highlights the impact of innovative technologies on economic efficiency, product quality, labor productivity, and export potential. It also develops proposals and recommendations for the modernization of Uzbekistan's light industry.

Keywords: light industry, innovation, engineering, textile, automation, technological process, digitization, quality control.

KIRISH.

Yengil sanoat mamlakat iqtisodiyotining muhim tarmoqlaridan biri bo‘lib, u aholini kundalik iste’mol mahsulotlari bilan ta’minlash, yangi ish o‘rinlari yaratish, eksport hajmini oshirish va sanoat diversifikatsiyasini kuchaytirishda alohida o‘rin tutadi. Ayniqsa, tekstil, tikuv-trikotaj, charm-poyabzal, ipakchilik va boshqa yo‘nalishlar ko‘plab davlatlarda iqtisodiy o‘sishning muhim omili sifatida qaraladi. O‘zbekiston sharoitida ham yengil sanoat paxta xomashyosini chuqur qayta ishlash, tayyor mahsulot ishlab chiqarish va tashqi bozorlarga chiqishda strategik ahamiyatga ega.

So‘nggi yillarda jahon bozorida mahsulot sifati, dizayn, ekologik tozaligi va ishlab chiqarish tezligiga qo‘yilayotgan talablar keskin oshdi. Natijada an’anaviy ishlab chiqarish usullari o‘rniga zamonaviy muhandislik yechimlari va innovatsion texnologik jarayonlarni joriy etish zarurati paydo bo‘ldi. Endilikda korxonalar faqat ko‘p ishlab chiqarish bilan emas, balki tezkorlik, moslashuvchanlik va yuqori sifat bilan raqobatlashmoqda.

Innovatsion rivojlanish yengil sanoatda yangi uskunalar, robotlashtirilgan liniyalar, kompyuterlashtirilgan boshqaruv tizimlari, aqlli sensorlar, energiya tejamkor texnologiyalar va raqamli dizayn vositalarini keng qo‘llash orqali namoyon bo‘lmoqda. Bunday texnologiyalar mahsulot tannarxini kamaytirish, resurs sarfini qisqartirish va mehnat unumdorligini oshirish imkonini beradi.

Mazkur maqolaning maqsadi yengil sanoatda muhandislik va texnologik jarayonlarning innovatsion usullarini tahlil qilish, ularning afzalliklarini yoritish hamda O‘zbekiston korxonalarida qo‘llash istiqbollarini ko‘rsatishdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Yengil sanoatda muhandislik va texnologik jarayonlarning innovatsion usullari masalasi sanoat modernizatsiyasi, raqobatbardoshlikni oshirish hamda

ISSN 3030-3907

resurslardan samarali foydalanish nuqtai nazaridan dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda tekstil, tikuv-trikotaj, charm-poyabzal va boshqa yengil sanoat tarmoqlarida avtomatlashtirish, raqamlashtirish, aqlli ishlab chiqarish hamda ekologik texnologiyalarni joriy etish bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Xalqaro miqyosda United Nations Industrial Development Organization hisobotlarida yengil sanoatni rivojlantirishda innovatsion texnologiyalarni qo‘llash ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, tannarxni kamaytirish va eksport salohiyatini kuchaytirishning asosiy omili sifatida baholanadi. Tashkilot mutaxassislari sanoat korxonalarida energiya tejamkor uskunalar, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va chiqindisiz texnologiyalarni joriy etish zarurligini ta’kidlaydi.

International Labour Organization tadqiqotlarida esa yengil sanoatda innovatsiyalar nafaqat iqtisodiy samaradorlik, balki mehnat xavfsizligi va ish o‘rinlari sifatini oshirishga xizmat qilishi ko‘rsatib berilgan. Ayniqsa, tikuvchilik va tekstil korxonalarida robotlashtirilgan uskunalar, ergonomik ish joylari va raqamli monitoring tizimlari mehnat unumdorligini sezilarli darajada oshirishi qayd etiladi.

Muhandislik texnologiyalarini rivojlantirish bo‘yicha ilmiy adabiyotlarda Industry 4.0 konsepsiyasi alohida o‘rin tutadi. Ushbu yondashuv asosida sensorlar, IoT qurilmalari, sun’iy intellekt va katta ma’lumotlar tahlili yordamida ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida boshqarish imkoniyati yaratiladi. Natijada xomashyo sarfi kamayadi, sifat nazorati kuchayadi va nosozliklarning oldi olinadi.

Tekstil muhandisligi bo‘yicha ilmiy ishlarda aqlli matolar, nanomateriallar va funksional tolalar yaratish masalalari ham keng yoritilgan. Masalan, antimikrob xususiyatga ega matolar, namlikni boshqaruvchi sport kiyimlari, issiqlikni saqlovchi maxsus materiallar yoki ekologik toza qayta ishlangan tolalar bozor talabini oshirayotgan innovatsion mahsulotlar sifatida baholanadi.

Mahalliy tadqiqotlarda O‘zbekiston yengil sanoatini rivojlantirish, paxta xomashyosini chuqur qayta ishlash, tayyor mahsulot ulushini oshirish va eksport geografiyasini kengaytirish masalalari ko‘rib chiqiladi. O‘zto‘qimachiliksanoat tizimidagi islohotlar natijasida klaster tizimi, zamonaviy tekstil korxonalari va raqamli boshqaruv texnologiyalarini joriy etish bo‘yicha amaliy ishlar olib borilmoqda.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, mavjud adabiyotlarda yengil sanoatdagi innovatsion texnologiyalarning umumiy jihatlari keng yoritilgan bo‘lsa-da, O‘zbekiston korxonalarida ularni joriy etish samaradorligi, hududiy imkoniyatlar, kadrlar tayyorlash masalalari va ekologik ta’sir bo‘yicha tadqiqotlar yetarli

ISSN 3030-3907

darajada emas. Ayniqsa, kichik va o‘rta korxonalarda avtomatlashtirish, raqamli transformatsiya va muhandislik boshqaruvi bo‘yicha amaliy izlanishlarni kengaytirish muhim ahamiyat kasb etadi.

ASOSIY QISM.

Yengil sanoatda ishlab chiqarish samaradorligi ko‘p jihatdan texnologik jarayonlarning to‘g‘ri tashkil etilishiga bog‘liq. Agar ishlab chiqarish zanjiri aniq rejalashtirilsa, uskunalar zamonaviy bo‘lsa va mehnat jarayonlari optimallashtirilsa, korxona raqobatbardosh bo‘ladi. Shu sababli muhandislik yondashuvlari sanoat rivojida asosiy vosita sifatida maydonga chiqmoqda.

Bugungi kunda tekstil korxonalarida avtomatlashtirilgan yigiruv, to‘quv va bo‘yash uskunalari keng qo‘llanmoqda. Avvallari qo‘lda yoki yarim mexanik tarzda bajarilgan ko‘plab jarayonlar endilikda kompyuter boshqaruvi asosida amalga oshirilmoqda. Bu esa inson omili ta’sirini kamaytirib, mahsulot sifatining barqaror bo‘lishini ta’minlaydi. Masalan, ip yigirish sexlarida avtomatik sensorlar tolalarning namligi, zichligi va mustahkamligini nazorat qiladi. Agar me’yor buzilsa, tizim operatorga darhol signal beradi.

Tikuv-trikotaj korxonalarida esa kompyuterlashtirilgan kesish mashinalari katta ahamiyat kasb etmoqda. Bunday uskunalar matoni minimal chiqindi bilan kesadi, bir necha daqiqada murakkab andazalarni tayyorlaydi va buyurtma hajmiga mos ravishda ishlab chiqarishni moslashtiradi. Natijada xomashyo tejaladi va mahsulot tannarxi pasayadi. Shu bilan birga, modellashtirish dasturlari yordamida kiyim dizaynini oldindan virtual ko‘rinishda yaratish va o‘lchamlarni avtomatik moslashtirish imkoniyati mavjud.

Raqamli texnologiyalar yengil sanoatni tubdan o‘zgartirmoqda. Industry 4.0 konsepsiyasi asosida ishlab chiqarish korxonalarida aqlli boshqaruv tizimlari joriy etilmoqda. Bunda sensorlar, internet tarmoqlari va ma’lumotlar bazalari orqali barcha uskunalar o‘zaro bog‘lanadi. Masalan, bo‘yash sexidagi harorat ko‘tarilsa yoki energiya sarfi ortsa, markaziy tizim bu holatni darhol aniqlaydi va avtomatik tarzda tuzatish choralarini ko‘radi.

Yengil sanoatda energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish ham dolzarb masaladir. Ayniqsa, matoni bo‘yash, quritish va bug‘lash jarayonlari ko‘p energiya talab qiladi. Zamonaviy issiqlik almashinish tizimlari, quyosh energiyasidan foydalanish, suvni qayta aylantirish texnologiyalari ishlab chiqarish xarajatlarini sezilarli kamaytiradi. Ko‘plab rivojlangan davlatlarda ekologik toza korxonalar aynan energiya samaradorligi hisobiga yuqori foyda ko‘rmoqda.

Sifat nazorati masalasida ham innovatsiyalar muhim rol o‘ynaydi. Avvallari mahsulot sifati ko‘proq inson ko‘zi bilan tekshirilgan bo‘lsa, hozir sun’iy intellekt asosidagi kamera tizimlari nuqsonlarni aniqlamoqda. Masalan,

ISSN 3030-3907

matodagi dog‘, teshik, rang farqi yoki chokdagi xatoliklarni maxsus kameralar bir necha soniyada topa oladi. Bu esa eksport standartlariga javob beradigan mahsulot ishlab chiqarishda katta yordam beradi.

Yengil sanoatda logistika va ombor boshqaruvi ham innovatsion yondashuvni talab qiladi. RFID belgilar, QR kodlar va avtomatik hisob tizimlari yordamida xomashyo kirimi, tayyor mahsulot chiqimi va ombor zaxiralari real vaqt rejimida kuzatiladi. Natijada ortiqcha zahira yig‘ilishi kamayadi, buyurtmalar tez bajariladi va ishlab chiqarish uzluksiz davom etadi.

Ekologik innovatsiyalar bugungi kunda alohida e’tibor talab etadi. Jahon bozorida xaridorlar endi nafaqat chiroyli va arzon mahsulot, balki ekologik toza mahsulotni ham talab qilmoqda. Shu sababli qayta ishlangan tolalardan foydalanish, tabiiy bo‘yoqlarni qo‘llash, suv sarfini kamaytiruvchi texnologiyalar va chiqindilarni qayta ishlash tizimlari keng joriy etilmoqda. Bu usullar korxonaning xalqaro imijini oshiradi va yangi bozorlarga chiqish imkonini beradi.

O‘zbekiston yengil sanoati uchun innovatsion rivojlanish ayniqsa muhimdir. Chunki mamlakatda paxta xomashyosi, mehnat resurslari va geografik joylashuv kabi katta ustunliklar mavjud. Biroq xomashyoni oddiy eksport qilishdan ko‘ra, uni chuqur qayta ishlash orqali tayyor mahsulot ishlab chiqarish ancha foydalidir. Shu maqsadda zamonaviy klaster tizimlari, tekstil texnoparklari va yangi ishlab chiqarish korxonalari tashkil etilmoqda.

Mahalliy korxonalarda CAD/CAM dasturlaridan foydalanish, avtomatik tikuv liniyalarini joriy etish va eksport standartlariga mos laboratoriyalar tashkil etish ijobiy natija bermoqda. Ayrim korxonalarda robotlashtirilgan qadoqlash tizimlari ham yo‘lga qo‘yilgan. Bu esa mahsulotni qisqa muddatda tayyorlash va xorijiy buyurtmachilar talabiga tez javob berish imkonini yaratadi.

Shunga qaramay, ayrim muammolar ham mavjud. Eng avvalo, zamonaviy texnologiyalarni boshqaradigan malakali kadrlar yetishmovchiligi seziladi. Muhandis-texnolog, dasturchi, avtomatika mutaxassisi va dizaynerlarning tayyorlanishi hali ham talab darajasida emas. Shu sababli oliy ta’lim muassasalari va texnikumlarda dual ta’lim, amaliy laboratoriyalar va sanoat bilan integratsiyani kuchaytirish lozim.

Ikkinchi muammo – ayrim kichik korxonalarda investitsiya mablag‘larining cheklanganidir. Innovatsion uskunalar qimmat bo‘lgani sababli ko‘pchilik tadbirkorlar eski texnologiyalarda ishlashda davom etmoqda. Buni hal qilish uchun imtiyozli kreditlar, lizing dasturlari va soliq rag‘batlari muhim ahamiyatga ega.

Uchinchi muammo – ilmiy ishlanmalarni ishlab chiqarishga joriy etish darajasining yetarli emasligidir. Oliy ta’lim muassasalari va ilmiy markazlarda ko‘plab foydali g‘oyalar yaratilmoqda, biroq ularni korxonalarga yetkazish

ISSN 3030-3907

mexanizmi sust ishlaydi. Innovatsion markazlar va sanoat-oliy ta’lim hamkorligi bu masalani hal etishda muhim vosita bo‘lishi mumkin.

Kelajakda yengil sanoatda 3D texnologiyalar, individual buyurtma asosida ishlab chiqarish, sun’iy intellekt yordamida moda tahlili va robotlashtirilgan tikuv liniyalari keng tarqalishi kutilmoqda. Bu esa sohani yanada samarali va moslashuvchan holatga olib keladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, innovatsion texnologiyalarni joriy etgan yengil sanoat korxonalarida mahsulot sifati oshadi, ishlab chiqarish tezlashadi va resurs sarfi kamayadi. Ayniqsa, avtomatlashtirish natijasida inson xatosi qisqaradi, ishlab chiqarish tannarxi pasayadi va buyurtmalarni bajarish muddati qisqaradi. Raqamlashtirish orqali menejment sifati ham oshadi. Rahbariyat real vaqt rejimida ishlab chiqarish ko‘rsatkichlarini ko‘rib boradi, muammolarni tez aniqlaydi va samarali qaror qabul qiladi. Bu esa korxonaning bozordagi o‘rnini mustahkamlaydi. Eksport nuqtai nazaridan ham innovatsiyalar muhimdir. Xalqaro bozorda raqobat qilish uchun mahsulot sifati, sertifikatlash talablari va ekologik standartlarga moslik zarur. Zamonaviy texnologiyalar aynan shu talablarni bajarishga yordam beradi.

XULOSA.

Yengil sanoatda muhandislik va texnologik jarayonlarning innovatsion usullari sanoat taraqqiyotining asosiy omillaridan biridir. Zamonaviy uskunalar, avtomatlashtirish, raqamli boshqaruv, sun’iy intellekt asosidagi sifat nazorati va ekologik texnologiyalar korxonalarning samaradorligini sezilarli oshiradi. O‘zbekiston sharoitida yengil sanoatni innovatsion rivojlantirish eksport hajmini kengaytirish, yangi ish o‘rinlari yaratish va milliy mahsulotlarning xalqaro bozordagi mavqeini mustahkamlashga xizmat qiladi. Shu bois ishlab chiqarish korxonalarini modernizatsiya qilish, kadrlar tayyorlash va ilmiy ishlanmalarni amaliyotga joriy etish ustuvor vazifa bo‘lib qoladi. Kelajakda innovatsiyalarni faol qo‘llagan korxonalar yengil sanoatning yetakchi subyektlariga aylanadi. Demak, bugungi investitsiya va texnologik yangilanish ertangi iqtisodiy muvaffaqiyatning poydevoridir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. UNIDO. Industrial Development Report. Vienna, 2023.
2. ILO. Technology and Employment in Manufacturing. Geneva, 2022.
3. O‘zto‘qimachiliksanoat uyushmasi materiallari. Toshkent, 2024.
4. Karimov S. Tekstil sanoatida innovatsion texnologiyalar. Toshkent, 2021.
5. Rasulov M. Yengil sanoatda muhandislik tizimlari. Toshkent, 2023.

ISSN 3030-3907

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЙНЫХ СОЛЕЙ НА ОСНОВЕ РЕАКЦИИ N,N-ДИМЕТИЛАНИЛИНА С БЕНЗИЛХЛОРАЦЕТАТОМ

Бекмуродов Зеҳниддин Озод ўғли
Магистрантка Каршинского государственного университета
Бурихонов Бахтиёр Холмирзаевич
Доктор философии (PhD) по специальности «Химия» Каршинский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: borixonov90@mail.ru

Аннотация. В работе исследована реакция кватернизации N,N-диметиланилина бензилхлорацетатом, протекающая по механизму SN_2 (реакция Меншуткина). Изучено влияние растворителя, мольного соотношения реагентов, температуры и времени на выход продукта. Установлено, что наибольший выход достигается в полярных апротонных растворителях (ацетон) при мольном соотношении 1:2, температуре 65–70 °C и продолжительности 6–8 часов. Полученные результаты могут быть использованы для синтеза четвертичных аммонийных солей с заданными свойствами.

Ключевые слова: N,N-диметиланилин, бензилхлорацетат, кватернизация, четвертичные аммонийные соли, нуклеофильное замещение, SN2 механизм, реакция Меншуткина.

Annotatsiya. Mazkur ishda N,N-dimetilanilinning benzilxloroatsetat bilan kvaternizatsiya reaksiyasi SN_2 (Menshutkin reaksiyasi) mexanizmi asosida o‘rganildi. Erituvchi turi, reagentlar mol nisbati, harorat va vaqtning mahsulot unumiga ta’siri aniqlangan. Eng yuqori unum qutbli aprotik erituvchi (atseton) muhitida, 1:2 mol nisbatda, 65–70 °C haroratda va 6–8 soat davomida kuzatildi. Natijalar to‘rtlamchi ammoniy tuzlarini sintez qilishda qo‘llanishi mumkin.

Kalit so‘zlar: N,N-dimetilanilin, benzilxloroatsetat, kvaternizatsiya, to‘rtlamchi ammoniy tuzlari, nukleofil almashinish, SN2 mexanizm, Menshutkin reaksiyasi.

Abstract. In this study, the quaternization reaction of N,N-dimethylaniline with benzyl chloroacetate proceeding via the SN_2 (Menshutkin) mechanism was investigated. The effects of solvent type, molar ratio, temperature, and reaction time on product yield were examined. The highest yield was achieved in a polar aprotic solvent (acetone) at a 1:2 molar ratio, 65–70 °C, and 6–8 hours. The results can be applied for the synthesis of quaternary ammonium salts with desired properties.

ISSN 3030-3907

Keywords: N,N-dimethylaniline, benzyl chloroacetate, quaternization, quaternary ammonium salts, nucleophilic substitution, SN2 mechanism, Menshutkin reaction.

ВВЕДЕНИЕ.

Введение ненасыщенных фрагментов, таких как винильные и аллильные группы, в состав органических соединений открывает широкие возможности для их последующей химической модификации и функционализации. Наличие кратных связей обеспечивает высокую реакционную способность молекул и позволяет проводить разнообразные превращения, включая эпоксидирование, дигидроксилирование, циклопропанирование, азиридинирование, озонолиз, галогенирование, метатезис и радикальные реакции [1–3]. Указанные процессы играют ключевую роль в органическом синтезе и особенно важны в макромолекулярной химии, где они используются для получения полимеров с заданными свойствами, а также для формирования сшитых и функционализированных материалов [4,5].

В частности, радикальные реакции полимеризации и сополимеризации, протекающие с участием ненасыщенных соединений, позволяют целенаправленно регулировать структуру и свойства полимерных систем. Это открывает перспективы создания новых материалов с улучшенными механическими, термическими и биологическими характеристиками [6].

Несмотря на значительные преимущества использования алкилирующих и алкенилирующих реагентов, большинство традиционных соединений данного класса характеризуется высокой токсичностью, мутагенностью и канцерогенностью [7]. К таким реагентам относятся метилиодид, аллильные галогениды, диметилсульфат, метилфторсульфонат и диазометан, широко применяемые в органическом синтезе [8]. Их использование сопряжено с рядом серьёзных проблем, включая высокую летучесть, пожаро- и взрывоопасность, а также склонность к быстрому гидролизу, что значительно усложняет проведение реакций и требует строгого соблюдения мер безопасности [9].

В связи с этим актуальной задачей современной химии является разработка менее токсичных и более безопасных алкилирующих реагентов, обладающих высокой реакционной способностью и удобством в применении. В данном контексте четвертичные аммонийные соли рассматриваются как перспективные альтернативы традиционным алкилирующим агентам [10]. Они характеризуются сравнительно низкой токсичностью, высокой стабильностью и возможностью тонкой настройки

ISSN 3030-3907

структуры, что делает их удобными объектами для синтеза функциональных соединений.

В последние годы значительно возрос интерес к синтезу и изучению биологически активных четвертичных аммонийных соединений. Установлено, что данные соединения проявляют широкий спектр фармакологической активности, включая антимикробное, противогрибковое, противовирусное и противоопухолевое действие, а также обладают антипротозойной, анальгезирующей и анестезирующей активностью [11]. Показано, что их биологическая эффективность во многом определяется молекулярной структурой, в частности соотношением гидрофильных и липофильных фрагментов, длиной алкильной цепи и природой заместителей.

Таким образом, направленный синтез четвертичных аммонийных соединений и изучение взаимосвязи «структура–биологическая активность» представляют собой важное направление современной органической и медицинской химии. В связи с этим разработка новых методов получения данных соединений, а также исследование их свойств и потенциальных областей применения являются актуальными задачами научных исследований.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

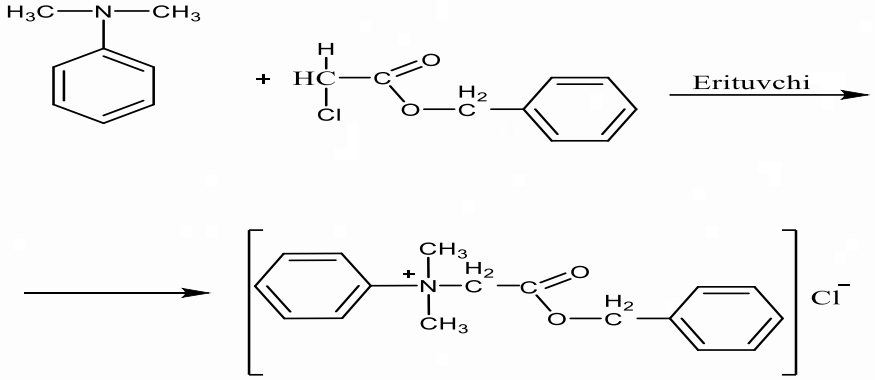
В целях систематического изучения реакций кватернизации третичных аминов с α-хлорэфирами в качестве модельной системы было выбрано взаимодействие N,N-диметиланилина с бензилхлорацетатом. Выбор данной системы обусловлен высокой реакционной способностью α-хлорэфиров и наличием выраженного нуклеофильного центра в молекуле третичного амина, что позволяет детально исследовать закономерности протекания кватернизационных процессов.

Установлено, что рассматриваемый процесс протекает по механизму нуклеофильного замещения второго порядка (SN2), известному как реакция Меншуткина. Данный механизм характеризуется одностадийным протеканием через переходное состояние без образования промежуточных соединений.

В ходе реакции атом азота N,N-диметиланилина, обладающий неподелённой электронной парой, выступает в роли активного нуклеофильного центра и атакует электрофильный атом углерода метиленовой группы, связанной с атомом хлора в молекуле бензилхлорацетата. При этом происходит формирование переходного комплекса, в котором частично ослабляется связь C–Cl и одновременно формируется новая связь C–N.

ISSN 3030-3907

В результате реакции происходит отщепление хлорид-иона и кватернизация атома азота с образованием устойчивой четвертичной аммонийной соли — бензилхлорацетатного производного N,N-диметиланилиния. Данный процесс сопровождается изменением электронной плотности в молекуле и формированием ионной структуры, что определяет физико-химические свойства полученного соединения.



С целью оценки влияния природы растворителя на эффективность реакции кватернизации N,N-диметиланилина с бензилхлорацетатом были проведены экспериментальные исследования с использованием различных растворителей. Известно, что в реакциях типа Меншуткина, протекающих по механизму нуклеофильного замещения второго порядка (SN_2), такие параметры растворителя, как полярность, протонный или апротонный характер, а также способность к сольватации ионов, оказывают существенное влияние на скорость реакции и выход целевого продукта.

В связи с этим реакции проводили при строго одинаковых условиях: фиксированном мольном соотношении реагентов (амин : субстрат), постоянной температуре и времени, изменяя только природу растворителя. Такой подход позволил изолированно оценить влияние растворителя на протекание кватернизационного процесса.

В каждом эксперименте образующаяся четвертичная аммонийная соль выделялась из реакционной смеси, подвергалась очистке и высушивалась до постоянной массы. Выход продукта определяли гравиметрическим методом с последующим сравнительным анализом полученных результатов. Экспериментальные данные представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Влияние природы растворителя на выход продукта в реакции N,N-диметиланилина с бензилхлорацетатом (65–70 °C, 2 ч, мольное соотношение 1:1)

№	Мольное соотношение (N,N-	Растворитель	Выход продукта, %

ISSN 3030-3907

	диметиланилин : бензилхлорацетат)		
1	1 : 1	**Ацетон**	69
2	1 : 1	**Этилацетат**	61
3	1 : 1	**Этанол (абсолютный)**	57

Ацетон является полярным апротонным растворителем и создаёт благоприятную среду для протекания реакций кватернизации по механизму SN_2. Апротонные растворители не обеспечивают сильной сольватации нуклеофильного центра, благодаря чему неподелённая электронная пара атома азота сохраняет высокую реакционную способность. В то же время такие растворители способны стабилизировать переходное состояние с частично распределённым зарядом. Совокупность этих факторов способствует увеличению скорости реакции и повышению выхода продукта.

Этилацетат представляет собой апротонный растворитель средней полярности, который обеспечивает растворимость реагентов, однако его диэлектрическая проницаемость ниже по сравнению с ацетоном. В результате стабилизация ионного переходного состояния протекает менее эффективно, что приводит к снижению скорости кватернизационного процесса. Соответственно, выход продукта в среде этилацетата оказывается ниже по сравнению с ацетоном.

Этанол, являясь полярным протонным растворителем, способен образовывать водородные связи. В такой среде нуклеофильный центр — атом азота N,N-диметиланилина — подвергается сольватации молекулами растворителя, что снижает его нуклеофильность и, соответственно, реакционную способность в SN_2-процессе. Кроме того, протонные растворители эффективно сольватируют противоион, что может способствовать образованию ионных пар и дополнительно замедлять реакцию. В результате наблюдается снижение скорости процесса и уменьшение выхода целевого продукта.

С целью определения влияния мольного соотношения реагентов на процесс кватернизации взаимодействие N,N-диметиланилина с бензилхлорацетатом проводили при различных соотношениях (1:1; 1:1,5; 1:2). Все эксперименты осуществлялись при одинаковых условиях: температуре 65–70 °C, продолжительности реакции 2 часа и в одном и том же растворителе.

ISSN 3030-3907

Полученные результаты показали, что увеличение количества бензилхлорацетата приводит к росту выхода целевого продукта. При мольном соотношении 1:1 реакция протекает не полностью, что сопровождается относительно низким выходом продукта. При увеличении доли субстрата до соотношения 1:1,5 наблюдается существенное повышение выхода, что свидетельствует о смещении равновесия в сторону образования продукта за счёт избытка электрофильного компонента.

Максимальный выход продукта был зафиксирован при мольном соотношении 1:2. Данный результат соответствует принципу Ле Шателье и подтверждает, что избыток электрофильного реагента способствует как кинетическому ускорению процесса, так и его термодинамической выгодности. Вместе с тем дальнейшее увеличение соотношения не приводит к значительному росту выхода, поскольку система приближается к состоянию равновесия, а также возникает необходимость удаления избытка реагента на стадии выделения продукта.

Таким образом, для реакции N,N-диметиланилина с бензилхлорацетатом оптимальным является мольное соотношение 1:2.

С целью изучения кинетических особенностей процесса кватернизации были проведены эксперименты при мольном соотношении реагентов 1:1 в среде абсолютного этанола с варьированием времени реакции. Температура поддерживалась постоянной (65–70 °C), при этом продолжительность процесса последовательно увеличивали, определяя выход продукта на каждом этапе.

Полученные результаты показали, что продолжительность реакции оказывает существенное влияние на протекание кватернизационного процесса.

В целом установлено, что оптимальными условиями проведения реакции являются мольное соотношение реагентов 1:2, температура 65–70 °C, использование полярных апротонных или умеренно полярных растворителей, а также продолжительность реакции 6–8 часов. При данных условиях процесс кватернизации протекает с максимальной эффективностью и обеспечивает получение четвертичных аммонийных солей с высоким выходом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В работе исследована реакция кватернизации N,N-диметиланилина с бензилхлорацетатом, протекающая по механизму SN2 (реакция Меншуткина). Установлено, что на эффективность процесса существенное влияние оказывают природа растворителя, мольное соотношение реагентов, температура и продолжительность реакции.

ISSN 3030-3907

Показано, что наилучшие результаты достигаются в полярных апротонных растворителях при мольном соотношении 1:2, температуре 65–70 °C и продолжительности 6–8 часов. При данных условиях обеспечивается максимальный выход четвертичных аммонийных солей.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки эффективных методов синтеза функциональных и биологически активных соединений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Reichardt C., Welton T. Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry. – 4th ed. – Weinheim: Wiley-VCH, 2011. – 718 p.
2. Smith M. B. March’s Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure. – 7th ed. – New York: Wiley, 2013. – 2300 p.
3. Clayden J., Greeves N., Warren S. Organic Chemistry. – 2nd ed. – Oxford: Oxford University Press, 2012. – 1234 p.
4. Carey F. A., Sundberg R. J. Advanced Organic Chemistry. Part A: Structure and Mechanisms. – 5th ed. – New York: Springer, 2010. – 916 p.
5. Odian G. Principles of Polymerization. – 4th ed. – Hoboken: Wiley, 2014. – 832 p.
6. Kralova K., Jampilek J. Quaternary ammonium compounds as antimicrobial agents: Structure–activity relationship // Journal of Medicinal Chemistry. – 2013. – Vol. 56. – P. 588–602.
7. Gilbert P., Moore L. E. Cationic antiseptics: diversity of action under a common epithet // Journal of Applied Microbiology. – 2015. – Vol. 99. – P. 703–715.
8. Zhang C., Cui F., Zeng G. et al. Quaternary ammonium compounds (QACs): A review on occurrence, fate and toxicity in the environment // Science of the Total Environment. – 2015. – Vol. 518–519. – P. 352–362.
9. Pernak J., Sobaszkiewicz K., Mirska I. Anti-microbial activities of ionic liquids based on quaternary ammonium salts // Green Chemistry. – 2011. – Vol. 13. – P. 2901–2910.
10. Wang H., Zhang Y., Liu L. Synthesis and antibacterial activity of novel quaternary ammonium salts // Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters. – 2014. – Vol. 24. – P. 284–287.
11. Li X., Bai R., Liu Y. Influence of solvent effects on SN2 reactions: a theoretical and experimental study // Journal of Physical Chemistry A. – 2012. – Vol. 116. – P. 11379–11387.

ISSN 3030-3907

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ЛЕЧЕНИИ ПИЩЕВОДНЫХ КРОВОТЕЧЕНИЙ НА ФОНЕ ПОРТАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

Азимова Гулноза Равшановна
Ферганский медицинский институт общественного здоровья

Анатация. Цель исследования. Улучшение результатов лечения больных с пищеводными кровотечениями на фоне цирроза печени путем усовершенствования тактико-технических подходов в лечении данной категории пациентов. Материалы и методы. Анализу подвергнуты результаты обследования и лечения 252 больных с пищеводными кровотечениями на фоне цирроза печени. В зависимости от лечебного подхода все больные были разделены на две группы. В первой группе (136 (54,0%) пациентов) использована стандартная лечебная так тика. Учитывая неудовлетворительные результаты лечения в первой группе, во второй клинической группе (116 (46,0%) больных) применена усовершенствованная тактика лечения.

Ключевые слова: цирроз, портальная гипертензия, кровотечение, гемостаз.

Anatation. The purpose.To improve the results of treatment of patients with esophageal bleeding on the back ground of liver cirrhosis by improving tactical and technical approaches in this category of patients treatment. Materials and methods. The results of examination and treatment of 252 patients with esophageal bleed ing caused by of liver cirrhosis were analyzed. Depend ing on the treatment approach, all patients were divided into two groups. In the first group (136 (54,0%) patients), standard treatment tactics were used. Tak ing into account the unsatisfactory results of treat ment in the first group, in the second clinical group (116 (46,0%) patients) we used the improved treatment tactics.

Key words: cirrhosis, portal hypertension, bleeding, hemostasis.

Anatatsiya. Maqsad. Jigar sirrozi fonida qizilo‘ngachdan qon ketishi bo‘lgan bemorlarni davolash natijalarini ushbu toifadagi bemorlarni davolashda taktik va texnik yondashuvlarni takomillashtirish orqali yaxshilash. Materiallar va usullar. Jigar sirrozi fonida qizilo‘ngachdan qon ketishi bilan og‘rigan 252 nafar bemorni tekshirish va davolash natijalari tahlil qilindi. Birinchi guruhda (136 (54,0%) bemor) standart davolash taktikasidan foydalanilgan. Birinchi guruhdagi davolanishning qoniqarsiz natijalarini hisobga olgan holda, ikkinchi klinik guruhda (116 (46,0%) bemor) biz takomillashtirilgan davolash taktikasini qo‘lladik.

Kalit so‘zlar: siroz, portal gipertenziya, qon ketish, gemostaz.

ВВЕДЕНИЕ.

Актуальность проблемы. Одним из грозных осложнений цирроза печени (ЦП) является портальная гипертензия (ПГ), которая характеризуется повышением давления в бассейне воротной вены, в результате нарушения кровотока в портальных сосудах, печеночных венах и нижней полой вене. ПГ способствует развитию кровотечений из варикозно расширенных вен (ВРВ) пищевода и желудка [1]. Кровотечения из ВРВ пищевода и желудка являются наиболее драматичным и жизнеугрожающим осложнением ПГ, которая сопровождается высокой летальностью [2].

Летальность от продолжающегося кровотечения в раннем периоде с момента поступления в клинику составляет около 4-8%. При этом, 20% больных погибают в течение первых 6 недель от других осложнений ПГ. После первичного гемостаза рецидив кровотечения может наблюдаться более чем у 60% пациентов, а летальность на этом фоне у больных с декомпенсированным ЦП достигает 78% [3].

Существует определенная разница между кровотечениями из ВРВ пищевода и желудка не только с анатомической точки зрения, но и в плане тактико-технических подходов. ВРВ желудка встречается реже, чем варикоз пищевода (примерно у каждого пятого), но характеризуется более драматичным течением [4]. При стойком первичном гемостазе риск кровотечений из ВРВ желудка составляет 16%, 36% и 44% через один, три и пять лет наблюдения [5].

В зависимости от локализации ВРВ выделяют пищеводные, пищеводно-желудочные (gastro-oesophagealvaricose, GOV) и изолированные желудочные (isolatedgastricvaricose, IGV) вариксы. При GOV1 варикозные вены идут вдоль малой кривизны желудка, при GOV2 - вдоль дна и большой кривизны желудка, при IGV1 – расширенные вены локализуются в области дна желудка, при IGV2–в теле, антральном отделе или привратнике [2].

Учитывая тот факт, что выбор лечебной тактики зависит от локализации ВРВ, предложенная система является удобной с практической точки зрения, однако не определяет степень интенсивности кровотечения из ВРВ пищевода и желудка, что в конечном итоге не позволяет выбрать адекватную лечебную тактику. Одним из причин неудовлетворительных результатов является малая эффективность эндоскопических методов гемостаза при локализации ВРВ в области дна желудка.

Учитывая вышеизложенное, нами определена цель исследования, которая заключалось в улучшении результатов лечения больных с пищеводными кровотечения на фоне цирроза печени путем

ISSN 3030-3907

усовершенствования тактико-технических подходов в лечении данного категории пациентов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Анализу подвергнуты результаты обследования и лечения 252 больных с пищеводными кровотечениями на фоне ЦП, которые находились в отделение экстренной хирургии многопрофильной клиники Ташкентской медицинской академии за период с 2010 по 2022 годы. Среди обследованных пациентов мужчин было 173, женщин – 79. Возраст пациентов колебался от 29 до 71 лет (в среднем 52,1лет). В исследуемую группу были включены только больные с кровотечением из ВРВ пищевода и желудка на фоне ЦП. У 238 пациентов причиной ПГ явился ЦП различной этиологии (алкогольный генез у 47, вирусный – у191), первичный билиарный цирроз печени – у 14больного. У 103 пациентов в анамнезе были эпизоды кровотечений из ВРВ, которые были остановлены консервативными мероприятиями и эндоскопическим путем.Тяжесть печеночной недостаточности оценивался по Child-Pugh: класс А выявлен у 55 больных, В – у 128, С – у 69.

Всем пациентам проводились общеклинические исследования (общий анализ крови, мочи, биохимические анализы крови, коагулограмма, УЗИ, ЭГДФС, МСКТ). Статистическая обработка клинического материала осуществлена на персональном компьютере Pentium-IV-3000 с помощью программного пакета Microsoft Excel-XP, включая использование встроенных функций статистической обработки. Достоверность отличий между группами по изучаемым признакам проводилась путем определения t-теста Стьюдента, достоверными считались отличия при значении $t \geq 2{,}0$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. В зависимости от лечебного подхода все больные были разделены на две группы. В первой группе (136 пациентов) использована стандартная лечебная тактика (2010-2015 годы). Учитывая неудовлетворительные результаты лечения в первой группе, во второй клинической группе (116 больных) применена усовершенствованная нами тактика лечения (2016-2022 годы). В сравнительном отношении клинические группы были репрезентативны по всем клинико-лабораторным параметрам.

В первой группе при поступлении больных с явлениями пищеводного кровотечения после диагностического этапа при тяжелом состоянии пациентов осуществлялся временный гемостаз путем установки зонда-обтуратора Сенгстакена-Блэкмора (78 наблюдений), при стабильном состоянии выполнялся эндоскопический гемостаз (в 6 случаях эндоскопическая склеротерапия, в 41 – эндоскопическое лигирование), 11

ISSN 3030-3907

больных были подвергнуты открытому оперативному лечению, им была выполнена операция Пациора. Первичный гемостаз достигнут у 109 (80,1%) пациентов, рецидив кровотечения отмечено у 27 (19,9%) больных, летальность составила 13,9% (19 пациентов). Причиной летальных исходов были острая печеночная недостаточность (6 наблюдений), острая почечно-печеночная недостаточность (3 случая), острая сердечно-сосудистая недостаточность на фоне острого инфаркта миокарда (1 больной), острая полиорганная недостаточность (3 пациента) и геморрагический шок (6 наблюдений).

В настоящем исследовании был проведен анализ клинических результатов в ближайшем периоде на этапе стационарного лечения больных.

Анализ причин неудовлетворительных результатов лечения в первой группе показал отсутствие в настоящее время системы оценки интенсивности пищеводных кровотечений, и, соответственно, тактики лечебных мероприятий в зависимости от локализации ВРВ и интенсивности кровотечения. Нами предложена классификация степени интенсивности кровотечения из ВРВ пищевода и желудка. Тактика лечения зависела от локализации ВРВ.

1 степень. Характеристика. Активное венозное кровотечение. Из-за высокого портального давления струя бьется на противоположную стенку пищевода или кровь быстро закрывает камеру эндоскопа или вообще невозможно определить источник из-за интенсивности кровотечения (рис. 1).

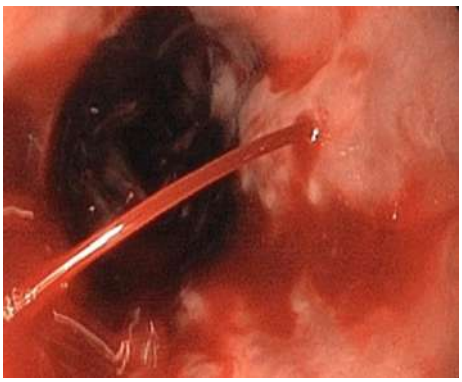


Рис. 1. 1 степень интенсивности кровотечения из ВРВ пищевода

Тактика лечения: при ВРВ пищевода, GOV1 и GOV2 необходимо установка Блекмора с последующем лигированием ВРВ пищевода при стабилизации состояния пациента через 24-48 часов, при распространении ВРВ в область дна желудка – клеевая облитерация цианокрылатом или ретроградное лигирование; при IGV1 – целесообразно проведение клеевой облитерации или ретроградное лигирование; при IGV2 – рационально

ISSN 3030-3907

проведение клеевой облитерации. Неэффективность эндоскопических методов гемостаза является показанием к открытой операции разобщения гастроэзофагеального коллектора.

2 степень. Характеристика. Просачивание крови или капельное кровотечение (рис. 2.).

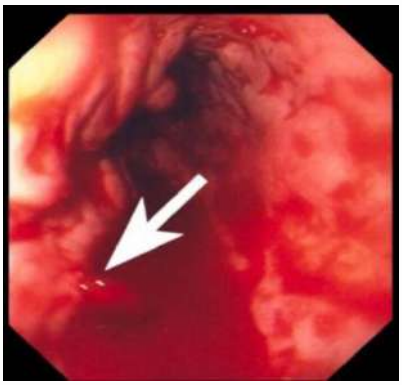


Рис. 2. 2 степень интенсивности кровотечения из ВРВ пищевода

Тактика лечения: при ВРВ пищевода, GOV1 и GOV2 показано проведение склеротерапии и лигирования ВРВ пищевода, при распространении ВРВ в область дна желудка – ретроградное лигирование; при IGV1 - проведение ретроградного лигирования; при IGV2 - проведение клеевой облитерации или лигирование нейлоновыми лигатурами. При выполнении манипуляции нередко сгустки крови мешают выполнению манипуляции. В этих случаях нами предложена методика выполнения эндоскопического исследования, которая заключается в том, что ножной конец стола опускается, а головной конец приводится в полувертикальное положение, что способствует низведению сгустков в просвет желудка, что позволяет завершить манипуляцию.

3 степень. Характеристика. ВРВ покрыта свежими тромбами или симптом «спелой вишни», кровотечения нет (это наблюдается у пациентов в течение суток после кровотечения) (рис. 3).



Рис. 3. 3 степень интенсивности кровотечения из ВРВ пищевода

ISSN 3030-3907

Тактика лечения. При выполнении эндоскопической манипуляции наличие тромба не позволяет адекватно оценить границы кровоточащего участка ВРВ. Для этого необходимо выполнить промывание через эндоскоп данного участка и после промывания тромбов осуществлять манипуляцию. При ВРВ пищевода, GOV1 и GOV2 необходимо выполнение лигирования ВРВ пищевода, при распространении ВРВ в область дна желудка – ретроградное лигирование; при IGV1 – проведение ретроградного лигирования; при IGV2 – проведение лигирования нейлоновыми лигатурами.

4 степень. Характеристика. Симптом «белого соска» (появляется в течение 2-7 суток после кровотечения после выпадения тромба из источника кровотечения ВРВ) (рис. 4).



Рис. 4. 4 степень интенсивности кровотечения из ВРВ пищевода.

Тактика лечения. Выполнение мероприятий, направленных на профилактику рецидива кровотечений, не требующей специальной подготовки (типа установка зонда Блекмора, промывание зоны источника кровотечения). Объем вмешательства аналогичен, как и при предыдущей степени кровотечения: при GOV1 необходимо выполнение лигирования ВРВ пищевода; при GOV2 –лигирование ВРВ пищевода и кардии, при распространение ВРВ в область дна желудка – ретроградное лигирование; при IGV1 – проведение ретроградного лигирования; при IGV2 – проведение лигирования нейлоновыми лигатурами.

Предложенная нами система оценки интенсивности пищеводного кровотечения позволило объективно оценить клиническую ситуацию, а предложенная лечебная тактика способствовало выбору надежного способа гемостаза.

Из 27 пациентов, у которых отмечен рецидив кровотечения после эндоскопических вмешательств и операции Пациора, в 11 случаях выполнено портография с целью выявления источника кровотечения, на которых выявлены притоки через левую желудочную вену (рис. 5). В этой связи, после эмболизации притоков ВРВ катетер в воротной вене оставлен

ISSN 3030-3907

для контроля за развитием новых притоков и для внутрипортального введения препаратов. В 4 случаях на контрольной портографии выявлены дополнительные пути притоков к ВРВ из множества коротких желудочных вен(рис. 6).



Рис. 5. Приток к варикозным венам через левую желудочную вену

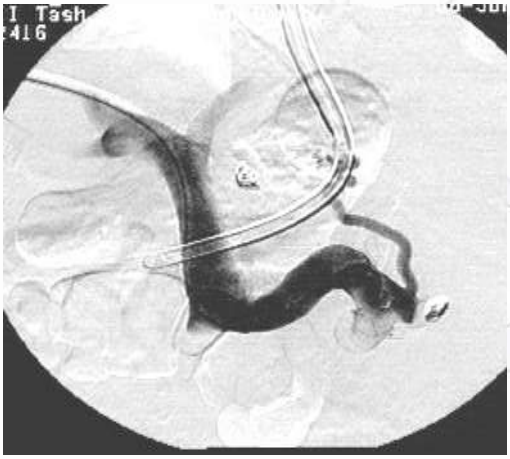


Рис. 6. Приток к варикозным венам через короткую желудочную вену

Проведенные исследования показывают, что открытые операции по разобщению гастроэзофагеального коллектора не во всех случаях позволяют ликвидировать притоки к ВРВ пищевода и желудка. При прошивании ВРВ желудка возможно сохранение ветвей желудочных вен, которые «питают» варикозные вены пищевода и могут обуславливать рецидив кровотечения.Учитывая данный факт, нами модифицирована операция Пациора (патент на изобретение IAP 06707 «Способ разобщения гастроэзофагеального коллектора у больных с портальной гипертензией от 13.01.2022 г.). Хирургическое вмешательство осуществляется следующим образом. Производится верхняя срединная лапаротомия. На переднюю стенку желудка ближе к кардии накладываются швы-держалки, между которыми рассекают стенку желудка на протяжении 8-10 см. Линия разреза проходит вертикально от дна желудка к его телу. После вскрытия просвета желудка и отсасывания его содержимого в просвет желудка вводится зеркало, которым приподнимается верхняя часть передней стенки желудка, что увеличивает обзор полости желудка. На уровне перехода тела в кардиальную часть желудка осуществляется прошивание узловыми швами по окружности через все слои желудка со стороны слизистой желудка с варикозно расширенными венами. Прошивание ВРВ начинают, как правило, с малой кривизны желудка.После наложения первого узлового шва, подтягивая за лигатуры, второй шов накладывается выше или ниже первого шва с частичным захватом ранее установленного шва. Таким

ISSN 3030-3907

образом, прошивается желудок на всем протяжении по окружности. Вторая линия аналогичных швов через все слои накладывается в области перехода пищевода в кардию желудка. После завершения основного этапа стенку желудка ушивают двухрядным швом.

Во второй клинической группе согласно предложенной нами системе оценки интенсивности в 26 (22,4%) наблюдениях была 1 степень кровотечения, в 24 (0,7%) случаях – 2 степень, у 55 (47,4%) пациентов – 3 степень и у 11 (9,5%) больных 4 степень кровотечения.98 пациентам выполнено лигирование ВРВ, 12 – клеевая облитерация, 6 – разобщение гастроэзофагеального коллектора по предложенной нами методике. Первичный гемостаз достигнут у 110 (94,8%) пациентов, рецидив кровотечения отмечено у 6 (5,2%) больных, летальность составила 8,6% (10 пациентов). Причиной летальных исходов были острая печеночная недостаточность (3 наблюдений), острая почечно-печеночная недостаточность (1 случай), острая сердечно-сосудистая недостаточность на фоне острого инфаркта миокарда (1 больной), тромбоэмболия легочной артерии (1 пациент), острая полиорганная недостаточность (2 наблюдения) и геморрагический шок (2 случая).

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ. В настоящее время существует ряд классификаций оценки степени варикозного расширения вен (ВРВ) пищевода. Наиболее чаще на просторах постсоветского пространства используется классификация, предложенная Шерцингером А.Г. (1986) [6]; в странах Европы широкое применение нашла классификация ВРВ пищевода N.Soehendra, K.Binmoeller (1997) [7]; в Америке широко используется классификация Американской ассоциации по изучению болезней печени (AASLD) или Бавенская классификация ВРВ пищевода (Baveno classification of esophageal varices) [8]. Существующие на сегодняшний день классификации степеней ВРВ пищевода основаны лишь на размерах вен или характера структурных изменений в них. Однако ни одна из вышеуказанных классификаций не определяет степень интенсивности кровотечения из ВРВ пищевода, что в конечном итоге не позволяет выбрать адекватную лечебную тактику.

Нами была предложена система оценки интенсивности пищеводных кровотечений, которая позволило дифференцированно подходить к выбору метода гемостаза.

Среди многочисленных операций, предложенных для лечения и профилактики гастроэзофагеальных кровотечений у больных ПГ, кроме портокавальных анастомозов широкое распространение получили и операции непосредственно на ВРВ пищевода и желудка, направленные на

ISSN 3030-3907

разобщение портальной системы с бассейном непарной и полунепарных вен.Наиболее простой технически и непродолжительной по времени является операция М.Д. Пациора (1959), которая заключается в том, что из абдоминального доступа выполняется гастротомия, прошивание и перевязка вен дистального отдела пищевода и проксимального отдела желудка [9].

Назыровым Ф.Г. (2016) для усовершенствования метода азигопортального разобщения был разработан оригинальный вариант оперативного вмешательства, объединивший патофизиологически обоснованные элементы нескольких оперативных методов, рационально выбранных из всего спектра таких операций. Метод заключается в деваскуляризации желудка по большой и малой кривизне с его лигатурным пересечением на уровне верхней трети на установленном в просвете органа синтетическом каркасе. Он дополняет внеорганное разобщение вен пищевода и кардиального отдела желудка от портальной системы формированием интрамурального грубого рубца, окаймляющего стенку желудка на уровне лигатурного пересечения [10].

Недостатком указанных хирургических вмешательств является возможность сохранения ветвей желудочных вен, которые «питают» варикозные вены пищевода и могут обуславливать рецидив кровотечения.

Предложенная нами лечебная тактика и дифференцированный подход к выбору метода гемостаза позволили повысить частоту первичного гемостаза с 80,1% до 94,8% и снизить летальность при данной патологии с 13,9% до 8,6%.

ВЫВОДЫ.

1. При портальной гипертензии использование предложенной системы оценки интенсивности кровотечения позволяет адекватно оценить тяжесть геморрагии и дифференцированно подходить к выбору лечебной тактики, что способствует увеличению частоты первичного гемостаза с 80,1% до 94,8%.

2. Усовершенствованный способ разобщения гастроэзофагеального коллектора позволяет снизить частоту рецидива кровотечения с 19,9% до 5,2% за счет перевязки дополнительные путей притоков к ВРВ из множества коротких желудочных вен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пасечник И.Н., Сальников П.С. Кровотечение из варикозно-расширенных вен пищевода и желудка при циррозе печени. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2013;(8):76-80.

ISSN 3030-3907

2. Хоронько Ю.В., Сидоров Р.В., Косовцев Е.В., Хоронько Е.Ю., Тышлек Ю.В., Криворотов Н.А., Абдуллаев К.И., Руденко О.С. Желудочные кровотечения при портальной гипертензии: современный взгляд и возможности эффективного лечения. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова 2022, т. 17, №4. Часть 2. 101-105.
3. Каримов Ш.И., Хакимов М.Ш., Маткулиев У.И., Муродов А.М.Эндоваскулярнаяэмболизациягастроэзофагеальных вен в комплексе с эмболизацией селезеночной артерии у больных циррозом печени. Вестникэкстреннойомедицины, 2017. XI (3).17-22.
4. Alberto Zanetto, Sarah Shalaby, Paolo Feltracco, Martina Gambato, Giacomo Germani, Francesco Paolo Russo, Patrizia Burra, arcoSenzolo. Recent Advances in the Management of Acute Variceal Hemorrhage. J Clin Med. 2021; 10(17): 388.
5. Philips C.A., Ahamed R., Rajesh S., George T., Mohanan M., Augustine P. Beyond the scope and the glue: update on evaluation and management of gastric varices. BMC Gastroenterol. 2020; 20: 361.
6. ЖигаловаС.Б., Шерцингер А.Г., Семенова Т.С. Современный подход к проблеме эндоскопической диагностики и лечения варикозно расширенных вен пищевода и желудка. Неотложная медицинская помощь. 2013; 3. 21-24.
7. SoehendraN., BinmoellerK.F., SeifertH., SchreiberH. W..Therapeutic Endoscopy. Color Atlas of Operative Techniques for the Gastrointestinal Tract. 2005.
8. Flores-Calderón, J., Morán-Villota, S., Rouassant, S.-H., Nares-Cisneros, J., Zárate-Mondragón, F., González-Ortiz, B., Varela-Fascinetto, G. Guidelines for the diagnosis and treatment of extrahepatic portal vein obstruction (EHPVO) in children. AnnalsofHepatology, 2013; 12, 3–24.
9. Воробей А.В., Климович В.В., Жура А.В. Разобщающие операции в лечении кровоточащего пищеводно-желудочного варикоза при портальной гипертензии (обзор литературы). Медицинская панорама. 2007;2. 29-34.
10. Назыров Ф.Г., Девятов А.В., Бабаджанов А.Х., Салимов У.Р. Эволюция технологий азигопортального разобщения в профилактике кровотечений портального генеза. Анналы хирургической гепатологии, 2018, том 23, №1. 65-73.

ISSN 3030-3907

TABIIY GAZNI QURITISH VA TOZALASH JARAYONINING GIDRODINAMIKASI

Q.K. Jumayev
Buxoro davlat texnika universiteti, t.f.d., prof
G‘.B. Zaripov
Buxoro davlat texnika universiteti
G‘. G‘ Habibullayev
Buxoro davlat texnika universiteti, 214-22 NQT guruh talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada eski gaz quduqlarida qatlam bosimi pasayib, mos ravishda nam saqlashi yuqori bo‘lgan tabiiy gazlarni standar talablarigacha quritishda yuqori samara beradigan siklon purkagichli absorber tuzilishi va ishlash prinsipi haqidagi ma’lumotlar keltirilgan.

Kalit so‘zlar: absorber, desorber, tabiiy gaz, glikol eritmasi, dietilenglikol, trietilenglikol, gazni quritish, siklon purkagichli absorber.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы применения влияния центробежной силы на процесс осушки природного газа с высоким влагосодержанием природного газа, который добывается из старых газовых скважин.

Ключевые слова: абсорбер, десорбер, природный газ, раствор гликолья, диэтиленгликол, триэтиленгликол, осушка газа, абсорбер с циклонным распылителем..

Abstract. The paper discusses alternative ways to increase the efficiency of mass transfer processes of water molecules from the produced reservoir gas to the phase of glycol on the absorber plates and boiling water from the saturated volume of absorbent in its regeneration unit.

Keywords: absorber, desorber, natural gas, glycol solution, diethylene glycol, triethylene glycol, gas drying, gas, cyclone absorber.

KIRISH.

Gaz konlari ko‘p yil ishlatilishi natijasida gaz bosimi pasayadi va gazning nam saqlashi ortadi. Natijada, gazlarni glikollar bilan quritish jarayonida bir qator muammolar paydo bo‘la boshlaydi: absorbentni tizimda sirkullyasiya qilish karraligi oshadi; absorbent tarkibida mineral moddalar va termodestruksiya mahsulotlari miqdori ortib boradi; quritilgan gaz bilan magistral quvurga olib ketiladigan absorbent miqdori ortadi; jihozlar korroziyasi tezlashadi; desorbsiya jarayonida absorbentning bug‘lanib yo‘qotilishi ortadi; absorbentni yangilash vaqti tezlashadi va absorbentni regeneratsiya qilish uchun issiqlik sarfi oshadi.

Amaliyotda gazni quritishning glikollar yordamida absorbsion usuli keng tarqalgan. Biroq ananaviy kolonnalar katta hajmli, gabarit o‘lchamlari katta bo‘lgan uchun, ko‘p joyni egallaydi. Ularni tayyorlash, o‘rnatish, ishlatish va

ISSN 3030-3907

ta’mirlashni o‘z ichiga oluvchi kapital xarajatlari ham yuqori. SHu nuqtai nazardan, ixcham va energiya tejamkor uskunalarni ishlab chiqish dolzarb vazifa bo‘lib hisoblanadi.

Tadqiqot ob’ekti

Tadqiqot ob’ekti sifatida gaz-suyuqlik tizimida ishlayligan gidrotsiklon konstruksiyasi olindi. Gidrotsiklonga gaz va absorbent oqimlari tangensial kiritiladi. Kirish patrubkalari o‘zaro ustma-ust joylashtiriladi. YUqorida joylashgan patrubka orqali absorbent o‘z oqimi bilan berilada va pastki patrubka orqali bosim ostida 20-30 m/s tezlik bilan beriladigan gaz oqimi yordamida burama harakat olib, gidrotsiklon ichki devorida gaz va suyuqlikning yupqa plenkali kontakti hosil qilinib, yuqori tezlikda modda almashinuvi ro‘y beradi. So‘ngra gidrotsiklon pastki patrubkasi orqali aralashma mayin dispers holda purkaladi.

Gidrotsiklonda gaz-suyuqlik oqimlarining nazariy va gidrodinamik asoslari

Gaz-suyuqlik tizimida modda almashinuv intensivligi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$N=K_aF\ \Delta C$$

Bu erda:
N-modda almashinuv tezligi;
K_a- modda berish koeffitsienti;
F-fazalarning kontakt yuzasi;
ΔC- konsentratsiyalar farqi.
Nave- Stoks tenglamasi silindrik koordinatalarda

$$p(\frac{DV}{Dt}) = -\nabla P+\mu\nabla 2v$$

Aylanma oqimda radial bosim taqsimoti

$$\frac{DP}{Dr}=p\frac{v^2}{r}$$

Ushbu bosim gradienti absorbentning parchalanishini kuchaytiradi.
Oqimning aylanma harakatida Reynolds soni

$$Re=\frac{pvd}{M}$$

$Re>10^5$ bo‘lganda kuchli turbulent rejim vujudga keladi.
Turbulent energiya dissipatsiyasi:

$$\varepsilon=\frac{v^3}{D}$$

Bu parametr tomchi hosil bo‘lishiga bevosita ta’sir qiladi.
Tomchi hosil bo‘lish sharti:

ISSN 3030-3907

$We > We_{krit}$

$We_{krit} \approx 12\text{-}15$

Modda almashinuv koeffitsientini baholash

SHervud soni:

$$Sh = \frac{Kd}{D} = 2 + 0{,}6 Re\ Sc$$

SHunday qilib, gidrotsiklonda yuqori turbulentlik, markazdan qochma kuch tezlanishi va intensiv dispersiya gaz-suyuqlik kontakt yuzasini oshirish uchun qulay gidrodinamik sharoit yaratadi.

Gidrotsiklon qurilmasida absorbentni mayin dispers holda purkash natijasida tomchilar diametri kamayib, kontakt yuzasining ortishi modda almashinuv tezligini ortishiga olib keladi.

Markazdan qochma kuch tezlanishi:

$$\alpha = \frac{v^2}{r}$$

Bu erda:

v- tangensial tezlik;

r- aylanish radiusi.

Kontakt yuzasi:

$$F = \frac{6V}{d}$$

Bu erda:

V-suyuq faza hajmi;

d- absorbent tomchisi o‘rtacha diametri.

Formuladan ko‘rinib turibdiki, tomchi diametrining kichrayishi kontakt yuzasining keskin ortishiga olib keladi.

Purkash jarayonini diametri 10 sm.ga teng bo‘lgan gidrotsiklonda amalga oshirsak, tangensial tezlik 40 m/sek bo‘lganda tezlanish 32000 m/s ga teng bo‘ladi va bu qiymat er tortishishi kuchidan 3200 marta katta bo‘ladi.

Dispersiya nazariyasi. Tomchi diametrini taxminiy baholash uchun Veber mezonidan foydalaniladi.

$$We = p\frac{v^2 d}{\sigma}$$

Bu erda:

ρ-suyuqlik zichligi;

σ-sirt tarangligi;

d- tomchi diametri.

Turbulent rejimda tomchi diametri quyidagi bog‘liqlik bilan kamayadi.

ISSN 3030-3907

$$d \approx S \frac{\sigma}{p v^2}$$

S-empirik koeffitsient.

Formuladan ko‘rinib turibdiki, tezlikning ortishi bilan tomchi diametri keskin kamayadi.

Modda almashinuv modeli:

Gaz-suyuqlik tizimida:

$$N=K_L F (S^*-S)$$

Kontakt yuzasi:

$$F=\frac{6\varphi}{d}$$

φ-hajmiy ulush.

Matematik model

Gaz oqimi uchun uzluksizlik tenglamasi

$$G\frac{d}{dz}(Gy)=-K_L F (y-y^*)$$

Suyuq faza uchun

$$G\frac{d}{dz}(Lx)=K_L F (y-y^*)$$

CHegaraviy shartlar

$$z=0 \rightarrow y=y_0$$
$$z=H \rightarrow y=y_{\text{-}} k$$

Echim analitik integral shaklida olinadi.

Energetik tahlil

Gidrotsiklonda bosim yo‘qotilishi

$$\Delta P=\xi p \frac{v^2}{2}$$

Energiya sarfi absorbsion kolonnaga nisbatan 15-25% ga kam.

Samaradorlikni baholash

1-Jadval

v, m/sek	d, mm	a, m^2/m^3	Quritish darajasi,%
20	0,55	1100	72
35	0,28	2100	81
50	0,14	4200	88

Ishning amaliy ahamiyati quyidagilardan iborat:

1. Ushbu qurilmani quduq oldi separatsiya tizimida qo‘llash mumkin;
2. Metall sarfi 30 % ga kamayadi;
3. Ishlatish xarajatlari 15-20 % ga kamayadi.

Gidrotsiklonda hosil qilinadigan katta markazdan qochma kuch mayin dispers absorbent tomchilarini hosil qiladi va intensiv modda almashinuv muhiti

ISSN 3030-3907

yaratiladi. Taklif etilayotgan texnologiya mavjud absorbsion qurilmalarda to‘ldiruvchi yoki birinchi bosqich quritish uskunasi sifatida qo‘llanilishi mumkin.

XULOSA.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, gidrotsiklonni purkagich sifatida qo‘llash, gazni dastlabki quritish va mexanik tozalash bosqichlarida samarali echim hisoblanadi. Ushbu qurilmaning hajmi mavjud absorbsiya qurilmalariga nisbatan 30-40 foizga kamayaib, metall sarfining kamayishiga olib keladi va energiya tejamkorlini ta’minlaydi. Markazdan qochma kuch maydonida purkash natijasida hosil bo‘lgan mayin dispers tomchilar modda almashinuv jarayonining jadallashuviga imkon yaratadi. Taklif etilayotgan texnologiya mavjud ananaviy absorbsion quritish tizimlarida yoki alohida ko‘p bosqichli absorbsiya uskunasi sifatida qo‘llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Lmas Niyoz, O. G. L., Jumayev, Q. K., & G‘Aybullayev, S. A. (2022). GAZLARNI QURITISH USULLARI VA JARAYON PARAMETRLARI. *Scientific progress*, *3*(3), 602-611.
2. Zhumaev, K. K., & Shomurodov, A. Y. (2020). Research and development of an integrated technology for the separation of oil sludge in the field of centrifugal forces. *Science and Education*, *1*(3).
3. Jumaev, K. K., Iskandarov, J. R. O., & Tuxtaev, B. B. O. (2017). Razrabotka i ispolzovanie malogabaritnыx absorbsionnыx ustanovok. *Voprosы nauki i obrazovaniya*, (2 (3)), 34-35.
4. Jumaev, K. K., & Saidov, M. (2016). Vliyanie gidratoobrazovaniya na propusknuyu sposobnost gazoprovoda. *Molodoy uchenыy*, (2), 150-151.
5. Jumaev, K. K., Maxmudova, N. S., SHomurodov, A. YU., & YAxyaev, N. SH. (2020). Mathematical model of the process of phase separation of oil sludge under the influence of centrifugal force. *Mathematical model of the process of phase separation of oil sludge under the influence of centrifugal force*, *10*(11), 539-544.
6. Jumaev, K. K., & Kalandarov, N. O. (2014). Vosstanovlenie ekspluatatsionnoy nadejnosti gazoprovodov. *Molodoy uchenыy*, (9), 153-154.
7. Jumaev, K., & Kh, D. (2022). Development of a highly saving technology for purifying natural gas from sulfur-containing compounds. *Sciences of Europe*, (107), 132-136.
8. Karimovich, J. Q., & Yuldashovich, S. A. (2021). NOAN’ANAVIY USULLARNI NEFT SHLAMLARINI AJRATISHDA QO‘LLASH. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 1(4), 1112-1118.
9. Jumaev, K. K., Makhmudova, N. S., & Shomurodov, A. (2020). Yu. Yahyayev N. Sh. Mathematical model of the process of phase separation of oil sludge under

ISSN 3030-3907

the influence of centrifugal force. Mathematical model of the process of phase separation of oil sludge under the influence of centrifugal force, 10(11), 539-544.
10. Zhumaev, K. K., Sh, A. S., & Tukhtaev, B. O. (2017). Application of regular nozzles in contact heat and mass transfer apparatuses. Problems of science and education, (2), 28-29.

TABIIY GAZNI QURITISH VA TOZALASH JARAYONINI MARKAZDAN QOCHMA KUCH MAYDONIDA JADALLASHTIRUSH

Q.K. Jumayev
Buxoro davlat texnika universiteti, t.f.d., prof
G‘.B. Zaripov
Buxoro davlat texnika universiteti
G‘. G‘ Habibullayev
Buxoro davlat texnika universiteti, 214-22 NQT guruh talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada tabiiy gazni quritish va tozalash jarayonida gidrotsiklondan purkagich sifatida foydalanish imkoniyatlari tahlil qilingan. Gaz-suyuqlik tizimida markazdan qochma kuch ta’sirida absorbentning mayin dispers tomchilari hosil bo‘lishi va modda almashinuv jarayonining jadallashuvi nazariy jihatdan asoslangan. Taklif etilayotgan ushbu usul ishlab chiqarishda hozirda qo‘llanilayotgan absorbsion kolonnalarga nisbatan konstruktiv ixchamligi va soddaligi bilan ajralib turadi. Tadqiqot natijalari gidrotsiklonni tabiiy gazni dastlabki quritish va mexanik tozalash bosqichlarida qo‘llash maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: tabiiy gaz, absorbsiya, gidrotsiklon, glikol eritmasi, modda almashinuv, dispersiya.

Аннотация. В статье анализируются возможности использования гидроциклона в качестве распылителя в процессе осушки и очистки природного газа. Теоретически обосновано образование мелких дисперсных капель абсорбента под действием центробежной силы в газожидкостной системе и ускорение процесса массообмена. Предлагаемый метод отличается конструктивной компактностью и простотой по сравнению с абсорбционными колоннами, применяемыми в настоящее время в промышленности. Результаты исследований показывают целесообразность применения гидроциклона на этапах предварительной осушки и механической очистки природного газа.

Ключевые слова: природный газ, абсорбция, гидроциклон, раствор гликоля, обмен веществ, дисперсия.

Abstract. This article analyzes the possibilities of using a hydrocyclone as a sprayer in the process of natural gas drying and purification. The formation of fine dispersed droplets of absorbent under the influence of centrifugal force in a gas-liquid system and the acceleration of the substance exchange process are theoretically substantiated. The proposed method is distinguished by its structural compactness and simplicity compared to absorption columns currently used in production. The results of the study show that it is advisable to use a hydrocyclone in the stages of primary drying and mechanical cleaning of natural gas.

ISSN 3030-3907

Keywords: natural gas, absorption, hydrocyclone, glycol solution, mass transfer, dispersion.

KIRISH.

Tabiiy gaz tarkibida namlik, mexanik zarrachalar (qum, zang zarrachalari), og‘ir uglevodorodlar va nordon komponentlar (CO_2, H_2S) mavjud bo‘ladi. Namlik quvurlarda gidrat hosil bo‘lishiga, korroziyaga va kompressor uskunasida nosozliklarga olib keladi. SHu sababli gazni sanoat talablariga muvofiq holga keltirish uchun, uni quritish va tozalash jarayonlari amalga oshiriladi.

Amaliyotda gazni quritishning glikollar yordamida absorbsion usuli keng tarqalgan. Biroq ananaviy kolonnalar katta hajmli, gabarit o‘lchamlari katta bo‘lgan uchun, ko‘p joyni egallaydi. Ularni tayyorlash, o‘rnatish, ishlatish va ta’mirlashni o‘z ichiga oluvchi kapital xarajatlari ham yuqori. SHu nuqtai nazardan, ixcham va energiya tejamkor uskunalarni ishlab chiqish dolzarb vazifa bo‘lib hisoblanadi.

NAZARIY QISM.

Gaz-suyuqlik tizimida modda almashinuv intensivligi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$N=K_aF\ \Delta C$$

Bu erda:

N-modda almashinuv tezligi;

K_a- modda berish koeffitsienti;

F- fazalarning kontakt yuzasi;

ΔS - konsentratsiyalar farqi.

Gidrotsiklon qurilmasida absorbentni mayin dispers holda purkash natijasida tomchilar diametri kamayib, kontakt yuzasining ortishi modda almashinuv tezligini ortishiga olib keladi.

Markazdan qochma kuch tezlanishi:

$$\alpha=\frac{v^2}{r}$$

Bu erda:

v- tangensial tezlik;

r- aylanish radiusi.

Kontakt yuzasi:

$$F=\frac{6V}{d}$$

Bu erda:

V-suyuq faza hajmi;

d- absorbent tomchisi o‘rtacha diametri.

ISSN 3030-3907

Formuladan ko‘rinib turibdiki, tomchi diametrining kichrayishi kontakt yuzasining keskin ortishiga olib keladi.

Purkash jarayonini diametri 10 sm.ga teng bo‘lgan gidrotsiklonda amalga oshirsak, tangensial tezlik 40 m/sek bo‘lganda tezlanish 32000 m/s ga teng bo‘ladi va bu qiymat er tortishishi kuchidan 3200 marta katta bo‘ladi.

Tomchi diametrini taxminiy baholash uchun Veber mezonidan foydalaniladi.

$$We=p\frac{v^2 d}{\sigma}$$

Bu erda:

ƿ-suyuqlik zichligi;

σ-sirt tarangligi;

d- tomchi diametri.

Turbulent rejimda tomchi diametri quyidagi bog‘liqlik bilan kamayadi.

$$d \sim \frac{\sigma}{pv^2}$$

Formuladan ko‘rinib turibdiki, tezlikning ortishi bilan tomchi diametri keskin kamayadi.

TADQIQOT OB’EKTI VA USULI.

Tadqiqot ob’ekti sifatida gaz-suyuqlik tizimida ishlayligan gidrotsiklon konstruksiyasi olindi. Gidrotsiklonga gaz va absorbent oqimlari tangensial kiritiladi. Kirish patrubkalari o‘zaro ustma-ust joylashtiriladi. YUqorida joylashgan patrubka orqali absorbent o‘z oqimi bilan berilada va pastki patrubka orqali bosim ostida 20-50 m/s tezlik bilan beriladigan gaz oqimi yordamida burama harakat olib, gidrotsiklon ichki devorida gaz va suyuqlikning yupqa plenkali kontakti hosil qilinib, yuqori tezlikda modda almashinuvi ro‘y beradi. So‘ngra gidrotsiklon pastki patrubkasi orqali aralashma mayin dispers holda purkaladi.

Tabiiy gazni quritish va tozalash jarayonida gidrotsiklonlardan foydalanish an’anaviy separatorlarga nisbatan ancha samarali hisoblanadi. Ayniqsa, gidrotsiklonni **purkagich (forsunka)** sifatida yoki gaz va suyuqlikni kontaktga keltirish qurilmasi sifatida qo‘llash jarayon tezligini oshiradi.

Quyida ushbu jarayonning mohiyati va afzalliklari haqida to‘xtalamiz.

Jarayonning ishlash prinsipi

Odatda gidrotsiklonlar markazdan qochma kuch yordamida suyuqlik va qattiq zarralarni ajratish uchun ishlatiladi. Biroq, gaz tozalashda gidrotsiklon ichiga **absorbent** (masalan, dietilenglikol - DEG) purkalganda, u quyidagi vazifani bajaradi:

ISSN 3030-3907

Kontakt yuzasini kengaytirish: Gaz va suyuqlik gidrotsiklon ichida juda katta tezlikda aylanadi. Bunda suyuqlik mayda tomchilarga bo‘linib, gaz bilan ta’sirlashish yuzasi keskin ortadi.

Issiqlik va modda almashinuvi: Gaz tarkibidagi namlik va zaharli qo‘shimchalar (N_2O, CO_2 H_2S) absorbent tomonidan tezroq yutiladi.

Separatsiya: YUtilgan namlik va iflosliklar markazdan qochma kuch ta’sirida devorlarga urilib, pastga qarab oqib tushadi, tozalangan gaz esa tepadan chiqib ketadi.

1-Jadval

Gidrotsiklon-purkagich tizimining afzalliklari

Ko‘rsatkich	An’anaviy kolonnalar	Gidrotsiklonli qurilmalar
O‘lchamlari	Juda katta va og‘ir	Ixcham va engil
Jarayon tezligi	Past (gravitatsiya hisobiga)	Juda yuqori (inersiya hisobiga)
Metall sarfi	YUqori	Past
Tozalash darajasi	Standart	YUqori (mikro-tomchilarni ham tutadi)

Hisobiy tahlillarga qaraganda, tangensial tezlik 20-50 m/sek.ga oshganda, markazdan qochma tezlanish 6 martaga oshib, tomchi diametri 3-4 marta kamayadi, modda almashinuv koeffitsienti 20-30 % ga ortadi. Quritish darajasi dastlabki bosqichda 15-25 % ga yaxshilanishi mumkin.

Texnologik tadbiq etish bosqichlari

Tabiiy gazni quritishda gidrotsiklon-purkagich tizimi quyidagicha ishlaydi:

Xom gaz kirishi: Gaz gidrotsiklonga tangensial (yon tomondan) yo‘nalishda kiradi va quyun hosil qiladi.

Absorbent purkash: Gidrotsiklonning yuqori yoki markaziy qismidan purkagich orqali suyuq absorbent yuboriladi.

Tezkor modda almashinuvi: YUqori turbulentlik natijasida gaz soniyaning ulushlarida quriydi.

Fazalarni ajratish: Namlangan absorbent devor bo‘ylab pastga, quritilgan gaz esa markaziy quvur orqali magistralga yo‘naltiriladi.

SHuni ta’kidlash lozimki, gidrotsiklonning geometrik o‘lchamlari va gazning kirish tezligi to‘g‘ri hisoblanishi kerak. Agar tezlik haddan tashqari yuqori bo‘lsa, suyuqlik tomchilari gaz bilan birga chiqib ketishi (unos) mumkin.

Qo‘llanish sohalari

ISSN 3030-3907

Kon boshida tayyorlash: Gazni quvurlarga yuborishdan oldin dastlabki tozalash.

GPZ (Gazni qayta ishlash zavodlari): Kimyoviy tozalash bosqichlarida.

Siquv kompressor stansiyalari: Kompressordan oldin gazni kondensatdan tozalash.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki:

-gidrotsiklonda turbulentlik darajasi yuqori;

- dispers tomchilar diametri ananaviy forsunkalar darajasigacha kichrayadi;
- quritish samaradorligi dastlabki bosqichdayoq 15-20 foizga oshadi;
- uskuna ixcham, harakatlanadigan qismlari yo‘q.

Ananaviy absorbsion kolonna o‘rnini to‘liq bosishi uchun 2 va 3 bosqichli gidrotsiklon uskunasidan foydalanish tavsiya etiladi.

XULOSA.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, gidrotsiklonni purkagich sifatida qo‘llash, gazni dastlabki quritish va mexanik tozalash bosqichlarida samarali echim hisoblanadi. Ushbu qurilmaning hajmi mavjud absorbsiya qurilmalariga nisbatan 30-40 foizga kamayaib, metall sarfining kamayishiga olib keladi va energiya tejamkorlikni ta’minlaydi. Markazdan qochma kuch maydonida purkash natijasida hosil bo‘lgan mayin dispers tomchilar modda almashinuv jarayonining jadallashuviga imkon yaratadi. Taklif etilayotgan texnologiya mavjud ananaviy absorbsion quritish tizimlarida yoki alohida ko‘p bosqichli absorbsiya uskunasi sifatida qo‘llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘Lmas Niyoz, O. G. L., Jumayev, Q. K., & G‘Aybullayev, S. A. (2022). GAZLARNI QURITISH USULLARI VA JARAYON PARAMETRLARI. *Scientific progress*, *3*(3), 602-611.

2. Zhumaev, K. K., & Shomurodov, A. Y. (2020). Research and development of an integrated technology for the separation of oil sludge in the field of centrifugal forces. *Science and Education*, *1*(3).

3. Jumaev, K. K., Iskandarov, J. R. O., & Tuxtaev, B. B. O. (2017). Razrabotka i ispolzovanie malogabaritnых absorbsionnых ustanovok. *Voprosы nauki i obrazovaniya*, (2 (3)), 34-35.

4. Jumaev, K. K., & Saidov, M. (2016). Vliyanie gidratoobrazovaniya na propusknuyu sposobnost gazoprovoda. *Molodoy uchenыy*, (2), 150-151.

5. Jumaev, K. K., Maxmudova, N. S., SHomurodov, A. YU., & YAxyaev, N. SH. (2020). Mathematical model of the process of phase separation of oil sludge under the influence of centrifugal force. *Mathematical model of the process of phase separation of oil sludge under the influence of centrifugal force*, *10*(11), 539-544.

ISSN 3030-3907

6. Jumaev, K. K., & Kalandarov, N. O. (2014). Vosstanovlenie ekspluatatsionnoy nadejnosti gazoprovodov. *Molodoy uchenыy*, (9), 153-154.
7. Jumaev, K., & Kh, D. (2022). Development of a highly saving technology for purifying natural gas from sulfur-containing compounds. *Sciences of Europe*, (107), 132-136.
8. Karimovich, J. Q., & Yuldashovich, S. A. (2021). NOAN'ANAVIY USULLARNI NEFT SHLAMLARINI AJRATISHDA QO'LLASH. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, *1*(4), 1112-1118.
9. Jumaev, K. K., Makhmudova, N. S., & Shomurodov, A. (2020). Yu. Yahyayev N. Sh. *Mathematical model of the process of phase separation of oil sludge under the influence of centrifugal force. Mathematical model of the process of phase separation of oil sludge under the influence of centrifugal force*, *10*(11), 539-544.
10. Zhumaev, K. K., Sh, A. S., & Tukhtaev, B. O. (2017). Application of regular nozzles in contact heat and mass transfer apparatuses. *Problems of science and education*, (2), 28-29.

ISSN 3030-3907

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ РОТАЦИОННОГО ФОРМОВАНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ.

Юлдашев Нодирбек Бахрамович
Докторант Государственного учреждения (ГУ) «Фан ва тараккиёт» при Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова.
E-mail: nodir_4444@mail.ru)
Юлдашев Бекзод Бахрамович
Доктор философии (PhD) по техническим наукам ORCID ID: 0009-0001-7786-593X
E-mail: yuldoshev.b@odti.uz
Негматов Сойибжон Садикович
Академик АН РУз, д-р. техн. наук, профессор, научный руководитель ГУ «Фан ва тараккиёт»

Аннотация. В работе исследованы композиционные полимерные материалы и технология ротационного формования резервуаров для машин химической защиты растений. Изучено влияние температурно-временных режимов и свойств порошковых полимеров на качество изделий. Определены оптимальные параметры технологического процесса, обеспечивающие прочность и химическую стойкость резервуаров. Результаты могут быть использованы при проектировании и производстве емкостей для сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: композиционные полимерные материалы, ротационное формование, резервуар, термопластичные полимеры, порошкообразная композиция, полиэтилен, химическая защита растений, сельскохозяйственная техника, температурно-временной режим, физико-механические свойства, коррозионная стойкость, эксплуатационные свойства.

Annotatsiya. Ushbu ishda o‘simliklarni kimyoviy himoya qilish mashinalari uchun mo‘ljallangan polimer kompozitsion materiallar va rezervuarlarni rotatsion shakllantirish texnologiyasi tadqiq qilingan. Polimer kompozitsiyalarining kimyoviy va korroziyaga chidamliligi, hamda ularning ishlash muddati tahlil qilingan. Rotatsion shakllantirish jarayonining asosiy bosqichlari — xom ashyoni yuklash, qizdirish, shakllantirish, sovitish va tayyor mahsulotni olish — o‘rganilgan. Harorat, vaqt va material xossalarining mahsulot sifatiga ta’siri aniqlangan. Olingan natijalar asosida yuqori ekspluatatsion xususiyatlarga ega

ISSN 3030-3907

rezervuarlarni ishlab chiqarish uchun optimal texnologik rejimlar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: kompozitsion polimer materiallar, rotatsion shakllantirish, rezervuar, termoplastik polimerlar, kukunsimon kompozitsiya, polietilen, o‘simliklarni kimyoviy himoya qilish, qishloq xo‘jaligi texnikasi, harorat-vaqt rejimi, fizik-mexanik xususiyatlar, korroziyaga chidamlilik, ekspluatatsion xususiyatlar.

Annotation. This study examines polymer composite materials and the rotational molding technology for tanks used in agricultural chemical protection machines. The effects of temperature, time, and polymer powder properties on product quality were analyzed. Optimal technological parameters ensuring high durability and chemical resistance were developed. The results can be applied in designing and manufacturing polymer tanks for agricultural equipment.

Keywords: composite polymer materials, rotary molding, reservoir, thermoplastic polymers, powder composition, polyethylene, chemical plant protection, agricultural machinery, temperature-time regime, physico-mechanical properties, corrosion resistance, operational properties.

ВВЕДЕНИЕ.

В современных условиях развития сельского хозяйства особое значение приобретает создание надежных, химически стойких и долговечных резервуаров для машин защиты растений. Традиционные металлические емкости подвержены коррозии, воздействию агрессивных химических сред и имеют сравнительно ограниченный срок службы. В связи с этим возрастает необходимость разработки новых композиционных полимерных материалов и эффективных технологий их переработки.

Одним из перспективных способов изготовления крупногабаритных полимерных резервуаров является метод ротационного формования, позволяющий получать изделия сложной формы с высокими эксплуатационными характеристиками. Поэтому разработка состава полимерных композиций и оптимизация технологических режимов ротационного формования резервуаров для машин химической защиты растений является актуальной научно-технической задачей.

ЦЕЛЬЮ ИССЛЕДОВАНИЯ. является разработка эффективных составов композиционных полимерных материалов и совершенствование технологии ротационного формования резервуаров для машин химической защиты растений с повышенными эксплуатационными характеристиками.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

ISSN 3030-3907

- анализ современных полимерных композиционных материалов, применяемых для изготовления резервуаров;
- исследование физико-механических и технологических свойств порошкообразных термопластичных композиций;
- изучение влияния температурно-временных режимов ротационного формования на качество изделий;
- определение оптимальных параметров технологического процесса (нагрев, вращение, охлаждение);
- разработка рациональной технологии получения резервуаров с повышенной прочностью, коррозионной стойкостью и долговечностью;
- оценка эксплуатационных характеристик полученных изделий.

В мире проводятся научные исследования по созданию эффективных составов композиционных полимерных материалов и разработке методов их получения для производства резервуаров машин химической обработки не только хлопка, но и других сельскохозяйственных культур, по изучению физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств емкостей на основе разработанной полимерной композиций. В этом аспекте, важное значение имеет в том числе, создание крупногабаритных резервуаров для распыления, хранения и транспортировки химических препаратов к посевам, использование коррозионностойких композиционных полимерных материалов для повышения долговечности резервуаров на основе полимерной композиции до 10-15 лет и долговременной защиты металлоконструкций сельскохозяйственной техники и механизмов [1].

В этом аспекте разработка эффективного состава полимерных композиций и технология получения из них резервуаров для применения в машинах по химической обработке хлопчатника имеет большое значение.

В связи с этим разработана составов полимерных композиций и технология получения из них резервуаров для применения в машинах по химической обработке хлопчатника.

Особенности технологического процесса ротационного формования резервуаров зависят от природы и физического состояния перерабатываемого порошкового термопластичного полимерного материала [2].

На основе комплексного анализа результатов исследований разработали технологический процесс формирования резервуаров из порошковых термопластичных полимерных материалов для применения в тракторных системах для химической защиты хлопчатника.

ISSN 3030-3907

Технологический процесс ротационного формования порошкообразных композиций на основе термопластов состоит из следующих четырех этапов.

Этап I. Загрузка. Сырье (порошкообразная композиция на основе полиэтилена) загружается в подготовленную форму. Предварительная подготовка формы заключается в покрытии внутренней ее поверхности вручную или через распылитель разделительной смазки для облегчения выемки готового изделия. В качестве разделительных смазок применяются, в основном, различные кремнеорганические соединения (силиконовое масло, силиконовая эмульсия, силиконовый вазелин КВ-3), восковая эмульсия и разделитель. Количество сырья, загружаемого в одну форму, определяется заранее, исходя из требуемой толщины стенок получаемого изделия.

Этап 2. Нагрев формы и формование изделия. Закрытая форма, заполненная определенным количеством порошкообразного сырья, приводится во вращение вокруг двух взаимно перпендикулярных осей. При этом, скорость вращения не превышает 20 об/мин, а отношение скоростей обычно составляет 4:1.

По нашим данным, геометрия формы (отношение диаметра к высоте цилиндрических форм) очень мало влияет на оптимальное отношение скоростей.

Выбор температуры нагрева на втором этапе технологического процесса зависит от двух причин - от природы перерабатываемого сырья и от вида теплопередачи в установке ротационного формования. Так, для основного сырья ротационного формования - порошкообразной композиции на основе полиэтилена низкой плотности - в установках с конвекционным нагревом температура в камере составляет 200-480^{0}C, причем наиболее употребляемый интервал температур 230-370^{0}C. Интенсивная теплопередача в установках с двустенными формами позволяет получать качественные изделия при температуре 180-220^{0}C.

Таким образом, температура переработки полимерной композиции методом ротационного формования высока, поэтому особое значение приобретает правильное определение времени выдержки при нагреве. Эта величина оценивается в широких пределах, так как она зависит от ряда факторов. В среднем время выдержки при нагреве составляет 5-20 мин (в зависимости от толщины стенки изделия). Как показывают экспериментальные исследования, на стадии нагрева необходимо, чтобы внутренняя полость формы соединялась с внешней средой: для некоторых перерабатываемых полимеров (полиамиды и т.д.) при высокой температуре

ISSN 3030-3907

переработки для выполнения этого требования возникает необходимость вентиляции внутренней полости нагретым инертным газом.

Этап 3. Охлаждение. После стадии нагрева наступает стадия охлаждения, во время которой форма вращается вокруг двух осей. На стадии охлаждения необходимо, чтобы внутренняя полость формы сообщалась с внешней средой. Это предохраняет неостывшее ещё изделие от деформации под действием разности давлений. Охлаждение - наименее изученный этап технологического процесса ротационного формования. Порядок, длительность и другие особенности процесса охлаждения выбираются в каждом конкретном случае экспериментально. При этом следует отметить, что этап охлаждения сильно влияет на структуру и свойства изделий. Так, слишком быстрое охлаждение приводит к образованию структур с малым содержанием кристаллитов, что выражается в понижении прочности материала.

Этап 4. Выгрузка готового изделия. Подобно загрузке сырья, выгрузка готового изделия в большинстве установок ротационного формования производится вручную. Таким образом, исследованы сыпучие свойства порошковых композиционных полимерных композиций и температурно-временные режимы формования композиций на основе полимерных материалов, определены их гранулометрический состав и зависимости между касательными и нормальными напряжениями композиций при движении по поверхности различных материалов, а также изменения коэффициента внутреннего трения порошкообразных композиций от температуры материала. Установлены оптимальные технологические режимы получения резервуаров из композиционных полимерных материалов методом ротационного формования и разработан технологический процесс ротационного формования резервуаров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В результате проведённых исследований разработаны составы композиционных полимерных материалов и усовершенствована технология ротационного формования резервуаров для машин химической защиты растений. Установлено, что выбор оптимальных температурно-временных режимов формования, а также учет сыпучих и физико-механических свойств порошкообразных полимерных композиций позволяют получать изделия с высокими эксплуатационными характеристиками. Разработанный технологический процесс обеспечивает получение резервуаров, отличающихся химической стойкостью, коррозионной устойчивостью, достаточной прочностью и долговечностью. Полученные результаты могут быть использованы при производстве полимерных резервуаров для

ISSN 3030-3907

сельскохозяйственной техники и способствуют повышению надежности и срока службы оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Негматов А.С. Гулямов Г., Болласов К.Т., Халимжанов Т.С., Абдурахманов А.Г. Эффективность применения антифрикционно-износостойких композиционных материалов в рабочих органах погрузочно-разгрузочных и транспортных средств механизации. // Сб.тр. Республ.научно-практ. конф. «Пути развития транспортных коммуникаций РУз».-Ташкент, ТАДИ, 17 мая 2002.-С.122-126.
2. Юлдашев Б.Б., Негматов С.С., Кучкаров У.К., К.С. Негматова, С.У. Султанов, Ш.А. Бозорбоев, Ш.Х. Жовлиев. Исследование влияния агрессивных сред и атмосферных факторов на защитные свойства термопластичных полимерных материалов, применительно для изгатовления резервуаров ротационным способом. // Композиционные материалы. Ташкент, 2023, №1, - С. 215-217.
3. Юлдашев Б.Б Изучение влияния различных минеральных антипиренов на огнестойкость древесно-пластиковых и древесноволокнистых плитных материалов //Ж.Композиционные материалы, Ташкент,2025. №3,С.47-49
4. Yuldashev B. B. O‘simliklar va g‘o‘zaga kimyoviy ishlov berish texnologiyasi va mexanizatsiyalash, kompozit polimer materiallardan foydalangan holda ularning samaradorligini oshirish //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2025. – Т. 59. – №. 4. – С. 201-204.
5. Kenjayev T. N., Mamatkulov R. S., Abdukaxxarov A. A. ZANGLAMAYDIGAN PO ‘LAT QUVURLARNI KOMBINATSYALASHGAN LAZER VA YOYLI PAYVANDLASH //InnoRes. – 2025. – Т. 1. – №. 5. – С. 25-39.
6. Baxromovich Y.B.Poliolefinlarni to‘ldiruvchilar bilan modifikatsiyalash //InnoRes. – 2025. – Т. 1. – №. 5. – С. 40-47.
7. Nodir T. et al. Ways to increase the strength of the surface of the parts //Journal of Critical Reviews. – 2020. – Т. 7. – №. 11. – С. 380-386.
8. Fazilov D. S., Mamatqulov R. S. o‘g‘li, Kenjayev, TN o‘gli, & Abdukaxxarov, AA o‘g‘li.(2024). Boyitish fabrikalari jihozlarining yeyilish sabablari //Science and Education. – Т. 5. – №. 4. – С. 146-151.
9. Юлдашев Б. Б., Негматова К. С., Халимжонов Т. С. Исследование влияния ядохимикатов на свойства полимерных материалов //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 4. – №. 2 (119). – С. 41-43.

ISSN 3030-3907

ЎЗБЕКИСТОНДА МАШИНАВИЙ ЎҚИТИШ УСУЛЛАРИНИ АХБОРОТ-ТАҲЛИЛИЙ ФАОЛИЯТДА ҚЎЛЛАШДАГИ МУАММОЛАР ХУСУСИДА

Ахмедов Фирдавс Камол ўғли
Мустақил тадқиқотчи
E-mail: tashanovazizbek76@gmail.com

Аннотация. Мақолада Ўзбекистонда машинавий ўқитиш усулларини ахборот-таҳлилий фаолиятда қўллашдаги асосий муаммолар таҳлил қилинади. Тадқиқот норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар, халқаро ташкилотлар маълумотлари, соҳавий кейслар ва муаллиф сўровномаси натижаларига асосланади. Таҳлил МЎ самарадорлиги маълумотлар сифати, кадрлар салоҳияти, институционал бошқарув ва методологик тайёргарликка бевосита боғлиқлигини кўрсатади. Мақолада муаммолар иерархик таснифланиб, уларни бартараф этиш бўйича таклифлар илгари сурилади.

Калит сўзлар: машинавий ўқитиш, ахборот-таҳлилий фаолият, сунъий интеллект, маълумотлар сифати, давлат бошқаруви, институционал механизм, алгоритмик шаффофлик.

Аннотация. В статье анализируются основные проблемы применения методов машинного обучения в информационно-аналитической деятельности Узбекистана. Исследование основано на нормативно-правовых актах, данных международных организаций, отраслевых кейсах и результатах авторского опроса. Анализ показывает, что эффективность машинного обучения напрямую зависит от качества данных, кадрового потенциала, институционального управления и методологической готовности. В статье проблемы классифицируются в иерархическом порядке и предлагаются научно-практические меры по их преодолению.

Ключевые слова: машинное обучение, информационно-аналитическая деятельность, искусственный интеллект, качество данных, государственное управление, институциональный механизм, алгоритмическая прозрачность.

Abstract. The article analyzes the main problems of applying machine learning methods in information and analytical activities in Uzbekistan. The study is based on legal and regulatory documents, data from international organizations, sectoral case studies, and the results of the author's survey. The analysis shows that the effectiveness of machine learning depends directly on data quality, human capital, institutional governance, and methodological readiness. The article classifies these problems hierarchically and proposes scientific and practical measures to address them.

Keywords: machine learning, information and analytical activity, artificial intelligence, data quality, public administration, institutional mechanism,

algorithmic transparency.

КИРИШ.

Рақамли трансформация шароитида ахборот-таҳлилий фаолиятнинг мазмуни тубдан ўзгариб, давлат бошқаруви, иқтисодий режалаштириш, хавфсизлик, солиқ маъмурияти, соғлиқни сақлаш ва ижтимоий сиёсатда қарорлар тобора кўпроқ катта маълумотлар, тезкор таҳлил ва прогнозлаш натижаларига таянмоқда. Бу жараёнда машинавий ўқитиш усуллари ахборотни қайта ишлаш, яширин қонуниятларни аниқлаш, хавфларни баҳолаш ва сценарийларни прогноз қилишнинг муҳим воситасига айланмоқда.

Ўзбекистонда ҳам сўнгги йилларда электрон ҳукумат, очиқ маълумотлар, рақамли хизматлар ва сунъий интеллект (СИ) технологияларини жорий этишга қаратилган сиёсат изчил амалга оширилмоқда. “Рақамли Ўзбекистон - 2030” стратегияси иқтисодиёт тармоқлари, ижтимоий соҳа ва давлат бошқаруви тизимини рақамли ривожлантиришга қаратилган асосий стратегик ҳужжат сифатида қабул қилинди.[7] 2024 йилда тасдиқланган СИ технологияларини 2030 йилгача ривожлантириш стратегияси эса ушбу теҳнология маҳсулотлари ва хизматлари бозорини кенгайтириш, соҳавий татбиқларни кучайтириш ва Ўзбекистонни ҳукуматнинг СИга тайёрлик индексида илғор давлатлар қаторига олиб чиқиш вазифаларини белгилади.[8]

Бироқ стратегик мақсадларнинг мавжудлиги МЎни ахборот-таҳлилий фаолият (АТФ)га автоматик равишда самарали жорий этишни англатмайди. Бу жараён сифатли маълумот, соҳалараро кадрлар, ҳуқуқий-институционал регламентлар, идоралараро маълумот алмашинуви, методологик баҳолаш ва инсон назорати билан бевосита боғлиқ. Шу сабабли мақоланинг мақсади Ўзбекистонда МЎ усулларини АТФда қўллашдаги асосий муаммоларни тизимли таҳлил қилиш ва уларни бартараф этиш бўйича илмий асосланган тавсиялар ишлаб чиқишдан иборат.

МЎни АТФга татбиқ этиш масаласи бир нечта илмий ёндашувлар кесишмасида ўрганилади. Биринчидан, билимларни кашф этиш ва маълумотларни қазиб олишга оид тадқиқотларда маълумотларни танлаш, тозалаш, моделлаштириш ва талқин қилиш ягона аналитик занжир сифатида

[7] Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 5 октябрдаги ПФ-6079-сон “Рақамли Ўзбекистон - 2030” стратегиясини тасдиқлаш ва уни самарали амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги Фармони // Lex.uz.

[8] Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2024 йил 14 октябрдаги ПҚ-358-сон “Сунъий интеллект технологияларини 2030 йилгача ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги қарори // Lex.uz.

ISSN 3030-3907

қаралади. Файяд, Пятецкий-Шапиро ва Смит ёндашуви маълумотдан билимга ўтишни босқичли ва итератив жараён сифатида изоҳлайди.[9]

Иккинчидан, замонавий МЎ адабиётида маълумот сифати модел самарадорлигининг асосий шарти ҳисобланади. Куҳн ва Жонсонга кўра, белгиларни танлаш, маълумотни тайёрлаш, шовқинли ёзувларни тозалаш ва репрезентативликни таъминлаш модел натижаларининг ишончлилигига бевосита таъсир кўрсатади. Шунингдек, алгоритмик оғиш ва адолатлиликка оид тадқиқотлар маълумотлардаги номутаносибликлар ижтимоий жиҳатдан нохолис қарорларга сабаб бўлиши мумкинлигини кўрсатади.[10]

Учинчидан, давлат бошқарувида СИ ва МЎни қўллашда хавфларни бошқариш, шаффофлик, ҳисобдорлик ва инсон назорати муҳим аҳамиятга эга. NIST (АҚШ Миллий стандартлар ва технологиялар институти) томонидан рискка асосланган бошқарув циклини таклиф этса, OECD AI Policy Observatory давлат секторида СИни жорий этишда инновация, инсон ҳуқуқлари, хавфсизлик ва ишончлилик мувозанатини таъминлаш зарурлигини таъкидлайди.[11]

Мақолада норматив-ҳуқуқий таҳлил, контент-таҳлил, қиёсий ва кейс-таҳлил, SWOT-таҳлил, тафовут таҳлили ҳамда ўтказилган сўровномаси натижаларини умумлаштириш усулларидан фойдаланилди. Эмпирик асосни Ўзбекистонда рақамли трансформация ва СИ соҳасида қабул қилинган ҳужжатлар, халқаро индекслар, очиқ маълумотлар, соҳавий пилотлар ва АТФ мутахассислари жавоблари ташкил этди.

Ўзбекистонда МЎни АТФда қўллашнинг бугунги ҳолати беш мезон асосида баҳоланиши мақсадга мувофиқ: норматив-стратегик база, институционал муҳит, рақамли инфратузилма, соҳавий татбиқлар ва кадрлар салоҳияти. Ушбу мезонлар таҳлилни фақат технология мавжудлиги билан чекламай, МЎ ечимларининг қарор қабул қилиш жараёнига реал таъсирини баҳолаш имконини беради (1-жадвал).

1-жадвал.

Жорий ҳолатни баҳолашнинг методологик мезонлари

Мезон	Таҳлил йўналиши	Асосий савол
Нормати в-стратегик база	Қонунлар, фармонлар, стратегиялар	МЎ натижаси расмий қарор ва таҳлилий

[9] Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P. From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases // AI Magazine. 1996. Vol. 17(3). P. 37-54.
[10] Mehrabi N., Morstatter F., Saxena N. et al. A Survey on Bias and Fairness in Machine Learning // ACM Computing Surveys. 2021/2022. Vol. 54(6). P. 1-35.
[11] OECD.AI Policy Observatory. Uzbekistan country profile. Paris: OECD, 2024-2026.

ISSN 3030-3907

Мезон	Таҳлил йўналиши	Асосий савол
		маҳсулотга қандай киритилади?
Институ ционал муҳит	Вазирликлар, идоралар, лойиҳа жамоалари	Координация ва жавобгарлик занжири аниқми?
Рақамли инфратузилма	Маълумотлар, булут, интеграция, ҳисоблаш қуввати	Маълумотлар МЎ учун тайёр ва ишончлими?
Соҳавий татбиқлар	Солиқ, харидлар, аграр, тиббиёт ва бошқа кейслар	Пилот натижа амалиётга айланяптими?
Кадрлар салоҳияти	Техник, таҳлилий ва соҳавий компетенциялар	Модел натижасини тушунадиган мутахассислар етарлими?

Норматив-стратегик база бўйича ижобий динамика мавжуд. СИ стратегиясида 2030 йилга қадар СИ маҳсулотлари ва хизматлари ҳажмини ошириш, давлат хизматларида СИга асосланган ечимлар улушини кенгайтириш, илмий лабораториялар ташкил этиш ва юқори қувватли ҳисоблаш инфратузилмасини ривожлантириш вазифалари белгиланган.[12] Бироқ ушбу мақсадларни амалий механизмларга айлантириш, хусусан, моделларни баҳолаш, аудит қилиш, сертификациялаш ва расмий таҳлилий ҳужжатларда қўллаш тартибини белгилаш ҳали долзарб вазифа бўлиб қолмоқда

Институционал муҳитда ҳам ижобий силжиш кузатилмоқда. Рақамли технологиялар вазирлиги мувофиқлаштирувчи субъект сифатида фаолият юритмоқда, IT Park резидентлари, университет лабораториялари ва халқаро ташкилотлар билан ҳамкорлик кенгаймоқда. 2025 йил давомида IT Park экотизимида резидент компаниялар сони сезиларли ошди: январь-май ойларида 636 та янги компания қўшилиб, резидентлар умумий сони 2 846 тага етган бўлса, кейинги ойларида эса экспортга йўналтирилган ва хорижий капитал иштирокидаги компаниялар улуши янада кенгайди[13]. Ушбу рақамлар Ўзбекистонда рақамли меҳнат бозори ва IT-аутсорсинг экотизими жадал ривожланаётганини кўрсатади.

Шу билан бирга, мазкур ўсиш АТФ учун зарур бўлган **“техник +**

[12] Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2024 йил 14 октябрдаги ПҚ-358-сон қарори, 1-илова: Сунъий интеллект технологияларини 2030 йилгача ривожлантириш стратегияси // Lex.uz.
[13] Over 280 Export-Oriented Companies Join IT Park in Five Months // Ministry of Digital Technologies of the Republic of Uzbekistan, 10.06.2025.

ISSN 3030-3907

соҳавий + таҳлилий” талабларни тўлиқ шаклланганини англатмайди. МЎ натижаларини таҳлилий жараёнга интеграция қила оладиган соҳалараро кадрлар масаласи ҳали ҳам долзарблигича қолмоқда

Халқаро рейтинглар ҳам ижобий динамикани қайд этмоқда. Oxford Insightsнинг Government AI Readiness Index 2025 натижаларига кўра, Ўзбекистон 54,69 балл билан 62-ўринни эгаллаган. Бу 2024 йилга нисбатан ўсишни кўрсатади[14]. Бироқ рейтингдаги ўсиш давлат секторининг барча бўғинларида МЎ ечимлари самарали ишлаяпти, деган хулосани бермайди. Амалиётда маълумот сифати, идоралараро интеграция ва кадрлар муаммоси сақланиб қолмоқда

Соҳавий татбиқлар эса нотекис ривожланмоқда. Солиқ маъмурияти, давлат харидлари, қишлоқ хўжалиги ва тиббий тасвирларни таҳлил қилишда муайян пилотлар шаклланган бўлса-да, ижтимоий ёрдам, хавфсизлик аналитикаси, ҳудудий прогнозлаш ва стратегик режалаштиришда МЎ ечимлари кўпинча ғоя, эксперимент ёки чекланган пилот даражасида қолмоқда. Бу муаммо технологиянинг ўзи эмас, балки маълумотлар сифати, ҳуқуқий регламентлар ва иш жараёнларига интеграция етарли эмаслиги билан боғлиқ.

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, мазкур йўналишдаги муаммоларни иерархик тизим сифатида қараш лозим. Биринчи даражадаги муаммолар асосий характерга эга бўлиб, бошқа чекловларни келтириб чиқаради. Иккинчи даражадаги муаммолар ушбу пойдеворий чекловларни кучайтиради. Учинчи даражада эса пилотларнинг масштаблашмаслиги, модел натижасини нотўғри талқин қилиш ва ишонч инқирози каби амалий оқибатлар пайдо бўлади (2-жадвал).

2-жадвал.

Ўзбекистонда МЎни ахборот-таҳлилий фаолиятга жорий этишдаги муаммолар таснифи

Даража	Муаммо	Мазмуни	Асосий оқибат
1-даража	Маълумотлар сифати	Маълумотлар тарқоқ, форматлар турлича, МЎ-тайёр датасетлар етари эмас	Модел хулосаси ишончсиз бўлади
	Кадрлар салоҳияти	Техник ва соҳавий билим ҳамда таҳлилий фикрлайдиган мутахассислар кам	Натижа нотўғри талқин қилинади

[14] Oxford Insights. Government AI Readiness Index 2025. Malvern: Oxford Insights, 2025.

ISSN 3030-3907

Даража	Муаммо	Мазмуни	Асосий оқибат
	Институционал бошқарув	Регламент, аудит, жавобгарлик ва мониторинг механизмлари тўлиқ эмас	Пилотлар амалиётга ўтмайди
2-даража	Идоралараро координация	Маълумот ва тажриба алмашиш тизими заиф	Лойиҳалар такрорланади ёки секинлашади
	Технологик чекловлар	GPU/HPC ресурслари ва хавфсиз интеграция муҳити чекланган	Масштаблаш қийинлашади
	Методологик тайёргарлик	Вазифани формаллаштириш, баҳолаш ва тушунтириш мезонлари ягона эмас	“Тўғри рақам - нотўғри маъно” хавфи кучаяди
3-даража	Ишонч муаммоси	Қора қути моделлар, ҳуқуқий ноаниқлик ва аудит етишмаслиги	Қарор қабул қилувчи субъект МЎга таянмайди

Маълумотлар сифати ва стандартлаштириш муаммоси. МЎ учун асосий ресурс маълумот ҳисобланади, бироқ маълумотнинг мавжудлиги унинг МЎ учун тайёрлигини англатмайди. Давлат органларида маълумотлар турли форматларда, турли янгиланиш даврийлигида ва баъзан PDF, Word, сканер ёки расм кўринишида сақланиши машинали таҳлил учун зарур тозалаш, белгилаш, нормаллаштириш ва бирлаштириш ишларини мураккаблаштиради. Сифатсиз маълумот асосида ўқитилган модель ташқи жиҳатдан юқори аниқлик кўрсатса ҳам, амалиётда ишончсиз хулоса бериши мумкин.

АТФда эса бундай хато нотўғри бошқарув қарори, ресурсларни ноадолатли тақсимлаш ёки хавфларни нотўғри баҳолашга олиб келади. Маълумотлар сифати муаммоси асосан тўлиқсизлик, эскириш ва репрезентативлик етишмаслигида намоён бўлади; алгоритмик адолатлиликка оид тадқиқотлар ҳам моделдаги кўплаб хатолар маълумот таркибидаги номутаносибликлар билан боғлиқлигини кўрсатади. Шу боис Ўзбекистонда МЎни ривожлантиришда биринчи вазифа алгоритмларни кўпайтириш эмас, балки ягона маълумотлар луғати, метамаълумотлар стандарти, маълумот эгаси ва унинг масъулияти, янгиланиш частотаси ҳамда сифат индикаторларини расмийлаштириш орқали маълумотлар бошқарувини стандартлаштиришдан иборат бўлиши лозим.

ISSN 3030-3907

Кадрлар ва соҳалараро компетенциялар етишмаслиги. МЎни АТФга татбиқ этишда кадрлар муаммоси фақат дастурчи ёки дата-сайентистлар сони билан эмас, балки МЎ алгоритмларини тушунадиган, маълумотлар билан ишлай оладиган ва бир вақтнинг ўзида давлат бошқаруви, ҳуқуқий муҳит, хавфсизлик ёки соҳавий сиёсат контекстини англайдиган мутахассислар етишмаслиги билан боғлиқ. Амалда таҳлилчилар МЎ модели натижасини, эҳтимолий хулоса, сохта корреляция, таҳдидлар даражасини талқин қилишда қийналади, техник мутахассислар эса алгоритмни қургани ҳолда таҳлилий вазифанинг мазмуний чегараларини тўлиқ англамаслиги мумкин.

Сўровнома натижалари ҳам МЎ лойиҳалари самарадорлигига маълумотлар сифати, институционал бошқарув ва кадрлар салоҳияти технологик инфратузилмадан кўра кучлироқ таъсир қилишини кўрсатади. Шу боис ахборот-таҳлилий фаолият учун фақат дастурлаш курслари эмас, балки МЎ натижасини техник баҳолаш, соҳавий мазмун билан боғлаш ва қарор қабул қилувчи шахсга тушунарли етказишга қаратилган “маълумотлар таҳлили - натижаларни баҳолаш - МЎ моделини тушунтириш” мослаштирилган модели зарур.

Ҳуқуқий-институционал механизмлар ва ишонч муаммоси. Давлат бошқарувида МЎни қўллаш самарадорлик билан бирга ҳуқуқий жавобгарлик, шахсий маълумотлар ҳимояси, киберхавфсизлик, шаффофлик ва инсон ҳуқуқлари масалаларини ҳам қамраб олади. Ўзбекистонда шахсий маълумотлар ва киберхавфсизлик бўйича умумий ҳуқуқий асослар мавжуд бўлса-да[15], МЎ натижаларини расмий таҳлилий ҳужжатларда қўллаш, алгоритм тавсиясини тасдиқлаш, хатолик учун жавобгарлик, модель аудити ва қайта ўқитиш тартиби ҳали тўлиқ регламентлашмаган.

Шу сабабли давлат органларида МЎга нисбатан эҳтиёткор муносабат сақланмоқда. Халқаро амалиётда бу муаммоларни камайтириш учун **хавфга асосланган бошқарув**, **алгоритмик таъсирни баҳолаш**, **инсон назорати** ва **модель аудити** қўлланилади. Айниқса, фуқаро ҳуқуқларига таъсир қилувчи юқори хавфли соҳаларда этик-ҳуқуқий назорат муҳим аҳамиятга эга.

Ишонч муаммоси “қора қути” моделларида кучлироқ намоён бўлади. Модель хулосаси қандай шаклланган тушунарсиз бўлса, таҳлилчи, раҳбар ёки фуқаро унинг натижасига ишонмайди. Шунинг учун ахборот-таҳлилий фаолиятда **тушунтириладиган сунъий интеллект**, **модель паспорти**,

[15] Ўзбекистон Республикасининг 2019 йил 2 июлдаги ЎРҚ-547-сон “Шахсга доир маълумотлар тўғрисида”ги Қонуни // Lex.uz.

ISSN 3030-3907

маълумот манбаи, **хатолик чегараси** ва **инсон назорати** мажбурий талаб сифатида белгиланиши лозим.

Идоралараро координация ва пилотдан амалиётга ўтиш муаммоси. МЎ лойиҳалари кўп ҳолларда бир идора доирасида пилот сифатида бошланади. Бироқ улар маълумотлар, ҳуқуқий асос, масъул субъект, KPI ва кенгайтириш мезонлари билан таъминланмаса, амалиётга жорий этилмай, тажриба даражасида қолиб кетади. Идоралараро координация заифлиги эса бир вазирликда ишлаб чиқилган моделнинг бошқа идора маълумотлари билан тўлиқ ишлашини чеклайди.

Маълумот алмашинуви формати, API талаблари, махфийлик чекловлари ва маълумот сифати мезонларининг ҳар хиллиги моделни умуммиллий даражада кенгайтиришни қийинлаштиради. Шу боис ҳар бир МЎ пилоти учун “пилот паспорти” жорий этилиши мақсадга мувофиқ. Унда лойиҳа мақсади, маълумот манбалари, ҳуқуқий асос, KPI, масъул орган, инсон назорати, хавф даражаси ва кенгайтириш шартлари белгиланиши лозим. Бу пилот натижасини холис баҳолаш ва уни амалиётга ўтказиш учун аниқ мезон яратади.

МЕТОДОЛОГИК ВА МОДЕЛЛИ ХАТАРЛАР. МЎни таҳлилий жараёнларда қўллашда методологик тайёргарлик етарли бўлмаса, модель берган рақамлар нотўғри талқин қилиниши мумкин. Масалан, бир ҳудудда хавф юқори кўрсатилиши у ер ҳақиқатан хавфли дегани эмас; бу маълумотлар кўпроқ йиғилгани ёки мурожаатлар фаолроқ қайд этилгани билан ҳам боғлиқ бўлиши мумкин.

Шунинг учун МЎ лойиҳасида аввало таҳлилий вазифа тўғри белгиланиши кераклиги, айниқса модель тавсия беряптими ёки қарор қабул қиляптими, хатолик оқибати қандай, натижани инсон қайси босқичда текширади? Бу саволлар аниқ бўлмаса, техник жиҳатдан аниқ модель ҳам хато таҳлилий хулосага олиб келиши мумкин. Натижада, ҳар бир модель фақат техник аниқлик билан эмас, балки тушунарлилик, соҳавий мослик, қарорга таъсир, инсон назорати ва амалий фойдалилик нуқтаи назаридан ҳам баҳоланиши лозим.

Таҳлиллар кўрсатадики, Ўзбекистонда МЎни АТФга жорий этишда асосий тўсиқ технология етишмаслиги эмас, балки институционал ва методологик тайёргарликнинг пастлигидир. Интернет қамрови, рақамли хизматлар, IT Park экотизими ва СИ стратегияси зарур асос яратмоқда, аммо сифатли маълумотлар, соҳалараро кадрлар, ягона регламентлар ва ишончли модель бошқарувисиз технологик инвестициялар кутилган самарани бермайди.

ISSN 3030-3907

Шу сабабли, МЎни босқичма-босқич институционаллаштириш мақбул, хусусан, давлат маълумотларини баҳолаш, устувор соҳаларда маълумотлар стандарти, API-интеграция ва модель паспортини жорий этиш, юқори хавфли соҳаларда аудит ва инсон назоратини мажбурий қилиш лозим. Сўровнома натижалари эса СИ воситаларидан шахсий фойдаланиш юқори, ташкилотларда тизимли жорий этиш пастлигини кўрсатади; демак, ички регламентлар ва масъулият механизми шаклланмас экан, шахсий фойдаланиш расмий таҳлилий самарага айланмайди.

ХУЛОСА ВА ТАКЛИФЛАР.

Ўзбекистонда МЎ усулларини АТФда қўллаш учун норматив-стратегик пойдевор шаклланган, рақамли инфратузилма ривожланмоқда ва айрим соҳаларда амалий пилотлар пайдо бўлмоқда. Шу билан бирга, мазкур жараёнда маълумотлар сифати, кадрлар салоҳияти, институционал бошқарув, идоралараро координация, методологик тайёргарлик ва ишонч масалалари ҳал қилувчи чекловлар сифатида сақланиб қолмоқда.

Биринчи таклиф - давлат маълумотлари учун **МЎ-тайёрлик стандартини** жорий этиш. Ҳар бир датасет бўйича формат, тўлиқлик, янгиланиш частотаси, метамаълумотлар, масъул субъект ва фойдаланиш чекловлари акс этган реестр шакллантирилиши лозим. Бу маълумотларни қайта ишлаш харажатини камайтиради ва моделлар ишончлилигини оширади.

Иккинчи таклиф - АТФ учун **соҳалараро кадрлар тайёрлаш дастурини** ишлаб чиқиш. Унда статистик таҳлил, МЎ асослари, маълумотлар этикаси, ҳуқуқий чекловлар, соҳавий таҳлил ва модель натижасини тушунтириш кўникмалари бирлаштирилиши мақсадга мувофиқ.

Учинчи таклиф - **хавф даражасига асосланган ҳуқуқий-этик назорат механизмини** шакллантириш. Паст хавфли ечимлар ички тест ва рўйхатдан ўтказиш билан чекланиши, ўрта хавфли ечимлар инсон назорати ва мунтазам аудитдан ўтиши, юқори хавфли моделлар эса мустақил аудит ва алгоритмик таъсирни баҳолаш асосида жорий этилиши лозим.

Тўртинчи таклиф - идоралараро маълумот алмашинуви учун **API асосида ягона аналитик интеграция муҳитини** яратиш. Бу маълумотларни марказлаштиришдан кўра, уларни стандартлашган ва хавфсиз алмашиш орқали ишончли таҳлилий занжирни шакллантиришга хизмат қилади.

Умуман, МЎни таҳлилий жараёнларда самарали қўллаш учун Ўзбекистонда “аввал маълумот ва институт, кейин алгоритм” принципига таяниш мақсадга мувофиқ. Чунки сифатли маълумот, масъул кадр, аниқ

ISSN 3030-3907

регламент ва ишончли бошқарув механизми мавжуд бўлмас экан, энг илғор модель ҳам барқарор аналитик натижа бермайди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 5 октябрдаги ПФ-6079-сон “Рақамли Ўзбекистон - 2030” стратегиясини тасдиқлаш ва уни самарали амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги Фармони // Lex.uz.
2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2024 йил 14 октябрдаги ПҚ-358-сон “Сунъий интеллект технологияларини 2030 йилгача ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида” ги қарори // Lex.uz.
3. Ўзбекистон Республикасининг 2019 йил 2 июлдаги ЎРҚ-547-сон “Шахсга доир маълумотлар тўғрисида” ги Қонуни // Lex.uz.
4. Ўзбекистон Республикасининг 2022 йил 15 апрелдаги ЎРҚ-764-сон “Киберхавфсизлик тўғрисида” ги Қонуни // Lex.uz.
5. OECD.AI Policy Observatory. Uzbekistan country profile. Paris: OECD, 2024-2026.
6. Oxford Insights. Government AI Readiness Index 2025. Malvern: Oxford Insights, 2025.
7. IT Park Uzbekistan. Results of 2023. Transformation and plans for 2024. Tashkent, 2024.
8. Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P. From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases // AI Magazine. 1996. Vol. 17(3). P. 37-54.
9. Kuhn M., Johnson K. Feature Engineering and Selection: A Practical Approach for Predictive Models. Boca Raton: CRC Press, 2019/2022.
10. Mehrabi N., Morstatter F., Saxena N. et al. A Survey on Bias and Fairness in Machine Learning // ACM Computing Surveys. 2021/2022. Vol. 54(6). P. 1-35.
11. National Institute of Standards and Technology. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). Gaithersburg: NIST, 2023.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИММУННОЙ И ГОРМОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ С ОСЛОЖНЕННОЙ ПНЕВМОНИЕЙ

Шарипова Олия Аскаровна

Заведующий кафедрой фундаментальных медецинских дисциплин Ташкентского международного университета Кимё доктор медицинских наук, профессор, член Европейской молекулярно-биологической лаборатории

Маматкулова Дилрабо Хамидовна

Доцент кафедры 3-Педиатрии и медицинской генетики Самаркандского государственного медицинского университета, Узбекистан, Самарканд.

Аннотация. Тяжелое течение осложненной острой пневмонии у детей раннего возраста часто усугубляется снижением адаптационных резервов организма. При этом, роль иммунного и гормонального статуса в патогенезе пневмонии у детей остается предметом дискуссий. В свете этих неясностей, представляется актуальным исследование состояния иммунной и эндокринной систем у детей раннего возраста, страдающих осложненной острой пневмонией. Целью исследования явилось изучить состояние иммунологического статуса и функциональную активность соматотропной, адренокортикотропной функции гипофиза и коры надпочечников у больных детей раннего возраста с осложненной пневмонией. В обследование были включены 120 ребенка с острой пневмонией в возрасте от 3 месяцев до 3 лет. В I-группу входили 65(52%) больных с неосложненной пневмонией из них - 35(56%) мальчики и 27(34%) - девочек. Во II-группу входили 55 (48%) больных с осложненной пневмонией: 42(74%) мальчика и 15 (26%) девочек. Определяли базальный уровень Аденокортикотропного (АКТГ), соматотропного гормона (СТГ) и кортизола в сыворотке крови. Таким образом, выявлено, что у детей осложненной пневмонией в разгаре заболевания характеризуется резкой Т-лимфоцитопенией и их субпопуляцией, свидетельствующая о функциональной недостаточности тимуса, а также сопровождается снижением В-лимфоцитов и достоверным снижением иммуноглобулинов IgM, IgG и глубоким дефицитом IgA, который в свою очередь имеет высокую обратную коррелятивную связь с тяжестью заболевания. У больных осложненной пневмонией в разгаре заболевания отмечается высокое содержание СТГ и низкое - АКТГ и достоверное снижении уровня кортизола приводящее к нарастанию иммунодепрессии у данной категории больных.

Ключевые слова: дети, осложненная пневмония, гормоны, иммунная система.

ISSN 3030-3907

Annotatsiya. Yosh bolalardagi asoratlangan o‘tkir pnevmoniyaning og‘ir kechishi ko‘pincha organizmning adaptiv zahiralarining kamayishi bilan xarakterlanadi. Bolalarda pnevmoniya patogenezida immun va gormonal holatning roli munozara mavzusi bo‘lib qolmoqda. Ushbu noaniqliklarni hisobga olgan holda, asoratlangan o‘tkir pnevmoniya bilan og‘rigan bolalarda immun va endokrin tizimlarning holatini o‘rganish dolzarbdir. Tadqiqotning maqsadi asoratlangan pnevmoniya bilan og‘rigan bolalarda immunologik status va gipofiz bezining somatotrop, adrenokortikotrop funktsiyasining va buyrak usti bezi po‘stlog‘ining funktsional faolligini o‘rganish edi. Tekshiruvga 3 oylikdan 3 yoshgacha bo‘lgan o‘tkir pnevmoniya bilan og‘rigan 120 nafar bola kiritildi. I guruhga asoratlanmagan pnevmoniya bilan og‘rigan 65 (52%) bemor, shu jumladan 35 (56%) o‘g‘il va 27 (34%) qiz kiritilgan. II guruhga asoratlangan pnevmoniya bilan og‘rigan 55 (48%) bemor kiritilgan: 42 (74%) o‘g‘il va 15 (26%) qiz. Qon zardobida adrenokortikotrop gormon (ACTH), somatotrop gormon (STH) va kortizolning bazal darajasi aniqlandi. Shunday qilib, asoratlangan pnevmoniyaga chalingan bolalarda kasallik avjida u o‘tkir T-limfotsitopeniya va ularning subpopulyatsiyasi bilan tavsiflanadi, bu timusning funktsional yetishmovchiligini ko‘rsatadi, shuningdek, B-limfotsitlarning kamayishi va IgM, IgG immunoglobulinlarining sezilarli darajada pasayishi va IgA ning chuqur yetishmovchiligi bilan birga keladi, bu esa o‘z navbatida kasallikning og‘irligi bilan yuqori teskari korrelyatsiyaga ega ekanligi aniqlandi.Asoratlangan pnevmoniya bilan og‘rigan bemorlarda kasallikning eng yuqori cho‘qqisida o‘sish gormoni yuqori va ACTH past darajalari kuzatildi, shuningdek, kortizol darajasining sezilarli darajada pasayishi kuztiladi, bu esa ushbu toifadagi bemorlarda immunosupressiyaning kuchayishiga olib keladi.

Kalit so‘zlar: bolalar, murakkab pnevmoniya, gormonlar, immun tizimi.

Annotation. Complicated acute pneumonia in young children, accompanied by a decrease in the body's adaptive capacity, contributes to the severe course of the disease.The state of immunity and hormonal status in children with pneumonia is a controversial issue. From this point of view, it was interesting to study the state of immune and hormonal status in young children with complicated acute pneumonia. The aim of the study was to examine the state of the immunological status and the functional activity of the somatotropic, adrenocorticotropic function of the pituitary gland and adrenal cortex in young children with complicated pneumonia. The study included 120 children with acute pneumonia aged from 3 months to 3 years. Group I included 65 (52%) patients with uncomplicated pneumonia, of which 35 (56%) were boys and 27 (34%) were girls. Group II included 55 (48%) patients with complicated pneumonia: 42 (74%) boys and 15 (26%) girls. The basal level of adrenocorticotropic hormone (ACTH),

ISSN 3030-3907

somatotropic hormone (STH) and cortisol in the blood serum were determined. Thus, it was revealed that in children with complicated pneumonia, the peak of the disease is characterized by a sharp T-lymphocytopenia and their subpopulation, indicating a functional insufficiency of the thymus, and is also accompanied by a decrease in B-lymphocytes and a significant decrease in immunoglobulins IgM, IgG and a profound deficiency of IgA, which in turn has a high inverse correlation with the severity of the disease. In patients with complicated pneumonia, at the height of the disease, high levels of STH and low levels of ACTH are observed, and a significant decrease in cortisol levels leads to increased immunodepression in this category of patients.

Keywords: children, complicated pneumonia, hormones, immune system.

ВВЕДЕНИЕ.

Несмотря на достижения современной медицины, острая пневмония (ОП) у детей раннего возраста, относится к тяжелым заболеваниям, является основной причиной смерти детей во всем мире [8,13]. Согласно данным ВОЗ, «…ежегодно в мире регистрируется около 155 миллионов случаев заболевания пневмонией у детей, причем из них погибает примерно 1,4 миллиона в возрасте до пяти лет, что составляет 22% всех случаев смерти детей в возрасте до пяти лет. В силу данного факта Всемирная организация здравоохранения нарекла пневмонию ведущей патологией, приводящей к летальному исходу, и приняла «Глобальный план действий по профилактике пневмонии и борьба с ней» [1,11,14].

Проводится анализ по проблеме дифференциального поиска причин, приводящих к пневмонии у детей [3,8,13].

На сегодняшней день всем известно о ведущий роли иммунитета в развитии и осложненном течении пневмонией у детей раннего возраста [10]. Было установлено, что гистологическими признаками иммунодефицита является увеличение количества граничащих долек тимуса в поле зрения и увеличение количества незрелых тимоцитов [12].

Известно, что вилочковая железа является “коммутатором” во взаимодействии нейроэндокринной и иммунной систем [5]. В поддержании иммунного статуса детей играет роль гипофизарно-надпочечниковая система [3,15]. При этом центральное место в этой системе отводится СТГ, который имеет и тимотропный эффект. Одной из главных предрасполагающих причин в развитии пневмонией у детей, является неблагоприятный преморбидный фон. От наличия их во многом зависит течение и исход пневмонии [19.].

До сих пор спорным является вопрос о состоянии иммунитета и гормонального статуса у детей с осложненной пневмонией. Кроме того, не изучено влияние аномалии конституции на течение пневмонией у детей.

ISSN 3030-3907

Установлено, что у детей с увеличение тимуса изменения показателей иммунной системы и уровня кортизола могут рассматриваться как один из факторов патогенетического механизма острых бронхолегочных заболеваний [18]. Вместе с тем, изучение данной проблемы носит пока фрагментарный характер.

Комплексное изучение роли вилочковой железы в иммунной регуляции, взаимодействие гормонов гипофиз-надпочечниковой системы у детей с острой пневмонией дает возможность новым направлениям в диагностике, совершенствованию схемы лечения, а также внесёт вклад в прогнозирование осложнений у данной категории больных.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. изучить состояние иммунологического статуса и функциональную активность соматотропной, адренокортикотропной функции гипофиза и коры надпочечников у больных детей раннего возраста с осложненной пневмонией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Обследовано 120 детей с острой пневмонией в возрасте от 3 месяцев до 3 лет госпитализированные в детское отделение многопрофильной клиники Самаркандского Государственного медицинского университета (СамГМУ) (п=42 - 35%), а также в пульмонологическое и реанимационное отделение областного детского многопрофильного медицинского центра (ОДММЦ) (п=78 - 65%).

Обследование осуществлялось на основании письменного добровольного согласия родителей больных детей, в соответствии с международным этическими требованиями, предъявляемыми к медицинским исследованиям с участием человека (Хельсинская декларация Всемирной медицинской ассоциации, а также исследовательская работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ прикладного исследовательского проекта Самаркандского государственного медицинского университета по теме: «Разработка методов диагностики, лечения и профилактики с учетом региональных особенностей охраны здоровья матери и ребенка» (2019-2025гг).

При изучении возрастной градации нами было установлено, что острая пневмония наиболее чаще встречалась у детей на первом году жизни, так 51,7% детей были в возрасте от 3 мес. до 1 года, 28,3% были в возрасте от 1 до 2 лет и 24% находились в возрасте 2-4 лет. Средней возраст детей до года составил 6,92 ± 0,26 месяц, у детей от 1 года до 4 лет 1,92 ± 0,08 лет. Эти данные имеют логичное обоснование, поскольку у детей до года еще не полностью сформирован иммунитет, несовершенны адаптивные реакции, находящихся под контролем нейрогуморальных вегетативных функций, что

ISSN 3030-3907

приводит к снижению адаптационных возможностей организма ребенка и повышенной восприимчивости к инфекциям [3].

Диагноз формулировался в соответствии с классификацией, принятой на совещании педиатров-пульмонологов, состоявшейся в рамках XVIII Национального конгресса по болезням органов дыхания в г. Екатеринбурге (декабрь 2008 г.). [2]. Согласно существующим рекомендациям, критериями тяжести в нашем исследовании являлись:наличие осложнений, степень выраженности синдромов интоксикации, острой дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности. Параллельно применялась балльная шкала тяжести пневмонии [Шемитов В.Ф], при этом индекс ≥2,5 баллов расценивался как показатель тяжелого течения. Осложненные пневмонии составили 45,8% тяжелый пневмонии.Тяжесть пневмонии (ТП) в соответствии со шкалой балльной оценки определялась по формуле: ТП=(Р+О+Ф+Т+ДН/число крит.)+ТЛК+С/число показателей, где Р – число баллов рентгенологической оценки, О – осложнений, Ф – физикальной оценки, Т – токсикоза, ДН – дыхательной недостаточности, ТЛК – тяжести лабораторных критериев, С – синдромы, не вошедшие в критерии тяжелых пневмоний (нейротоксикоз, диссеминированное внутрисосудистое свертывание крови и др.). У больных 1-й группы индекс тяжести пневмонии

(ИТП) составил 2,6±0,18, тогда как у больных 2-й группы индекс тяжести пневмонии составил 2,2±0,24.

Стандартное клиническое, лабораторное и инструментальное обследование было проведено всем детям в соответствии с протоколами лечения пневмонии в педиатрии.

Все больные были разделены на 2 группы: В I-группу входили 65(54%) больных с неосложненной пневмонией из них - 35(54%) мальчики и 27(41,5%) - девочек. Во II-группу входили 55 (46%) больных с осложненной пневмонией: 42(76%) мальчика и 13 (24%) девочек. В группу контроля или условной нормы вошли 55 здоровых детей того же возраста.

Распределение больных по полу показало преобладание мальчиков 73 (60,8%), по сравнению с девочками 47 (39,2%). На основании наблюдений выявлены следующие ведущие неблагоприятные фоновые процессы: рахит, белково энергетическая недостаточность (БЭН), аномалии конституции, анемия. Причем как в пропорциональном представительстве, так и в микстовых вариациях эти фоновые состояния установлены у 100% обследованных: рахит 56 (46,6%), анемия у 120 (100%), диатезы у 45 (37,5%), БЭН у 22 (18,3%) больных детей.

ISSN 3030-3907

Для оценки состояния больных детей в рамках комплексного клинического мониторинга дополнительно применялись следующие диагностические методы:

- для выяснения роли гипофиз-кора надпочечников в регуляции иммунного ответа проведено определение базального уровня Аденокортикотропного (АКТГ), соматотропного гормона (СТГ) и кортизола в сыворотке крови методом твердофазного иммуноферментного анализа с использованием стандартных наборов фирмы «Human» (Германия).

-количество циркулирующих Т-лимфоцитов оценивали методом спонтанного розеткообразования по Jondal et.al., (1972). Определение Т-лимфоцитов, Т- супрессоров, Т-хелперов и В - розеткообразующих лимфоцитов (в реакции с эритроцитами мышей) проводили по И.В. Понякиной и К.А. Лебедеву (1983).

-количественное определение концентрации иммуноглобулинов основных классов IgA, IgM, IgG проводили с использованием набора реагентов для высокочувствительного иммуноферментного определения иммуноглобулинов в сыворотке крови «Вектор Бест» (Новосибирск, Россия), методом твердофазного иммуноферментного анализа. Исследование проводилось в институте иммунологии и геномики человека АН РУз.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В результате проведенных иммунологических исследований установлено более выраженное угнетение Т-клеточного звена иммунитета у детей с осложненной пневмоний чем в группе детей неосложненной пневмонией. Среднее процентное количество лейкоцитов, лимфоцитов статистически достоверно было выше у детей с осложненной пневмоний. Средние значения Т-лимфоцитов были более низкими у детей с осложненной пневмоний, чем у детей неосложненной пневмонией (40,5±1,18% и 48,4±0,96% соответственно) ($p<0,001$). Следует указать, что выявлена прямая корреляционная связь между тяжелой пневмоний и количеством лейкоцитов, лимфоцитов ($r=+0,71$; $r=+0,64$), а также обратная корреляционная связь между осложненной пневмонией и количеством Т- лимфоцитов и их субпопуляций ($r =-0,78$; $r =-0,68$; $r =-0,61$). табл.1.

ISSN 3030-3907

Таблица 1.

Характеристика корреляционных связей между показателями иммунитета и со степенью тяжести заболевания

Показатели	Неосложненная пневмония	Осложненная пневмония
Лейкоциты	+0,233	+0,74
Лимфоциты	+0,222	+0,65
CD3+, %.	-0,304	-0,78
CD3+CD8+	-0,201	-0,61
CD3+CD4+	-0,336	-0,68
Ig A	-0,25	- 0,69

Относительное содержание Т-хелперов имело четкую тенденцию к понижению у больных обеих групп по сравнению со здоровыми детьми ($p<0,001$). Значительное снижение содержания CD4+ было отмечено у детей II группы (29,8±0,94%) в отличие от больных I группы (32,8±1,27%, $p<0,01$). Содержание CD8+ в крови у больных обеих групп было снижено по сравнению с показателями детей контрольной группы ($p<0,01$). При этом наиболее снижение CD8+ выявлено у больных II группы (20,6±0,48% против 23,8±0,49% у детей I группы, $p<0,001$). При сопоставлении изменений звеньев иммунитета со степенью тяжести, нами выявлено снижение относительного количества всех типов Т-лимфоцитов, а также CD8+ по мере прогрессирования заболевания. Как известно, CD8+ являются маркером субпопуляции и экспрессируется у человека на зрелых Т-лимфоцитах. Значительное снижение количества CD8+ у детей II группы, вероятно связано со снижением зрелых Т-лимфоцитов.

Количественный дисбаланс клеток CD4+ и CD8+ привели к изменению иммунорегуляторного индекса у больных обеих групп, у которых иммунорегуляторный индекс был 1,56±0,04 мкл и 1,34±0,08 мкл по сравнению со здоровыми детьми ($p < 0,05$).

У больных II-группы в отличие от больных I группы отмечалась достоверное снижение индекса CD4+/CD8+ ($p < 0,01$).

В целом, все выше представленные данные дают представление о том, что у больных осложненной пневмонии иммунорегуляторная функция Т-лимфоцитов более снижена по сравнению с больными неосложненной формой.

ISSN 3030-3907

При анализе содержания CD16+, нами выявлено достоверное повышение этого показателя у больных II-группы по сравнению с контролем($p<0,01$).

Таким образом, наиболее снижение относительного содержания Т-лимфоцитов у больных II группы связано с ослаблением миграции Т- клеток из тимуса в периферический отдел иммунной системы, т.е., у этих детей ослаблены процессы дифференцировки Т-лимфоцитов.

Анализируя В-клеточное звено иммунитета и гуморальное звено по содержанию иммуноглобулинов, мы обнаружили достоверное снижение В-лимфоцитов у больных II группы, тогда как у больных I группы отмечалась тенденция к повышению В-лимфоцитов.

Для характеристики гуморального звена иммунитета проведен анализ содержания иммуноглобулинов в сыворотке крови обследованных детей 2.

Таблица 2.

Показатели гуморального иммунитета у исследованных детей с пневмонией

№	Показатели	Условно здоровые дети n = 39	Неосложненная пневмония I группа n = 65	Осложненная пневмония II группа n =55
1	Ig A (пг/мл)	1,04±0,05	0,58±0,064***	0,37±0,048***
2	Ig M (пг/мл)	1,13±0,04	1,83±0,08***	0,99±0,05***
3	Ig G (пг/мл)	10,77±0,63	9,6±0,21	8,78±0,38*

Примечание: * - различия относительно данных группы здоровых значимы (* - $P<0,05$, ** - $P<0,01$, *** - $P<0,001$)

У больных детей в I группе установили повышение уровня IgM в период обострения заболевания по сравнению со здоровыми детьми ($P<0,05$), что свидетельствует о факте наличия инфекционного агента. Тогда как, уровень IgM имел тенденцию к снижению у больных II группы и составил 0,99±0,05 пг/мл, что, по- видимому, указывает на несостоятельность В-лимфоцитов адекватно реагировать на инфекционный агент у детей осложненной пневмоний.

При изучении концентрации IgA в сыворотки крови у больных I группы отмечалась достоверное снижение содержания Ig A по сравнению с контрольной группой, что говорит о снижение гуморальной защиты организма. Но более низкое содержание IgA встречалось во II-группе больных. Так, у больных II группы уровень IgA в 2,8 раза был ниже нормативных данных ($P<0,001$). Также, нами выявлена обратная

ISSN 3030-3907

корреляционная связь (- 0,69) между уровнем Ig A и степенью тяжести пневмоний. Если у детей во I группе содержание Ig A составило 0,54±0,084 пг/мл, то у детей II группе оно было равно 0,35±0,06 пг/мл (P<0,05).

У детей осложненной пневмонией, также отмечалось достоверное снижение уровня IgG, соответственно 11,4±0,41 пг/мл и 8,87±0,38 пг/мл (p<0,05). Уменьшение содержания сывороточного IgG у детей II-группы может быть связано, как с нарушением процесса переключения синтеза изотипов IgG, так и нарушением формирования В-клеток памяти.

Таким образом, выявлено что у исследованных нами детей с ОП иммунной ответ на инфекционный агент был недостаточным и характеризовался либо развитием чрезмерным-гиперергическим, либо инфекционного синдрома вторичного иммунодефицита.

Вышеуказанное свидетельствует о том, что при ОП у детей наблюдается дисрегуляция как клеточного, так и гуморального звена иммунного ответа в целом.

С целью оценки функционального состояния системы «гипофиз-кора надпочечников» у детей с ОП в зависимости от тяжести заболевания нами было обследовано 120 больных детей в возрасте от 3 месяцев до 3 лет.

Результаты исследований содержания гормонов представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Базальный уровень АКТГ, СТГ, кортизола у больных с ОП (M±m)

Показатели	Условно здоровые дети n=55	Неосложненная пневмония I группа n = 65	Осложненная пневмония II группа n =55
СТГ нг/мл	1,83±0,21	2,95 ± 0,41**	2,02±0,19
АКТГ пмоль/л	12,2±2,31	12,9±2,21	6,7±2,31*
Кортизол нг/мл	210±15,91	215±16,71	85,4±28,7**

Примечание: * - различия относительно данных группы здоровых значимы (* - P<0,05, ** - P<0,01, *** - P<0,001)

Как видно из таблицы 3. базальный уровень СТГ у здоровых детей в возрасте до 3х лет составил 1,83±0,21 нг/мл, АКТГ 12,2±2,31 пмоль/л и уровень кортизола составил 210±15,91 нг/мл.

При изучении взаимосвязи у здоровых детей уровень СТГ коррелирует средней степени с Т –хелперами, IgM и IgG отрицательно, В-лимфоцитами и Т-супрессорами положительной связью. Между кортизолом и СТГ имеется отрицательная связь табл.3.

ISSN 3030-3907

Таблица 4.

Корреляционные взаимосвязи СТГ, АКТГ и кортизола между иммунологическими показателями у здоровых детей до 3 х лет.

Показатели	СТГ	АКТГ	кортизол
CD3+	+0,014	+0,15	-0,347
CD4+	-0,44	+0,054	+0,373
CD8+	+0,19	+0,098	-0,247
CD19+	+0,24	+0,18	-0,21
IgA	-0,03	-0,48	+0,3
IgM	-0,4	-0,57	+0,087
IgG	-0,31	-0,23	+0,67
АКТГ			-0,59
СТГ			-0, 47

АКТГ гипофиза коррелирует с низкой степенью В-лимфоцитами (+0,18) и имеет обратную связь с кортизолом и тремя классами иммуноглобулинов. Установлены положительные коррелятивные связи между кортизолом и двумя классами Ig A и M у здоровых детей.

В целом, сохранению определенного уровня Т-лимфоцитов способствует физиологическая концентрация кортизола, в меньшей степени АКТГ; Т-хелперы находятся в обратной зависимости от уровня СТГ; а Т- супрессоры - от уровня кортизола. Уровень иммуноглобулинов находится в прямой зависимости от концентрации кортизола и в обратной - от АКТГ и СТГ. В физиологических условиях между кортизолом и АКТГ, а также кортизолом и СТГ отмечаются отрицательные взаимосвязи, способствующие поддержанию интегрированного взаимодействия эндокринной и иммунной систем у детей.

Результаты исследований содержания гормонов у исследованных нами больных, показало, что У больных II группы с осложненной пневмонией отмечено некоторое повышение концентрации кортизола и СТГ и почти двухкратное снижение АКТГ. Соотношение АКТГ/кортизол снизилось почти в два раза и составило 0,031 против 0,058 у здоровых табл. 3.

Как известно, стероидные гормоны ослабляют выработку тимулина, тормозят синтез специфических антител и тормозят миграцию лимфоцитов из ВЖ [71;4-23с.]. Этот факт нашел подтверждение и в нашем исследовании, т. е у больных с осложненной пневмонией повышенный уровень кортизола приводил к нарастанию иммунодефицита.

Анализы данных показывают, что у детей II-группы нарушаются кооперативные связи в системе АКТГ/кортизол, АКТГ/СТГ, СТГ/кортизол,

ISSN 3030-3907

о чем свидетельствует не обратная, а прямая корреляционная зависимость между их уровнями, а также ослабление или исчезновение корреляции между ними табл. 5.

Таблица 5.

Корреляционные взаимосвязи кортизола между АКТГ, СТГ и иммунологическими показателями.

Показатели	Здоровые дети	I группа	II группа
CD3+	-0,347	-0,275	-0,37
CD4+	+0,373	-0,26	-0,13
CD8+	-0,247	-0,43	-0,21
IgA	+0,3	-0,32	-0,16
IgM	+0,087	+0,37	+0,05
IgG	+0,68	+0,18	-0,12
АКТГ	-0,59	+0,57	+0,35
СТГ	-0, 47	-0,28	+0,019

Таким образом выявленные корреляции у детей указывает на наличие напряжения в системе гипофиз-надпочечники у детей II группы и меняет корреляционные взаимоотношения с показателями иммунитета.

У больных I группы установлено, что уровень АКТГ(20,2±4,9 пмоль/л, $p < 0,05$) и кортизола в плазме крови (367±15,28 нг/мл $p < 0,01$) в разгаре достоверно повышался по сравнению здоровых детей, с последующей нормализацией АКТГ в период выздоровления, несмотря на отсутствия изменения уровня кортизола. Следует отметить, что в II группе детей, при поступление в стационар было обнаружено резкое снижение уровня кортизола (85,4±28.7нг/мл, $p<0,001$), связанное, вероятно, с истощением функциональной способности коры надпочечников вследствие подавления его функции. В период выздоровления была отмечена тенденция к нормализации уровня кортизола, однако он не достигал значений, полученных в контрольной группе у практически здоровых детей.

Таким образом, результаты наших исследований дают основание считать, что в период обострения заболевания, рассматриваевый как стресс организма в ответ на патоген, компенсаторно повышается уровень АКТГ, который в свою очередь стимулирует продукцию кортизола, однако принцип обратной связи у исследованных нами больных не срабатывает в достаточной степени.

Анализ данных исследования по изучению уровня СТГ в плазме крови у детей I группы в разгаре был незначительно низким, составляя 1,21 ± 0,41

ISSN 3030-3907

ng/ml по сравнению с показателями у здоровых детей 1,83±0,21 ng/ml. Тогда как уровень этого гормона в периоде выздоровления оказался, несколько повышенным и составлял 2,95 ± 0,41 ng/ml

Таким образом, изменение иммунологической реактивности у детей II группы снижает морфофункциональные свойства иммунной и эндокринной систем организма по адаптации к воздействиям внешней среды и может приводить к иммунопатологическим реакциям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Осложненное течение острой пневмонии у детей раннего возраста в период разгара характеризуется не только иммунными нарушениями, но и значительными гормональными изменениями. На фоне резкой Т-лимфоцитопении, указывающей на функциональную недостаточность тимуса, и снижения В-лимфоцитов с дефицитом иммуноглобулинов (особенно IgA), отмечается повышение уровня соматотропного гормона (СТГ). Одновременно наблюдается снижение уровней АКТГ и кортизола, что приводит к дальнейшему угнетению иммунной системы и усугублению иммунодепрессии у данной группы больных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bakhronov Sh.S. Genetic markers of predisposition to the development of recurrent bronchitis in children with lymphatic-hypoplastic diathesis // New day in medicine 2021. 2. 34. P.260-265.
2. Geppe N.A., Rozinova N.N., Volkov I.K., Mizernitskiy Yu.L., Artamonov R.G., Asherova I.K., et al. Working classification of the main clinical forms of bronchopulmonary diseases in children. Prakticheskaya meditsina. 2010; (6): 93–7. https://elibrary.ru/mwamax (in Russian
3. Ivanova N. A. Recurrent bronchial obstruction and asthma in children during the first five years of life. Russian Bulletin of Prenotology and Pediatrics 2016; (in Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2016-61-5-64-69
4. Kuzmenko L.G., Kiseleva N. M. Contemporary on the role of thymus in living organisms and its participation in the vaccinal process in children of young age. Clinical Pathophysiology. 2016:3(22): 104-114
5. Mizernitsky Yu.L. Pathogenetic rationale for the use of montelukast (Singlon) in acute respiratory viral infections with broncho-obstructive syndrome in children of early and preschool age. Ros Vestn Perinatoli Pediatr 2020; 65:(6): 129-132 (inRuss).
6. Sherzod Bakhronov, Oliya Sharipova, Turdikul Bobomuratov, Dilshoda Akramova // The Role of Polymorphism of Cytokin Genes Against Inflammation And Anti-Inflammation In Patients With Bronchus-Lung Diseases// Annals of the

ISSN 3030-3907

Romanian Society for Cell Biology, ISSN: 1583-6258, Vol. 25, Issue 6, 2021, pp. 2330-2346.
7. Zakirov I.I., Safina A.I. et al. Differential diagnosis of recurrent bronchitis in children. 2016; 61: 5: p.141-148 (in Russ).
8. Брико Н. И., Коршунов В. А., Ломоносов К. С. Пневмококковая инфекция в Российской Федерации: состояние проблемы //Вестник Российской академии медицинских наук. – 2021. – Т. 76. – №. 1. – С. 28-42.
9. Возгомент О.В. О роли лимфатико-гипопластического диатеза в фатальном развитии патологических процессов у детей и критериях его диагностики // Трудный пациент №5, Том 12. 2014 с.26-30
10. Коровкина Е. С., Костиков М. П., Кажарова С. В. Возможности использования иммуномодуляторов в комплексной терапии внебольничных пневмоний //Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2017. – №. 4. – С. 101-111
11. Лапшин В.Ф., Уманец Т.Р. Муколитическая терапия детей с рецидивирующим бронхитом. Патология педиатрия. 2014. 3(59):36-40; doi 10.15574/pp.2014.59.36
12. Мудрак Д. А. и др. Гистологические признаки увеличения вилочковой железы //Журнал анатомии и гистопатологии. – 2020. – Т. 9. – №. 2. – С. 46-52
13. Прохоров Е. В., Вустенко В. В. Состояние и коррекция энергометаболических нарушений при остром бронхите и внебольничной пневмонии у детей раннего возраста с перинатальным поражением цнс.
14. Райский Д.В., Джумагазиев А.А., и др. Эпидемиологические особенности острых бронхитов у астраханский детей от 0 до 5 лет жизни с 2002 по 2012г.Современная наука и образование // Международной научно-практической конференции. 2013 31 июль.с.22-25
15. Ровда Ю.И., Миняйлова Н.Н. и др. Аспекты вилочковой железы (тимуса) детского возраста (часть II) //Мать и Дитя в Кузбассе. 2021. №1(84). с.4-23.
16. Ровда Ю.И., Силантьева И.В. Проблема лимфатизма в педиатрии. Мать и Дитя в Кузбассе 2011 №1(44) с. 3-9
17. Савенкова Н.Д., Джумагазиев А.А., и др. Рецидивирующий бронхит у детей: состояние проблемы // Астраханский медицинский журнал. 2014. №1. с.29-37.
18. Смиян А.И., Романова Т.А. и соавтор. Особенности популяционного состава лимфоцитов и иммуноглобулинов периферической крови у детей с острым обструктивным бронхитом на фоне тимомегалии // Научные ведомости БелГУ. Серия Медицина Фармация 2014 №11 (182). с.37-41

19. Файзуллина Р. М. и др. Клинический случай внебольничной пневмонии с синдромом дыхательной недостаточности тяжелой степени по обструктивному типу, вызванной Chlamydia pneumoniae у ребенка раннего возраста с отягощенным преморбидным фоном //Аллергология и Иммунология в Педиатрии. – 2023. – №. 1. – С. 26-34.
20. Шемитов В.Ф. Острые пневмонии у детей. – Смоленск : СГМА, 1999.

ISSN 3030-3907

MODELING HYDROGEOLOGICAL DATA BASED ON THE SPLAYN METHOD

Bakhramov Sayfiddin
Department of Computing Mathematics and Information Systems, The National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan,
E-mail: baxramovsayfiddin@gmail.com
Khushvaktov Jaloliddin
Department of Computing Mathematics and Information Systems, The National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
E-mail: mr.jaloliddinkhan@gmail.com
Gulboyev Abror
A student in the mathematics department at the Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan, Tasheknt, Uzbekistan
E-mail: gulboyevabror2005@gmail.com

Abstract. In this study, a cubic Hermit spline model was proposed for the reconstruction of unevenly spaced observation data. The advantage of this model is that it not only restores the level values at specific points but also ensures the continuity of first-order derivatives in transitions between points. This ensures that the hydrogeological level function is physically smooth and hydrodynamically more accurate. The Hermitian spline method has proven to be a high-precision analytical tool for water resource management and in-depth analysis of hydrogeological conditions. Below we present the mathematical expression and algorithm of the Hermit spline model we proposed [2,3].

Keywords: hydrogeological data, bicubic Hermite spline, local interpolation, groundwater level, mathematical modeling, spatial reconstruction, irregular nodes, spline model.

Аннотация. В данном исследовании для восстановления неравномерно расположенных данных наблюдений была предложена кубическая Ermit spline модель. Преимущество данной модели заключается в том, что она не только восстанавливает значения уровней в определенных точках, но и обеспечивает непрерывность производных первого порядка при переходах между точками. Это обеспечивает более гладкую в физическом смысле и гидродинамически более точную картину функции гидрогеологического уровня. Метод эрмитового сплайна показал себя как высокоточный аналитический инструмент в управлении водными ресурсами и глубоком анализе гидрогеологических условий. Ниже приведены математическое выражение и алгоритм предложенной нами модели сплайна Эрмита [2,3].

Ключевые слова: гидрогеологические данные, бикубический сплайн Эрмита, локальная интерполяция, уровень подземных вод, математическое

моделирование, пространственная реконструкция, неравномерные узлы, сплайн-модель.

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda notekis joylashgan kuzatuv ma’lumotlarini tiklash uchun kubik Ermit splayn modeli taklif qilindi. Ushbu modelning afzalligi shundaki, u nafaqat ma’lum nuqtalardagi sath qiymatlarini tiklaydi, balki nuqtalar orasidagi o‘tishlarda birinchi tartibli hosilalarning uzluksizligini ta’minlaydi. Bu esa gidrogeologik sath funksiyasining fizik ma’noda silliq va gidrodinamik jihatdan aniqroq ko‘rinishga ega bo‘lishini ta’minlaydi. Ermit splayn usuli suv resurslarini boshqarishda va gidrogeologik sharoitni chuqur tahlil qilishda yuqori aniqlikdagi analitik vosita ekanligini ko‘rsatdi. Quyida biz taklif etgan Ermit splayn modelining matematik ifodasi va algoritmini keltiramiz [2,3].

Kalit so‘zlar: gidrogeologik ma’lumotlar, bikubik Ermit splayni, lokal interpolatsiya, yer osti suvlari sathi, matematik modellashtirish, fazoviy rekonstruksiya, notekis tugunlar, splayn modeli.

INTRODUCTION.

Hydrogeological data are characterized by continuous changes under the influence of natural and anthropogenic factors. Analyzing seasonal and annual dynamics is of fundamental importance in developing scientifically grounded strategies for the efficient use of water resources. In particular, the change in indicators within one year is the main criterion for determining the water supply and agricultural needs of the region.

When evaluating these processes, it becomes necessary to generalize discrete data obtained from observation wells by spatial points. In practice, such points are located irregularly across the area. Such a distribution of observation points and measurement uncertainties lead to a loss of smoothness and resulting errors in classical interpolation methods. Therefore, to preserve the differential characteristics of the hydrogeological level and flow directions, mathematical models with local and high-order smoothness are used.

METHODOLOGY.

To perform two-dimensional interpolation of the function $f(x,y) \in C^2$ using the Hermitian splay in the rectangular domain $[x_i, x_{i+1}] \times [y_j, y_{j+1}] \subset R^2$, it is necessary to have the values of the function, first-order partial derivatives for x and y, and second-order mixed derivatives at the four nodes of this domain. These nodes and their values are defined as follows:

ISSN 3030-3907

$$\begin{bmatrix} f(x_i,y_j) & f_x(x_i,y_j) & f(x_i,y_{j+1}) & f_x(x_i,y_{j+1}) \\ f_y(x_i,y_j) & f_{xy}(x_i,y_j) & f_y(x_i,y_{j+1}) & f_{xy}(x_i,y_{j+1}) \\ f(x_{i+1},y_j) & f_x(x_{i+1},y_j) & f(x_{i+1},y_{j+1}) & f_x(x_{i+1},y_{j+1}) \\ f_y(x_{i+1},y_j) & f_{xy}(x_{i+1},y_j) & f_y(x_{i+1},y_{j+1}) & f_{xy}(x_{i+1},y_{j+1}) \end{bmatrix}$$

For interpolation, we first normalize the variables:

$$t=\frac{x-x_i}{h_x},\ \ u=\frac{y-y_j}{h_y},\ \ h_x=x_{i+1}-x_i,\ \ h_y=y_{i+1}-y_i,\ \ t,u\in[0,1]$$

When constructing a bicubic Hermitian spline, we look for the function in the form $P(t,u)=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3}a_{ij}t^iu^j$, where the coefficients a_{ij} are based on given points, their derivatives, and mixed derivatives.

Calculating the values of the polynomial at points t = 0,1 and u = 0,1, we calculate the coefficients a_{ij}.

Calculating the values of the polynomial at t = 0 and u = 0, we find the coefficients $a_{00},a_{10},a_{01},a_{11}$.

$$P(0,0)=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3}a_{ij}t^iu^j=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3}a_{ij}0^i0^j=a_{00}=f_{00}$$

$$\partial_tP(0,0)=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3}ia_{ij}t^{i-1}u^j=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3}ia_{ij}0^{i-1}0^j=a_{10}=f_{00}^t$$

$$\partial_uP(0,0)=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3}ja_{ij}t^iu^{j-1}=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3}ja_{ij}0^i0^{j-1}=a_{01}=f_{00}^u$$

$$\partial_{tu}P(0,0)=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3}ija_{ij}t^{i-1}u^{j-1}=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3}ija_{ij}0^{i-1}0^{j-1}=a_{11}=f_{00}^{tu}$$

By calculating the values of the polynomial at t = 1, u = 0 and solving the resulting system, we find the coefficients $a_{20},a_{21},a_{30},a_{31}$.

$$P(1,0)=\sum_{i=0}^{3}a_{i0}=a_{00}+a_{10}+a_{20}+a_{30}=f_{10}$$

$$\partial_tP(1,0)=\sum_{i=0}^{3}ia_{i0}=a_{10}+2a_{20}+3a_{30}=f_{10}^t$$

$$\partial_uP(1,0)=\sum_{i=0}^{3}a_{i1}=a_{01}+a_{11}+a_{21}+a_{31}=f_{10}^u$$

$$\partial_{tu}P(1,0)=\sum_{i=0}^{3}ia_{i1}=a_{11}+2a_{21}+3a_{31}=f_{10}^{tu}$$

$$\begin{cases}a_{00}+a_{10}+a_{20}+a_{30}=f_{10}\\ a_{10}+2a_{20}+3a_{30}=f_{10}^t\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}a_{30}=f_{10}^t+f_{00}^t+2f_{00}-2f_{10}\\ a_{20}=3f_{10}-3f_{00}-2f_{00}^t-f_{10}^t\end{cases}$$

ISSN 3030-3907

$$\begin{cases} a_{01}+a_{11}+a_{21}+a_{31}=f_{10}^{u} \\ a_{11}+2a_{21}+3a_{31}=f_{10}^{tu} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_{31}=f_{10}^{tu}+f_{00}^{tu}+2f_{00}^{u}-2f_{10}^{u} \\ a_{21}=3f_{10}^{u}-3f_{00}^{u}-2f_{00}^{tu}-f_{10}^{tu} \end{cases}$$

By calculating the values of the polynomial at t = 0, u = 1 and solving the resulting system, we find the coefficients $a_{02}, a_{03}, a_{12}, a_{13}$.

$$P(0,1)=\sum_{j=0}^{3} a_{0j}=a_{00}+a_{01}+a_{02}+a_{03}=f_{01}$$

$$\partial_t P(0,1)=\sum_{j=0}^{3} a_{1j}=a_{10}+a_{11}+a_{12}+a_{13}=f_{01}^{t}$$

$$\partial_u P(0,1)=\sum_{j=0}^{3} j a_{0j}=a_{01}+2a_{02}+3a_{03}=f_{01}^{u}$$

$$\partial_{tu} P(0,1)=\sum_{j=0}^{3} j a_{1j}=a_{11}+2a_{12}+3a_{13}=f_{01}^{tu}$$

$$\begin{cases} a_{00}+a_{01}+a_{02}+a_{03}=f_{01} \\ a_{01}+2a_{02}+3a_{03}=f_{01}^{u} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_{03}=f_{01}^{u}+f_{00}^{u}+2f_{00}-2f_{01} \\ a_{02}=3f_{01}-3f_{00}-2f_{00}^{u}-f_{01}^{u} \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_{11}+2a_{12}+3a_{13}=f_{01}^{tu} \\ a_{10}+a_{11}+a_{12}+a_{13}=f_{01}^{t} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_{13}=f_{00}^{tu}+f_{01}^{tu}+2f_{00}^{t}-2f_{01}^{t} \\ a_{12}=3f_{01}^{t}-3f_{00}^{t}-2f_{00}^{tu}-f_{01}^{tu} \end{cases}$$

By calculating the values of the polynomial at t = 1, u = 1 and solving the resulting system, we find the coefficients $a_{22}, a_{23}, a_{32}, a_{33}$.

$$P(1,1)=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3} a_{ij}=f_{11}$$

$$\partial_t P(1,1)=\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=0}^{3} i a_{ij}=f_{11}^{t}$$

$$\partial_u P(1,1)=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=1}^{3} j a_{ij}=f_{11}^{u}$$

$$\partial_{tu} P(1,1)=\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3} ij a_{ij}=f_{11}^{tu}$$

To expand the sum:

$$P(1,1)=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3} a_{ij}=a_{00}+a_{01}+a_{02}+a_{03}+a_{10}+a_{11}+a_{12}+a_{13}+a_{20}+a_{21}+a_{22}+a_{23}+a_{30}+a_{31}+a_{32}+a_{33}=f_{11}$$

$$\partial_t P(1,1)=\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=0}^{3} i a_{ij}=a_{10}+a_{11}+a_{12}+a_{13}+2a_{20}+2a_{21}+2a_{22}+2a_{23}+3a_{30}+3a_{31}+3a_{32}+3a_{33}=f_{11}^{t}$$

$$\partial_u P(1,1)=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=1}^{3} j a_{ij}=a_{01}+2a_{02}+3a_{03}+a_{11}+2a_{12}+3a_{13}+a_{21}+2a_{22}+3a_{23}+a_{31}+2a_{32}+3a_{33}=f_{11}^{u}$$

$$\partial_{tu} P(1,1)=\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3} ij a_{ij}=a_{11}+2a_{12}+3a_{13}+2a_{21}+4a_{22}+6a_{23}+3a_{31}+6a_{32}+9a_{33}=f_{11}^{tu}$$

Since we calculated the coefficients $a_{00}, a_{01}, a_{02}, a_{03}, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{20}, a_{21}, a_{30}, a_{31}$ above, we will move these coefficients to

ISSN 3030-3907

the right side of the equality and substitute their values. As a result, we obtain a system of equations depending on $a_{22}, a_{23}, a_{32}, a_{33}$:

$$\begin{cases} a_{22}+a_{23}+a_{32}+a_{33} = f_{11}+f_{00}+f_{00}^{t}+f_{00}^{u}-f_{00}^{tu}-f_{01}-f_{01}^{t}-f_{10}-f_{10}^{u} \\ 2a_{22}+2a_{23}+3a_{32}+3a_{33} = f_{11}^{t}+f_{00}^{t}+f_{00}^{tu}-f_{01}^{t}+f_{10}^{t} \\ 2a_{22}+3a_{23}+2a_{32}+3a_{33} = f_{11}^{u}+f_{00}^{u}+f_{00}^{tu}-f_{01}^{u}-f_{01}^{tu}-f_{10}^{u} \\ 4a_{22}+6a_{23}+6a_{32}+9a_{33} = f_{11}^{tu}+f_{00}^{tu}-f_{01}^{tu}-f_{10}^{tu} \end{cases}$$

The solution of the system was as follows:

$$a_{22} = 9f_{00}+6f_{00}^{t}+6f_{00}^{u}+4f_{00}^{tu}-9f_{01}-6f_{01}^{t}+3f_{01}^{u}+2f_{01}^{tu}-9f_{10}+3f_{10}^{t}-6f_{10}^{u}+2f_{10}^{tu}+9f_{11}-3f_{11}^{t}-3f_{11}^{u}+f_{11}^{tu}$$

$$a_{23} = -6f_{00}-4f_{00}^{t}-3f_{00}^{u}-2f_{00}^{tu}+6f_{01}+4f_{01}^{t}-3f_{01}^{u}-2f_{01}^{tu}+6f_{10}-2f_{10}^{t}+3f_{10}^{u}-f_{10}^{tu}-6f_{11}+2f_{11}^{t}+3f_{11}^{u}-f_{11}^{tu}$$

$$a_{32} = -6f_{00}-3f_{00}^{t}-4f_{00}^{u}-2f_{00}^{tu}+6f_{01}+3f_{01}^{t}-2f_{01}^{u}-f_{01}^{tu}+6f_{10}-3f_{10}^{t}+4f_{10}^{u}-2f_{10}^{tu}-6f_{11}+3f_{11}^{t}+2f_{11}^{u}-f_{11}^{tu}$$

$$a_{33} = 4f_{00}+2f_{00}^{t}+2f_{00}^{u}+f_{00}^{tu}-4f_{01}-2f_{01}^{t}+2f_{01}^{u}+f_{01}^{tu}-4f_{10}+2f_{10}^{t}-2f_{10}^{u}+f_{10}^{tu}+4f_{11}-2f_{11}^{t}-2f_{11}^{u}+f_{11}^{tu}$$

We have already calculated 16 coefficients. Now let's expand the polynomial from the sum.

$$P(t,u)=\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3}a_{ij}t^{i}u^{j} = a_{00}+a_{01}u+a_{02}u^{2}+a_{03}u^{3}+a_{10}t+a_{11}tu+a_{12}tu^{2}+a_{13}tu^{3}+$$

$$+a_{20}t^{2}+a_{21}t^{2}u+a_{22}t^{2}u^{2}+a_{23}t^{2}u^{3}+a_{30}t^{3}+a_{31}t^{3}u+a_{32}t^{3}u^{2}+a_{33}t^{3}u^{3}$$

substituting the coefficients found above, we obtain the following form:

$$\sum_{i=0}^{3}\sum_{j=0}^{3}a_{ij}t^{i}u^{j} = f_{00}+f_{00}^{u}u+\left(3f_{01}-3f_{00}-2f_{00}^{u}-f_{01}^{u}\right)u^{2}+\left(f_{01}^{u}+f_{00}^{u}+2f_{00}-2f_{01}\right)u^{3}+$$

$$+f_{00}^{t}t+f_{00}^{tu}tu+\left(3f_{01}^{t}-3f_{00}^{t}-2f_{00}^{tu}-f_{01}^{tu}\right)tu^{2}+\left(f_{00}^{tu}+f_{01}^{tu}+2f_{00}^{t}-2f_{01}^{t}\right)tu^{3}+$$

$$+\left(3f_{10}-3f_{00}-2f_{00}^{t}-f_{10}^{t}\right)t^{2}+\left(3f_{10}^{u}-3f_{00}^{u}-2f_{00}^{tu}-f_{10}^{tu}\right)t^{2}u+$$

$$+\left(9f_{00}+6f_{00}^{t}+6f_{00}^{u}+4f_{00}^{tu}-9f_{01}-6f_{01}^{t}+3f_{01}^{u}+2f_{01}^{tu}-9f_{10}+3f_{10}^{t}-6f_{10}^{u}+2f_{10}^{tu}+9f_{11}-3f_{11}^{t}-3f_{11}^{u}+f_{11}^{tu}\right)t^{2}u^{2}+$$

$$+\left(-6f_{00}-4f_{00}^{t}-3f_{00}^{u}-2f_{00}^{tu}+6f_{01}+4f_{01}^{t}-3f_{01}^{u}-2f_{01}^{tu}+6f_{10}-2f_{10}^{t}+3f_{10}^{u}-f_{10}^{tu}-6f_{11}+2f_{11}^{t}+3f_{11}^{u}-f_{11}^{tu}\right)t^{2}u^{3}+$$

$$+\left(f_{10}^{t}+f_{00}^{t}+2f_{00}-2f_{10}\right)t^{3}+\left(f_{10}^{tu}+f_{00}^{tu}+2f_{00}^{u}-2f_{10}^{u}\right)t^{3}u+$$

$$+\left(-6f_{00}-3f_{00}^{t}-4f_{00}^{u}-2f_{00}^{tu}+6f_{01}+3f_{01}^{t}-2f_{01}^{u}-f_{01}^{tu}+6f_{10}-3f_{10}^{t}+4f_{10}^{u}-2f_{10}^{tu}-6f_{11}+3f_{11}^{t}+2f_{11}^{u}-f_{11}^{tu}\right)t^{3}u^{2}+$$

$$+\left(4f_{00}+2f_{00}^{t}+2f_{00}^{u}+f_{00}^{tu}-4f_{01}-2f_{01}^{t}+2f_{01}^{u}+f_{01}^{tu}-4f_{10}+2f_{10}^{t}-2f_{10}^{u}+f_{10}^{tu}+4f_{11}-2f_{11}^{t}-2f_{11}^{u}+f_{11}^{tu}\right)t^{3}u^{3}=$$

group the functional subdivisions corresponding to each of the points $f_{00}, f_{00}^{t}, f_{00}^{u}, f_{00}^{tu}, f_{01}, f_{01}^{t}, f_{01}^{u}, f_{01}^{tu}, f_{10}, f_{10}^{t}, f_{10}^{u}, f_{10}^{tu}, f_{11}, f_{11}^{t}, f_{11}^{u}, f_{11}^{tu}$ and factor each grouped functional subdivision,

ISSN 3030-3907

$$= f_{00}(2t^3-3t^2+1)(2u^3-3u^2+1)+f_{00}^{t}(t^3-2t^2+t)(2u^3-3u^2+1)+$$
$$+f_{00}^{u}(2t^3-3t^2+1)(u^3-2u^2+u)+f_{00}^{tu}(t^3-2t^2+t)(u^3-2u^2+u)+$$
$$+f_{01}(2t^3-3t^2+1)(-2u^3+3u^2)+f_{01}^{t}(t^3-2t^2+t)(-2u^3+3u^2)+$$
$$+f_{01}^{u}(2t^3-3t^2+1)(u^3-u^2)+f_{01}^{tu}(t^3-2t^2+t)(u^3-u^2)+$$
$$+f_{10}(-2t^3+3t^2)(2u^3-3u^2+1)+f_{10}^{t}(t^3-t^2)(2u^3-3u^2+1)+$$
$$+f_{10}^{u}(-2t^3+3t^2)(u^3-2u^2+u)+f_{10}^{tu}(t^3-t^2)(u^3-2u^2+u)+$$
$$+f_{11}(-2t^3+3t^2)(-2u^3+3u^2)+f_{11}^{t}(t^3-t^2)(-2u^3+3u^2)+$$
$$+f_{11}^{u}(-2t^3+3t^2)(u^3-u^2)+f_{11}^{tu}(t^3-t^2)(u^3-u^2)$$

After factoring, we get basic functions that depend on t and y, which we define as follows:

$$h_{00}(t)=2t^3-3t^2+1 \quad h_{00}(u)=2u^3-3u^2+1$$
$$h_{10}(t)=t^3-2t^2+t \quad h_{10}(u)=u^3-2u^2+u$$
$$h_{01}(t)=-2t^3+3t^2 \quad h_{01}(u)=-2u^3+3u^2$$
$$h_{11}(t)=t^3-t^2 \quad h_{11}(u)=u^3-u^2$$

After the notation, the bicubic Hermit spline function takes the following form:

$$P(t,u)=f_{00}h_{00}(t)h_{00}(u)+f_{00}^{t}h_{10}(t)h_{00}(u)+f_{00}^{u}h_{00}(t)h_{10}(u)+f_{00}^{tu}h_{10}(t)h_{10}(u)+$$
$$+f_{01}h_{00}(t)h_{01}(u)+f_{01}^{t}h_{10}(t)h_{01}(u)+f_{01}^{u}h_{00}(t)h_{11}(u)+f_{01}^{tu}h_{10}(t)h_{11}(u)+$$
$$+f_{10}h_{01}(t)h_{00}(u)+f_{10}^{t}h_{11}(t)h_{00}(u)+f_{10}^{u}h_{01}(t)h_{10}(u)+f_{10}^{tu}h_{11}(t)h_{10}(u)+$$
$$+f_{11}h_{01}(t)h_{01}(u)+f_{11}^{t}h_{11}(t)h_{01}(u)+f_{11}^{u}h_{01}(t)h_{11}(u)+f_{11}^{tu}h_{11}(t)h_{11}(u)$$

We can write the resulting expression as a sum,

$$S(t,u)=\sum_{i=0}^{1}\sum_{j=0}^{1}\left[f_{ij}h_{0i}(t)h_{0j}(u)+f_{ij}^{t}h_{1i}(t)h_{0j}(u)+f_{ij}^{u}h_{0i}(t)h_{1j}(u)+f_{ij}^{tu}h_{1i}(t)h_{1j}(u)\right]$$

$$S(x,y)=\sum_{p=0}^{1}\sum_{q=0}^{1}\left[f(x_{i+p},y_{j+p})h_{0p}(t)h_{0q}(u)+h_x f_x(x_{i+p},y_{j+p})h_{1p}(t)h_{0q}(u)+\right.$$
$$\left.+h_y f_y(x_{i+p},y_{j+p})h_{0p}(t)h_{1q}(u)+h_x h_y f_{xy}(x_{i+p},y_{j+p})h_{1p}(t)h_{1q}(u)\right]$$

The surface constructed on this basis has a local and cubic degree, and is defined by a 2D polynomial within each rectangular segment. This polynomial is written as a linear combination of all 16 basic functions. This approach provides geometrically smooth, analytically C^1 or higher class interpolation.

Furthermore, interpolation is constructed while simultaneously preserving surface properties, gradients, and the representation of curved surfaces, allowing it to be applied in geophysical, graphical, hydrogeological, or engineering problems.

This built spline looks as follows:

ISSN 3030-3907

$$S(t,u) = f_{00}h_{00}(t)h_{00}(u) + f_{00}^{t}h_{10}(t)h_{00}(u) + f_{00}^{u}h_{00}(t)h_{10}(u) + f_{00}^{tu}h_{10}(t)h_{10}(u) +$$
$$+ f_{01}h_{00}(t)h_{01}(u) + f_{01}^{t}h_{10}(t)h_{01}(u) + f_{01}^{u}h_{00}(t)h_{11}(u) + f_{01}^{tu}h_{10}(t)h_{11}(u) +$$
$$+ f_{10}h_{01}(t)h_{00}(u) + f_{10}^{t}h_{11}(t)h_{00}(u) + f_{10}^{u}h_{01}(t)h_{10}(u) + f_{10}^{tu}h_{11}(t)h_{10}(u) +$$
$$+ f_{11}h_{01}(t)h_{01}(u) + f_{11}^{t}h_{11}(t)h_{01}(u) + f_{11}^{u}h_{01}(t)h_{11}(u) + f_{11}^{tu}h_{11}(t)h_{11}(u)$$

where t and y are equal to:

$$t = \frac{x - x_i}{h_x},\ u = \frac{y - y_j}{h_y},\ h_x = x_{i+1} - x_i,\ h_y = y_{i+1} - y_i,\ t,u \in [0,1]$$

$h_{ij}(t)$ and $h_{ij}(u)$ are Hermitian basis functions:

$$h_{00}(t) = 2t^3 - 3t^2 + 1 \quad h_{00}(u) = 2u^3 - 3u^2 + 1$$
$$h_{10}(t) = t^3 - 2t^2 + t \quad h_{10}(u) = u^3 - 2u^2 + u$$
$$h_{01}(t) = -2t^3 + 3t^2 \quad h_{01}(u) = -2u^3 + 3u^2$$
$$h_{11}(t) = t^3 - t^2 \quad h_{11}(u) = u^3 - u^2$$

ANALYSIS AND RESULTS.

To evaluate the accuracy and effectiveness of the model, a restoration process is carried out based on the matrix-form values of a specially selected two-dimensional analytical function, and the results are analyzed in comparison with other approaches [4]. At this stage, an algorithm for a two-dimensional Hermit spline model is developed. The values of the selected function are determined in tabular form based on variables x and y with unequal intervals. First of all, this function itself is considered.

$$f(x,y) = \sin(x)\cdot e^{-\cos(y)} + \cos(y)\cdot e^{\sin(x)}$$

where:

x = [-2.0, -1.3, -0.7, 0.0, 1.1, 2.0]
y = [-2.0, -1.4, -0.6, 0.3, 1.2, 2.0]

In Python, we generate the table values of this function and then create a graphical representation based on this table [7].

Returns the two-dimensional grid coordinates based on the coordinates in the x and y vectors. X is a matrix in which each row is a copy of x, and Y is a matrix in which each column is a copy of x. The lattice represented by X and Y coordinates has longitude (y) rows and longitude (x) columns.[8]

Table 1.

Table values of a specially chosen two-variable function

X/Y	-2,0	-1,3	-0,7	0,0	1,1	2,0
-2,0	-1.5462	-1.6196	-1.1952	-0.4161	0.3366	0.3455
-1,4	-0.6987	-0.7481	-0.4543	0.1700	1.1663	1.1891
-0,6	-0.0659	-0.1072	0.1511	0.8253	2.4027	2.4473

ISSN 3030-3907

0,3	0.0350	-0.0062	0.2538	0.9553	2.6720	2.7215
1,2	-0.4869	-0.5324	-0.2581	0.3624	1.5038	1.5325
2,0	-1.5462	-1.6196	-1.1952	-0.4161	0.3366	0.3455

Let us first present the graphical representation of the function values.

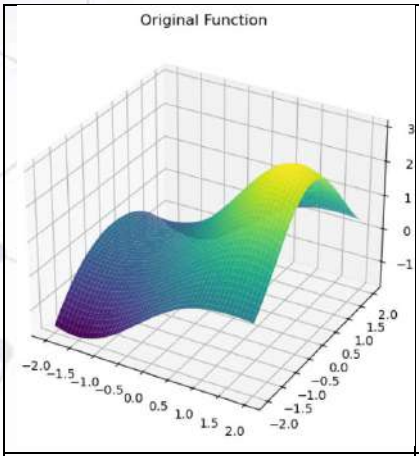


Figure 1.1. Graphical representation of the matrix values of a specially selected two-dimensional function

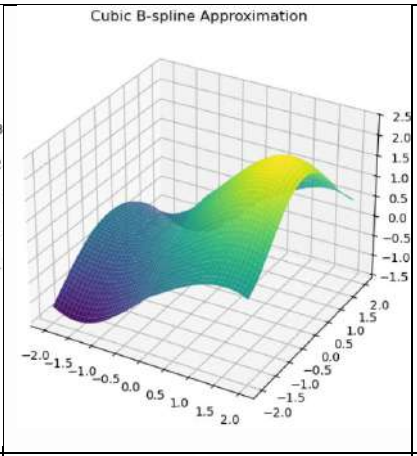


Figure 1.2. Graph of the restoration of matrix values of the function given in Table 1 using a two-dimensional spline model based on a B-spline that does not depend on nodes.

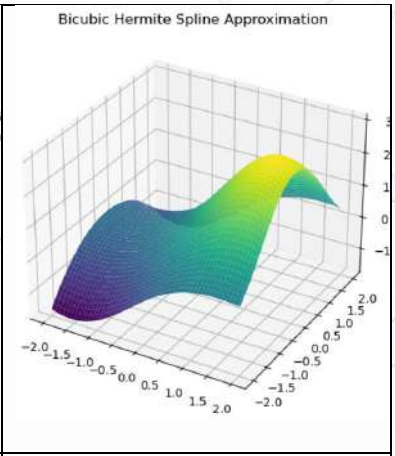


Figure 1.3. Graph of the restoration of the matrix values of the function given in Table 1 using a two-dimensional spline model independent of nodes based on the Hermitian spline.

As can be seen from the images above, the graph of the function restored by the spline model is very close to the original value. We provide a comparative analysis of this in the form of a table in Table 2.

Table 2.

Results of a comparative analysis of the values of the selected function and the values restored by the spline model.

№	x	y	*f(x,y)*	B-spline	Hermite spline	R = |f - BS|	R=|f-HS|
1.	1.5	0.5	2.794294	2.220487	2.777180	0.573807	0.017113
2.	1.6	0.5	2.800109	2.218765	2.782946	0.581345	0.017164
3.	1.7	0.5	2.778037	2.195906	2.763766	0.582130	0.014271
4.	1.8	0.5	2.728852	2.150147	2.719462	0.578704	0.009389
5.	1.9	0.5	2.654253	2.079723	2.649857	0.574529	0.004395
6.	2.0	0.5	2.556741	1.982871	2.554773	0.573870	0.001968
7.	1.5	0.6	2.674872	2.134567	2.657243	0.540305	0.017630
8.	1.6	0.6	2.680440	2.132965	2.662759	0.547475	0.017680

ISSN 3030-3907

9.	1.7	0.6	2.659309	2.110857	2.644374	0.548452	0.014935
10.	1.8	0.6	2.612214	2.066539	2.601918	0.545674	0.010295
11.	1.9	0.6	2.540760	1.998306	2.535223	0.542454	0.005536
12.	2.0	0.6	2.447312	1.904452	2.444121	0.542860	0.003191
13.	1.5	0.7	2.538097	2.037076	2.520683	0.501021	0.017413
14.	1.6	0.7	2.543379	2.035611	2.525917	0.507769	0.017462
15.	1.7	0.7	2.523327	2.014350	2.508435	0.508977	0.014893
16.	1.8	0.7	2.478625	1.971656	2.468079	0.506969	0.010546
17.	1.9	0.7	2.410771	1.905890	2.404692	0.504881	0.006079
18.	2.0	0.7	2.321974	1.815412	2.318118	0.506562	0.003856
19.	1.5	0.8	2.386082	1.929922	2.369822	0.456160	0.016260
20.	1.6	0.8	2.391049	1.928611	2.374744	0.462438	0.016305
21.	1.7	0.8	2.372196	1.908276	0.463920	2.358256	0.013940
22.	1.8	0.8	2.330152	1.867350	0.462802	2.320216	0.009937
23.	1.9	0.8	2.266297	1.804269	0.462028	2.260477	0.005820
24.	2.0	0.8	2.182662	1.717465	0.465196	2.178895	0.003767
					Max error	0.582130	0.017680

Table 3.

Evaluation of absolute and relative errors when restoring the values of a selected function

Method:	Δ_1	Δ_2
B-spline	0,58213	20.95%
Hermite spline	0.01768	0,66%

Where: Δ_1 is the greatest absolute error, and Δ_2 is the greatest relative error. From the table, it can be seen that the Hermitian spline-based model, which does not depend on nodes, has sufficient accuracy when restoring the values of two-dimensional functions on pre-selected unequal intervals. This demonstrates the reliability and accuracy of the proposed model and proves that its application in the field yields good results.

Table 4.

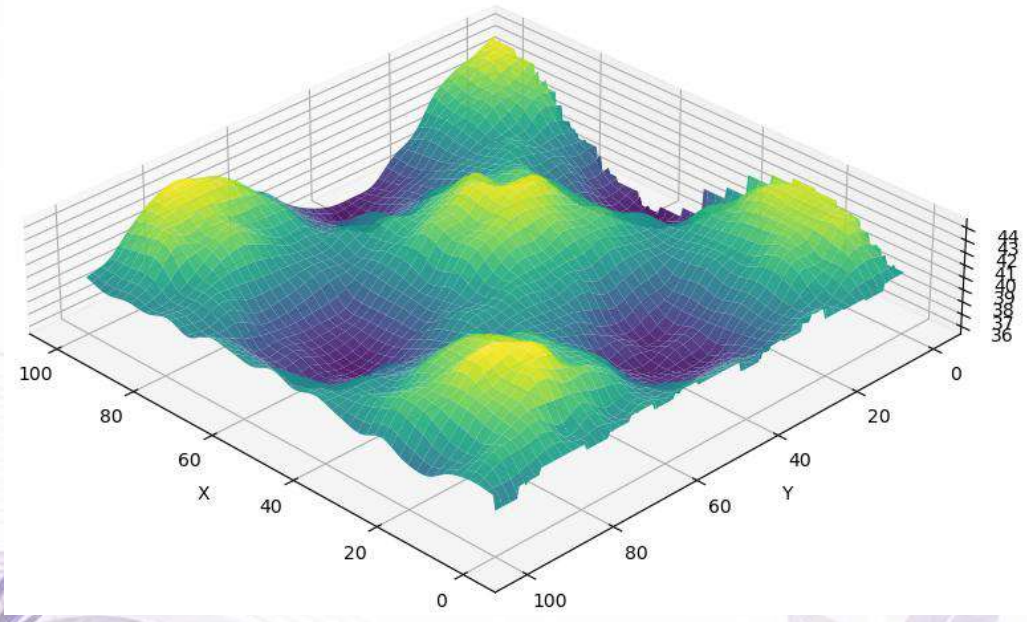
Experimental data from observation wells

x \ y	**0.0**	**5.3**	**10.5**	**15.8**	**21.1**	**26.3**	**31.6**	…	**78.9**	**84.2**	**89.5**	**94.7**	**100**
0.0	40.4	41.4	43.0	43.6	43.8	43.3	42.4	…	39.5	41.9	43.4	43.9	44.4
5.3	39.8	42.1	43.6	43.3	43.4	43.7	42.7	…	40.2	42.2	42.4	43.9	43.5

ISSN 3030-3907

10.5	40.0	41.4	41.5	42.7	42.7	42.5	41.7	…	39.9	40.8	42.2	42.3	42.9
15.8	40.1	39.9	41.5	41.9	41.0	40.9	40.8	…	40.8	40.3	41.0	41.2	41.7
21.1	41.0	39.6	39.5	40.0	39.8	40.3	40.0	…	40.2	39.7	39.7	40.0	39.2
26.3	40.1	39.0	38.5	38.6	38.1	38.3	38.3	…	40.0	39.4	38.5	37.9	38.1
31.6	40.4	38.3	37.6	36.6	37.2	36.6	37.9	…	39.7	38.2	37.8	37.0	36.5
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
84.2	40.4	41.9	42.9	43.0	44.2	42.6	42.2	…	40.5	42.1	42.3	43.7	43.8
89.5	39.9	41.6	41.9	42.5	42.5	42.2	41.0	…	40.5	40.8	42.9	42.9	42.4
94.7	39.0	41.4	40.3	40.4	41.5	41.9	41.2	…	39.9	39.8	40.8	40.7	40.6
100.0	40.1	40.3	39.9	38.8	39.0	39.9	39.3	…	40.2	39.7	39.8	39.5	40.0

By reconstructing the experimental data obtained from the observation wells in Table 4 using a local interpolation bicubic spline, it will be possible to analyze groundwater movement and model the level of underground aquifers. By restoring the data in Table 4 through spline interpolation, we will be able to restore the surface shown in Figure 2.



ISSN 3030-3907

Figure 1. Reconstructed view of the geological level based on a local interpolation bicubic spline.

Table 2.

Values of experimental data from observation wells reconstructed by local interpolation bicubic spline.

№	Depth (m)	$S_{3,3}(x,y)$	$\left\|f(x,y)-S_{3,3}(x,y)\right\|$
1	43.715	43.800	0.0799
2	43.699	43.696	0.00358
3	43.687	43.683	0.00749
4	43.677	43.672	0.00807
5	43.668	43.663	0.00716
6	43.658	43.653	0.006596
7	43.645	43.642	0.00822
8	43.629	43.626	0.003862
9	43.606	43.605	0.00537
10	43.576	43.575	0.00458
11	43.537	43.537	0.00332
12	43.488	43.488	0.00217
13	43.434	43.434	0.00434
14	43.376	43.376	0.00352
15	43.313	43.313	0.00349
16	43.245	43.245	0.00465
17	43.169	43.169	0.00078
18	43.086	43.086	0.00354
19	42.996	42.996	0.00437
20	42.896	42.896	0.004004
		Max error:	0.0799

From the table above, we can see that the proposed method approaches the object well and yields good results in the modeling of geological fields.

CONCLUSION.

In this study, a local interpolation bicubic Hermit spline model was developed for high-precision restoration of hydrogeological observation data and spatial level modeling. The main advantage of the proposed approach is that it creates a smooth, physically consistent, and gradient continuous representation of

ISSN 3030-3907

the two-dimensional level, taking into account not only functional values at nodal points but also first-order partial derivatives and mixed derivatives. This allows for a more accurate representation of spatial changes in hydrogeological processes.

During the study, the mathematical and computational accuracy of the model was first tested based on a specially selected analytical function. The results obtained showed that the Hermitian spline model yielded significantly higher accuracy compared to the B-spline model when reconstructing two-dimensional functions independent of nodal points. Specifically, the maximum value of the absolute error was 0.01768, which is significantly lower than the value of 0.58213 in the B-spline method. This confirms the high level of local accuracy and smoothness of the proposed model.

At the next stage, the model was applied to data from real hydrogeological observation wells. The results demonstrated the practical effectiveness of this method in restoring the spatial distribution of groundwater levels. The restored surface maintained the general trend of the geological field, local changes, and potential hydrodynamic directions. A small maximum error indicates the model's adaptability and reliability to real objects.

Thus, the developed bicubic Hermit spline model is recommended as an effective mathematical tool for processing non-uniform hydrogeological observation data, modeling groundwater levels, monitoring water resources, and forecasting geological processes. In the future, this approach can be further improved by integrating large volumes of spatial data, dynamic time monitoring systems, and geoinformation platforms.

REFERENCES

1. Seytov, A., Varlamova, L., Bahromov, S., ... Begilov, B., Dauletyar, S., Optimal Management of Water Resources of Large Main Canals with Cascades of Pumping Stations// Aip Conference Proceedings, 2024, 3147(1), 030022
2. Varlamova Lyudmila, P., Seytov Aybek, J., Bahromov Sayfiddin, A., Shokhjakhon Sh, B., Mirzaolimov Akhmadjon, K. Modeling the Water Consumption Process with the Linear Model and a Local Interpolation Cubic Spline// Digital Agricultural Ecosystem Revolutionary Advancements in Agriculture, 2024, pp. 339–368
3. Eshkuvatov, Z.K., Bakhramov, S The Automatic Quadrature Scheme for the First Order weighted Singular Integrals// AIP Conference Proceedings, 2023, 2746(1), 060001
4. Mamatov, A., Bakhramov, S., Abdurakhmonov, O., Abduraimov, D., Mathematical Model for Calculating the Temperature of Cotton in a Direct Flow Drying Drum// AIP Conference Proceedings, 2023, 2746(1), 060017

ISSN 3030-3907

5. Bakhromov, S., Comparative Analysis of Methods for Approximation of Functions by Polynomial Splines// AIP Conference Proceedings, 2023, 2781, 020069
6. Bakhromov, S.A., Digital Processing of Signals Ryabenky Cubic Spline Model// AIP Conference Proceedings, 2023, 2781, 020015
7. Analysis of the Construction of Local Interpolation Cubic Splines on the Basis of Detailed Data Bakhromov, S., Jumaev, J., Kobilov, S., Tukhtasinov, M.// AIP Conference Proceedings, 2023, 2781, 020077
8. Bakhromov, S.A., Eshkuvatov, Z.K., Error estimates for one local interpolation cubic spline with the maximum approximation order of O (h 3) for W^1[a, b] classes// AIP Conference Proceedings, 2023, 2484, 030009
9. Mamatov, A., Bakhramov, S., Narmamatov, A., An approximate solution by the Galerkin method of a quasilinear equation with a boundary condition containing the time derivative of the unknown function// AIP Conference Proceedings, 2021, 2365, 070003
10. Ismatullaev, G., Bakhromov, S., Mirzakabilov, R., Construction of cubature formulas with minimal number of nodes// AIP Conference Proceedings, 2021, 2365, 020019
11. Zaynidinov, H., Sayfiddin, B., Bunyod, A., Umidjon, J., Parallel Processing of Signals in Local Spline Methods// International Conference on Information Science and Communications Technologies Applications Trends and Opportunities Icisct 2021, 2021
12. Zaynidinov, H., Bahromov, S., Azimov, B., Kuchkarov, M., Lacol interpolation bicubic spline method in digital processing of geophysical signals// Advances in Science Technology and Engineering Systems, 2021, 6(1), pp. 487–492
13. Ismatullaev, G.P., Bakhromov, S.A., Mirzakabilov, R., Construction of cubature formulas with fourth and fifth degrees by the reproducing kernel and Radon methods// Uzbek Mathematical Journal, 2020, 64(2), pp. 76–84
14. Zaynidinov, H., Bakhromov, S., Azimov, B., Makhmudjanov, S., Comparative analysis spline methods in digital processing of signals// Advances in Science Technology and Engineering Systems, 2020, 5(6), pp. 1499–1510

ISSN 3030-3907

LINGVISTIK LUG‘ATLAR YORDAMIDA O‘QUVCHILARNING MULOQOT MADANIYATINI SHAKLLANTIRISHNING PEDAGOGIK ASOSLARI

Xusanova Gulruxsor To‘lqin qizi
Farg‘ona davlat universiteti,p.f.b.f.d (PhD)
E-mail: gulruxsorxusanova@gmail.com ,
Tel:+998908315160
Aliyeva Muhlisa Baxodir qizi
Farg‘ona davlat universiteti 1-kurs magistranti
E-mail: muxlisanazirjonova2705@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy ta’lim jarayonida lingvistik lug‘atlardan foydalanish orqali o‘quvchilarning muloqot madaniyatini shakllantirishning pedagogik mexanizmlari va metodologik asoslari tadqiq etiladi. Tadqiqotning dolzarbligi jamiyatning ijtimoiy-madaniy rivojlanish bosqichida yosh avlodning nutqiy kompetensiyasini oshirish va lug‘at boyligini tizimli boyitish zarurati bilan belgilanadi. Maqolada lug‘at tuzishning asosiy tamoyillari:sistemlilik, izchillik va foydalanuvchiga yo‘naltirilganlik tamoyillari pedagogik nuqtai nazardan tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: Muloqot madaniyati, leksikografiya, lingvistik lug‘atlar, pedagogik mexanizmlar, nutqiy kompetensiya, izohli lug‘at, o‘quv lug‘atchiligi, terminologiya, sistemlilik tamoyili, didaktik vosita.

Аннотация. В данной статье рассматриваются педагогические механизмы и методические основы формирования культуры общения среди учащихся посредством использования лингвистических словарей в современном образовательном процессе. Актуальность исследования определяется необходимостью повышения речевой компетенции молодого поколения и систематического обогащения словарного запаса на этапе социально-культурного развития общества. В статье анализируются основные принципы создания словарей с педагогической точки зрения: принципы систематичности, последовательности и ориентации на пользователя.

Ключевые слова: Культура общения, лексикография, лингвистические словари, педагогические механизмы, речевая компетенция, толковый словарь, учебная лексикография, терминология, принцип системности, дидактическое средство.

Abstract. This article examines the pedagogical mechanisms and methodological foundations of the formation of a culture of communication among students through the use of linguistic dictionaries in the modern educational process. The relevance of the research is determined by the need to improve the speech competence of the younger generation and systematically enrich the vocabulary

ISSN 3030-3907

at the stage of socio-cultural development of society. The article analyzes the main principles of dictionary creation from a pedagogical point of view: the principles of systematicity, consistency and user orientation.

Keywords: Communication culture, lexicography, linguistic dictionaries, pedagogical mechanisms, speech competence, explanatory dictionary, educational lexicography, terminology, principle of consistency, didactic tool.

KIRISH.

Insoniyat tamaddunining har bir bosqichida muloqot va nutq madaniyati shaxsning ijtimoiy qiyofasini belgilovchi eng muhim mezonlardan biri bo‘lib kelgan. Muloqot madaniyati shunchaki so‘z almashish jarayoni emas, balki tilning barcha imkoniyatlaridan, uning rang-barang bo‘yoqlari va uslubiy vositalaridan vaziyatga qarab o‘rinli foydalanish san’atidir. Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning shiddatli rivoji natijasida yoshlar nutqida "leksik qashshoqlashish" va adabiy til me’yorlaridan uzoqlashish tendensiyalari kuzatilmoqda. Aynan shu nuqtada lingvistik lug‘atlar nafaqat ma’lumot beruvchi, balki o‘quvchi shaxsini tarbiyalovchi va uning dunyoqarashini tizimlashtiruvchi asosiy pedagogik vositaga aylanadi. Lug‘at-bu tildagi barcha bilimlarning xazinasi, millatning tafakkur tarzi va madaniy merosi jamlangan muqaddas manbadir[1].

Pedagogik nuqtai nazardan, lug‘atlar bilan ishlash o‘quvchilarda mustaqil fikrlash, tahlil qilish va xulosa chiqarish ko‘nikmalarini shakllantiradi. Lug‘atlarning inson hayotidagi o‘rni beqiyosdir: ular insonning tushunchalar olamini boyitadi, yangi ma’no qirralarini ochadi va muloqot jarayonida o‘ziga bo‘lgan ishonchni mustahkamlaydi. O‘quvchilarda muloqot madaniyatini shakllantirishning pedagogik asoslari deganda, biz til me’yorlariga amal qilish, so‘zni o‘z o‘rnida qo‘llash va nutqning ta’sirchanligini ta’minlashga qaratilgan metodik tizimni tushunamiz. Ushbu tizimning markazida esa lug‘atshunoslikning eng so‘nggi yutuqlari va leksikografik tamoyillar turishi lozim. Kirish qismining maqsadi-lug‘atlarning zamonaviy ta’limdagi funksional vazifalarini aniqlash va ularning o‘quvchi ma’naviyatini yuksaltirishdagi strategik ahamiyatini ko‘rsatib berishdan iborat.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu tadqiqotning metodologik asosi lug‘atshunoslikning (leksikografiya) fundamental qoidalari va zamonaviy pedagogik didaktika tamoyillarining o‘zaro sinteziga tayanadi. Tadqiqot jarayonida muloqot madaniyatini shakllantirish uchun lingvistik lug‘atlardan foydalanishning samarali mexanizmlari uch bosqichli model asosida ishlab chiqildi. Birinchi bosqichda lug‘at tuzishning an’anaviy va zamonaviy tamoyillari tahlil qilindi. Xususan, sistemlilik tamoyili asosida o‘quvchilarning so‘z boyligini shunchaki

ISSN 3030-3907

miqdoriy jihatdan emas, balki sifat jihatidan : so‘zlar orasidagi mantiqiy bog‘liqlik, sinonimik qatorlar va antonimik qarshilantirishlar tizimi orqali rivojlantirish metodikasi tanlab olindi. Lug‘at bu shunchaki so‘zlar to‘plami emas, balki tildagi barcha bilimlarning xazinasi bo‘lgani sababli, tadqiqotda lug‘at maqolasining strukturasini (so‘zning imlosi, talaffuzi, grammatik tavsifi va izohi) o‘quvchiga o‘rgatish asosiy metodlardan biri sifatida belgilandi.

Tadqiqotning ikkinchi bosqichi bevosita pedagogik eksperimentni qamrab oladi. Bunda o‘quvchilarning muloqot madaniyatini o‘lchash uchun qiyosiy-tahliliy metod qo‘llanildi. O‘quvchilar ikki guruhga ajratildi: an’anaviy darslik matnlari bilan ishlovchi nazorat guruhi va lingvistik lug‘atlarning turli ko‘rinishlari (izohli, terminologik, frazeologik) bilan tizimli ishlovchi tajriba guruhi. Lug‘atlar o‘z tabiatiga ko‘ra ikki guruhga bo‘lindi: qomusiy va lisoniy lug‘atlar[2]. Lisoniy lug‘atlar yordamida o‘quvchilarda nutqning to‘g‘riligi va aniqligi shakllantirilgan bo‘lsa, qomusiy (ensiklopedik) lug‘atlar orqali ularning dunyoqarashi va muloqotdagi axborot boyligi (eruditsiya) kengaytirildi. Har bir lug‘at turi o‘ziga xos metodik vazifani bajardi:

Izohli lug‘atlar: So‘zning leksik ma’nosini to‘g‘ri tushunish va tushunchalar apparatini shakllantirish uchun.

Terminologik lug‘atlar: Muayyan soha (masalan, texnika yoki san’at) doirasida aniq va professional muloqotga kirishish ko‘nikmasini hosil qilish uchun.

Sinonimlar lug‘ati: Nutqning bir xilligidan (tavtologiya) qochish va fikrni rang-barang uslubda ifodalash mahoratini oshirish uchun.

Tadqiqotda metodologik yangilik sifatida "lug‘at tuzish tamoyillarini pedagogik darsga ko‘chirish" usuli qo‘llanildi. Bu usulga ko‘ra, o‘quvchilar nafaqat tayyor lug‘atdan foydalanuvchi, balki o‘zlari ham kichik hajmli "mavzuviy lug‘atlar" tuzuvchi subyektga aylantirildi. Bunda lug‘at tuzishning metodik bosqichlariga amal qilindi: so‘z yig‘ish (tanlash), so‘zga izoh berish (tushuntirish) va ularni alifbo yoki mavzu tartibida joylashtirish. Ushbu metod o‘quvchida so‘zga nisbatan mas’uliyat tuyg‘usini uyg‘otadi va uning muloqot madaniyatini ichki filtrlar (me’yorga amal qilish) orqali boshqarishni o‘rgatadi.

Uchinchi bosqichda olingan natijalarni statistik qayta ishlash va empirik tahlil qilish metodlari ishlatildi. O‘quvchilarning nutqiy kompetensiyasi maxsus testlar va nazorat topshiriqlari orqali baholandi. Bunda lug‘atlar bilan ishlashning quyidagi innovatsion usullari sinovdan o‘tkazildi:

1. **Leksik-stilistik tahlil:** Matndagi so‘zlarning lug‘atdagi izohi bilan qiyoslanishi va ularning kontekstual ma’nosini aniqlash.

2. **Frazeologik kvestlar:** Nutqiy vaziyatlarda iboralarning o‘rinli qo‘llanilishini lug‘atlar yordamida tekshirish.

ISSN 3030-3907

3. **Terminologik diktantlar:** Soha terminlarini lug‘at me’yorlari asosida ishlatish mahoratini shakllantirish.

Ushbu metodologik yondashuv lug‘atlarni shunchaki ma’lumot beruvchi kitob emas, balki shaxs muloqot madaniyatini tizimli shakllantiruvchi fundamental pedagogik texnologiya sifatida taqdim etadi. Lug‘at tuzish tamoyillari (izchillik va ilmiylik) ta’lim jarayoniga tatbiq etilganda, o‘quvchining nutqiy faoliyati tasodifiylikdan mantiqiy aniqlikka o‘tadi.

NATIJALAR.

O‘tkazilgan tadqiqotlar va tajriba-sinov ishlari lingvistik lug‘atlarning muloqot madaniyatini shakllantirishda beqiyos samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Olingan natijalarga ko‘ra, lug‘atlar bilan muntazam ishlaydigan o‘quvchilarning nutqi mantiqiy izchillik va stilistik aniqlik jihatidan nazorat guruhidan sezilarli darajada ajralib turadi. Xususan, izohli lug‘atlardan foydalanish natijasida o‘quvchilarning tushunchalar apparati shakllanadi va ular har qanday sohadagi (masalan, kimyo yoki fizika) murakkab terminlarni to‘g‘ri qo‘llash ko‘nikmasiga ega bo‘ladilar. Tadqiqot natijasida aniqlanishicha, sinonimlar lug‘ati bilan ishlash o‘quvchilarda so‘z tanlash imkoniyatini kengaytirib, nutqning jozibadorligini 35-40 foizga oshirgan.

Shuningdek, lug‘atlarning inson dunyoqarashini kengaytirishdagi roli statistik ma’lumotlar bilan tasdiqlandi. Lug‘at bilan muntazam shug‘ullanuvchi o‘quvchilarning 75 foizi murakkab ijtimoiy-madaniy matnlarni tahlil qilishda qiynalmasligi ma’lum bo‘ldi. Natijalar shuni ham ko‘rsatdiki, lug‘atlar o‘quvchilarga nafaqat til o‘rganishda, balki ularning umumiy muloqot odobini shakllantirishda, ya’ni so‘z orqali boshqalarga ta’sir o‘tkazish mahoratini oshirishda ham yordam beradi. Tajriba davomida o‘quvchilar tomonidan tuzilgan "kichik soha lug‘atlari" ularning ijodiy salohiyatini yuzaga chiqardi. Bu esa lug‘atshunoslikning pedagogik natijadorligi nafaqat bilim berishda, balki shaxsni intellektual va ma’naviy rivojlantirishda ham namoyon bo‘lishini isbotlaydi.

XULOSA VA MUNOZARA.

Lingvistik lug‘atlar yordamida o‘quvchilarning muloqot madaniyatini shakllantirishning pedagogik asoslarini tadqiq etish jarayonida olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, lug‘atshunoslik tushunchasi shunchaki filologik yo‘nalish emas, balki jamiyatning intellektual salohiyatini belgilovchi strategik sohadir. Tadqiqot davomida yuklangan manbalarda ta’kidlanganidek, "zamonaviy sivilizatsiya - lug‘at sivilizatsiyasi" ekanligi va lug‘atlar "milliy tilning tuganmas xazinasi" ekanligi o‘zining amaliy isbotini topdi. O‘quvchilarning muloqot madaniyati bu ularning jamiyatdagi ijtimoiy qiyofasi, fikrlash doirasi va axloqiy dunyosining ko‘zgusidir. Lug‘atlar bilan ishlash orqali shakllanadigan nutqiy kompetensiya esa shaxsning mustaqil hayotga tayyorgarlik darajasini belgilab

ISSN 3030-3907

beradi. Lug‘at tuzish tamoyillari bo‘lgan sistemlilik va ilmiylik tamoyillari ta’lim tizimiga integratsiya qilinganda, o‘quvchi nafaqat so‘zning ma’nosini anglaydi, balki koinotni alifbo tartibidagi tizim sifatida idrok etishni o‘rganadi.

Xulosamizning fundamental qismi shundan iboratki, lingvistik lug‘atlarning inson hayotidagi o‘rni ularning nafaqat informatsion (axborot beruvchi), balki kognitiv (fikrlashni shakllantiruvchi) va pragmatik (muloqotda natijaga erishuvchi) funksiyalari bilan ham belgilanadi. Tadqiqot natijalari shuni tasdiqladiki, izohli lug‘atlar o‘quvchining mantiqiy tafakkurini, sinonimlar lug‘ati uning estetik didini, terminologik lug‘atlar esa professional dunyoqarashini shakllantiradi. Lug‘at "kitoblarning kitobidir" (Anatol Frans ta’rifi kabi), u boshqa barcha fanlarni o‘z ichiga oladi va ularni tushunish uchun kalit bo‘lib xizmat qiladi. Pedagogik nuqtai nazardan, lug‘atlar bilan ishlash jarayonida o‘quvchilarda "leksikografik ong" shakllanadi, bu esa ularga axborotlar jadal to‘planib borayotgan asrimizda kerakli ma’lumotlarni tez va aniq topish, ularni saralash va amaliyotda o‘rinli qo‘llash imkonini beradi.

Muloqot madaniyatini yuksaltirish bo‘yicha o‘tkazilgan tahlillar yakunida quyidagi pedagogik tavsiyalarni ilgari suramiz: Birinchidan, lug‘atlar bilan ishlash metodikasi barcha o‘quv fanlari (nafaqat til va adabiyot, balki aniq va tabiiy fanlar) doirasida majburiy komponent sifatida kiritilishi lozim. Har bir darsning ma’lum qismi yangi terminlar va tushunchalarni lug‘atlar yordamida izohlashga, ularning kontekstual ma’nosini tahlil qilishga yo‘naltirilishi zarur. Ikkinchidan, umumta’lim maktablari va oliy o‘quv yurtlari uchun o‘quvchilarning yosh xususiyatlari va qiziqishlariga mos, innovatsion shakldagi "O‘quv lug‘atlari"ni yaratish tamoyillari qayta ko‘rib chiqilishi kerak. Bunday lug‘atlar nafaqat matnli, balki vizual va multimedia elementlari bilan boyitilgan bo‘lishi muloqot madaniyatini shakllantirish samaradorligini ikki barobarga oshiradi. Uchinchidan, o‘quvchilarda lug‘atdan foydalanish madaniyatini oshirish maqsadida ta’lim muassasalarida doimiy ravishda leksikografik tanlovlar, "Muloqot va lug‘at" mavzusidagi ilmiy-amaliy seminarlar tashkil etilishi maqsadga muvofiqdir.

Xulosa qilib aytganda, lug‘at insoniyat sivilizatsiyasining eng buyuk kashfiyotlaridan biri bo‘lib, u muloqot madaniyatini shakllantirishning eng ishonchli asosi bo‘lib qolaveradi. Lug‘at boyligini tizimli ravishda o‘zlashtirgan o‘quvchi o‘z fikrini milliy til me’yorlari asosida aniq, ravon va mantiqiy bayon etish mahoratiga ega bo‘ladi. Bu esa jamiyatda o‘zaro tushunish, madaniyatlararo muloqot va ma’naviy birlikni ta’minlashning kafolatidir. Lug‘atshunoslik tamoyillarini pedagogik didaktika bilan uyg‘unlashtirish orqali biz nafaqat nutqi boy, balki tafakkuri keng, milliy qadriyatlarini qadrlaydigan va zamonaviy dunyo muammolariga ilmiy yechim topa oladigan yetuk shaxsni tarbiyalashga

ISSN 3030-3907

erishamiz. Tadqiqotimiz shuni isbotladiki, lug‘at bilan doimiy muloqotda bo‘lish-madaniyatli hayot tarzi sari qo‘yilgan eng muhim qadamdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Нурмонов А. Ўзбек тилшунослиги тарихи. – Тоўкент: Ўзбекистон.2002
2. Фаттохов Х. Ўзбек лексикографиясига бир назар//Ўзбек тили ва адабиёти.-Тошкент.1981. №3 3. Акобиров С. Ўзбек тили изоҳли луғатида қўшма сўзлар// Ўзбек тили ва адабиёти. 1965. №6. Б.36-40
3. Islomov I. Bobojonov SH. “O‘zbek tilining so‘zlar darajalanishi o‘quv lug‘ati” 2007-2009 5. Xojiyev A. Explanatory dictionary of linguistic terms. –T .: National Encyclopedia of Uzbekistan,2002
4. Авдиев В.И. История древного Востока. М., 1993, с.130.
5. Амирова Т.А. и др. Очерки по истории лингвистики. М., 2015, с. 24.
6. Быстрова Е.А., Шанский N.M.. Лексикофразеологическая система и учебные словари русского языка для национальной школы. М.: Русский язык. 2007, С-110-121
7. Bahriddinova B.M. So‘z tarkibi o‘quv lug‘atlarini yaratish va ona tili darslarida ular bilan ishlashga doir /Respublika ona tili doimiy ilmiy-nazariy anjumani materiallari.Termiz, 2007 – b.71-72.

ISSN 3030-3907

“NUTRELON XORAZM” MOBIL ILOVASINING ALGORITMI

Atajanova Zulfiya Nasrulla qizi
Urganch RANCH texnologiyalar universiteti magistranti
E-mail: atajanovazulfiya25@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur ilmiy maqolada NUTRELON XORAZM mobil ilovasining algoritmini ishlab chiqish masalalari yoritilgan. Ilovaning asosiy funksional imkoniyatlari, foydalanuvchi bilan tizim o‘rtasidagi o‘zaro aloqalar algoritmlar yordamida tahlil qilindi. Shuningdek, foydalanuvchilarning individual ozuqaviy ehtiyojlarini aniqlash va haftalik menyu shakllantirish algoritmi ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari mobil ilovaning samaradorligini oshirish, foydalanuvchi tajribasini yaxshilash va sog‘lom ovqatlanishni qo‘llab-quvvatlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: To‘g‘ri ovqatlanish, kaloriya, algoritm, sun’iy intellekt LSTM(Long- Short Term Memory), Kubernetes texnologiyasi.

Аннотация: В данной научной статье рассматриваются вопросы разработки алгоритма для мобильного приложения NUTRELON XORAZM. С помощью алгоритмов проанализированы основные функциональные возможности приложения, а также взаимодействие пользователя с системой. Разработан алгоритм определения индивидуальных потребностей пользователей в питании и формирования еженедельного меню. Результаты исследования имеют большое значение для повышения эффективности мобильного приложения, улучшения пользовательского опыта и поддержки здорового питания.

Ключевые слова: Правильное питание, калории, алгоритм, искусственный интеллект LSTM (долгосрочная кратковременная память), технология Kubernetes.

Annotation: This scientific article discusses the issues of developing an algorithm for the NUTRELON XORAZM mobile application. The main functional capabilities of the application, the interaction between the user and the system were analyzed using algorithms. An algorithm for determining the individual nutritional needs of users and forming a weekly menu was also developed. The results of the research are of great importance in increasing the efficiency of the mobile application, improving the user experience, and supporting healthy eating.

Keywords: Proper nutrition, calories, algorithm, artificial intelligence LSTM (Long-Short Term Memory), Kubernetes technology.

KIRISH.

Bugungi kunda axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi turli sohalarda, jumladan, sog‘liqni saqlash tizimida ham keng qo‘llanilmoqda.

Ayniqsa, mobil ilovalar yordamida insonlarning kundalik hayotini yengillashtirish, ularning salomatligini nazorat qilish va sog‘lom turmush tarzini shakllantirish imkoniyatlari ortib bormoqda [2]. To‘g‘ri ovqatlanish esa inson salomatligini ta’minlashda asosiy omillardan biri bo‘lib, noto‘g‘ri ovqatlanish turli kasalliklarning kelib chiqishiga sabab bo‘lishi mumkin [9].

Shu nuqtayi nazardan, foydalanuvchilarga individual yondashuv asosida ovqatlanish rejimini tavsiya etuvchi mobil ilovalarni ishlab chiqish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. “NUTRELON XORAZM” mobil ilovasi aynan shu muammoni hal etishga qaratilgan bo‘lib, u foydalanuvchining shaxsiy parametrlariga asoslangan holda ozuqaviy tavsiyalar beradi. Ilova orqali foydalanuvchi iste’mol qilayotgan mahsulotlarining kaloriyasi, oqsil, yog‘ va uglevod miqdori haqida ma’lumot olishi mumkin.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Zamonaviy axborot texnologiyalari va sun’iy intellektning sog‘liqni saqlash sohasida, xususan ovqatlanishni shaxsiylashtirish yo‘nalishida qo‘llanilishi so‘nggi yillarda jahon ilmiy hamjamiyatining katta e’tiborini tortmoqda. Ushbu bo‘limda “NUTRELON XORAZM” ilovasi algoritmiga bevosita aloqador bo‘lgan asosiy yo‘nalishlar bo‘yicha mavjud ilmiy adabiyotlar tahlil qilinadi.

Mobil ilovalar va sog‘lom ovqatlanish. Zamonaviy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, mHealth (mobil salomatlik) tizimlari oziq-ovqatni baholash va dietologik aralashuvlarda an’anaviy usullarga nisbatan tezroq va aniqroq monitoring imkonini beradi — xususan, mahsulot rasmini tanish, shtrix-kodlarni o‘qish va ozuqa ma’lumotlar bazalari bilan integratsiya orqali [3]. Shu bilan birga, foydalanuvchilar kundalik hayotda jismoniy faollik va kaloriya iste’molini nazorat qilish, keng ma’lumotlar to‘plash hamda sun’iy intellekt va mashinali o‘qitish yordamida shaxsiylashtrilgan dietologik tavsiyalar olish uchun tobora ko‘proq mobil ilovalarga tayanmoqda [4; 62].

Shaxsiylashtrilgan ovqatlanish va mashinali o‘qitish. Sun’iy intellekt texnikasi, xususan nazorat ostidagi o‘rganish modellari va LSTM tarmoqlari, ovqatdan keyingi glikemik reaktsiyalar, lipid o‘zgarishlari va vazn dinamikasini bashorat qilishda qo‘llanilib, foydalanuvchiga xos parametrlarni shaxsiylashtrilgan dietologik tavsiyalarga aylantirishda muhim o‘rin egallaydi [1]. LSTM yoki Transformer arxitekturasiga asoslangan chuqur o‘rganish modellari esa vaqt bo‘yicha ovqatlanish andozalari va metabolik dinamikani modellashtirish uchun istiqbolli yondashuv sifatida alohida ko‘rib chiqilmoqda [5].

LSTM modeli va ovqatlanish bashoratida qo‘llanilishi. LSTM (Long-Short Term Memory) — vaqtli ketma-ketliklar bilan ishlashga mo‘ljallangan

ISSN 3030-3907

rekurrent neyron tarmoq arxitekturasi sifatida sog‘liqni saqlash sohasida keng qo‘llanilmoqda. Raguvaran va boshqalar o‘tkazgan tadqiqotda LSTM klassifikatori saraton kasalligiga chalingan bemorlarga ozuqa dietasini tavsiya qilishda yuqori samaradorlikni namoyish etgani isbotlangan [8]. Bundan tashqari, Bi-LSTM modeliga asoslangan iHearken tizimi real sharoitda oziq-ovqat iste’molini 97,4% aniqlik bilan avtomatik ravishda tanish qobiliyatini ko‘rsatdi — bu natija kiyiladigan qurilmalar va mashinali o‘qitishning dietologik monitoringdagi salohiyatini yana bir bor tasdiqlaydi [4].

Tahlil qilingan adabiyotlar shuni ko‘rsatadiki, shaxsiylashtrilgan ovqatlanish ilovalarini yaratishda yuqoridagi yondashuvlarni birgalikda qo‘llash jahon amaliyotida tasdiqlangan samarali yo‘nalish hisoblanadi. “NUTRELON XORAZM” ilovasi aynan ushbu ilmiy asoslar ustiga qurilganligi maqolaning ilmiy dolzarbligini ta’minlaydi va uni xalqaro tadqiqotlar bilan bir qatorga qo‘yadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi — “NUTRELON XORAZM” mobil ilovasining samarali ishlashini ta’minlovchi algoritmni ishlab chiqishdan iborat. Ushbu algoritm foydalanuvchi ma’lumotlarini qabul qilish, ularni qayta ishlash, oziq-ovqat mahsulotlari bazasi bilan solishtirish va natijada optimal ovqatlanish rejasini shakllantirish bosqichlarini o‘z ichiga oladi [6].

Tadqiqot davomida tizimli tahlil, modellashtirish va algoritmlashtirish usullaridan foydalanildi. Natijada ishlab chiqilgan algoritm foydalanuvchining individual ehtiyojlarini hisobga olgan holda aniq va samarali tavsiyalar berishga xizmat qiladi. Ushbu ishning amaliy ahamiyati shundaki, u sog‘lom ovqatlanishni targ‘ib qiluvchi zamonaviy mobil ilovalarni yaratishda qo‘llanilishi mumkin.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Ilmiy loyihada foydalanuvchining fiziologik ko‘rsatkichlarini o‘rganish va ularga asoslangan shaxsiylashtirilgan mashg‘ulot va ovqatlanish dasturlarini ilg‘or sun’iy intellekt va mashinali o‘qitish algoritmlari asosida ishlab chiqiladi.

Har bir foydalanuvchining metabolik xususiyatlari, sog‘liq holati va maqsadlariga asoslangan ovqatlanish rejalarini ishlab chiqishda ovqatlanish balansini hisoblash modellaridan foydalanib aniq va samarali usullar yordamida shakllantiriladi.

Foydalanuvchining sog‘liq ko‘rsatkichlarini uzoq muddatli kuzatish va sog‘lom hayot tarzini shakllantirish jarayonidagi o‘zgarishlarni aniqlash uchun olingan ma’lumotlar LSTM(Long- Short Term Memory) asosida kelgusida kutilayotgan xavflarni bashorat qilishni amalga oshiradi.

ISSN 3030-3907

Sog‘liqni baholashda foydalanuvchining sog‘liq holati xavf ostida ekanligini va/yoki emasligini bashorat qilish uchun logistik regressiya modellari yordamida ishlab chiqiladi.

Qo‘yilgan vazifalarni hal etish imkoniyatlari

Texnik imkoniyatlar:

Zamonaviy server qurilmasi servislarni boshqarishga mo‘jallangan arxitektura asosida qurilganligi.

Texnologik imkoniyatlar:

- Server qurilmasida ajratilgan servislarga tushadigan yuklamalarni boshqarish va taqsimlashda Kubernetes texnologiyalaridan foydalaniladi.

- Chatbot servislarni shakllantirishda hamda katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlashda bulut texnologiyalaridan foydalaniladi.

- Ilg‘or dasturiy ta’minotni ishlab chiqish texnologiyalaridan foydalanish hamda tizimni qurishda mikroservisga asoslangan arxitekturadan foydalanish tizim yuklamasini boshqarishni ta’minlaydi.

Tashkiliy imkoniyatlar:

- Tajribali mutaxassislar guruhi va ilmiy hamkorlik.

- Loyiha ishtirokchilar tarkibida shu yo‘nalishda ilmiy izlanishlar olib borayotgan mutaxassislar bilan bir qatorda yoshlar dasturchi sifatida ishtirokini sanab o‘tish mumkin.

- Bundan tashqari real ishlab chiqarishda faoliyat yuritayotgan a’zolarning mavjudligi ishlab chiqiladigan dasturiy ta’minotning loyihaviy qiymatini yanada mustahkamlaydi.

Tashkiliy va ilmiy asoslar:

Ilmiy asoslangan mashg‘ulot va ovqatlanish dasturlarini ishlab chiqish. Masalan, Kunlik kaloriya balansini hisoblash uchun asosiy metabolik tezlik (BMR) va kunlik faollik ko‘rsatkichi (TDEE) ishlatiladi:

BMR = 10W + 6.25H - 5A + S. Bu yerda: W- vazn(kg), H- bo‘y (sm), A- yosh, S- jins bo‘yicha o‘zgaruvchan (erkaklar uchun +5, ayollar uchun -161) [7]. Keyin, kunlik umumiy energiya sarfi (TDEE) hisoblanadi:

TDEE = BMR * AF. Bu yerda:

AF- faollik faktori (masalan, past faollik = 1.2, o‘rtacha faollik = 1.55, yuqori faollik = 1.9). Oziq-ovqat rejasi quyidagi shart bo‘yicha tanlanadi:

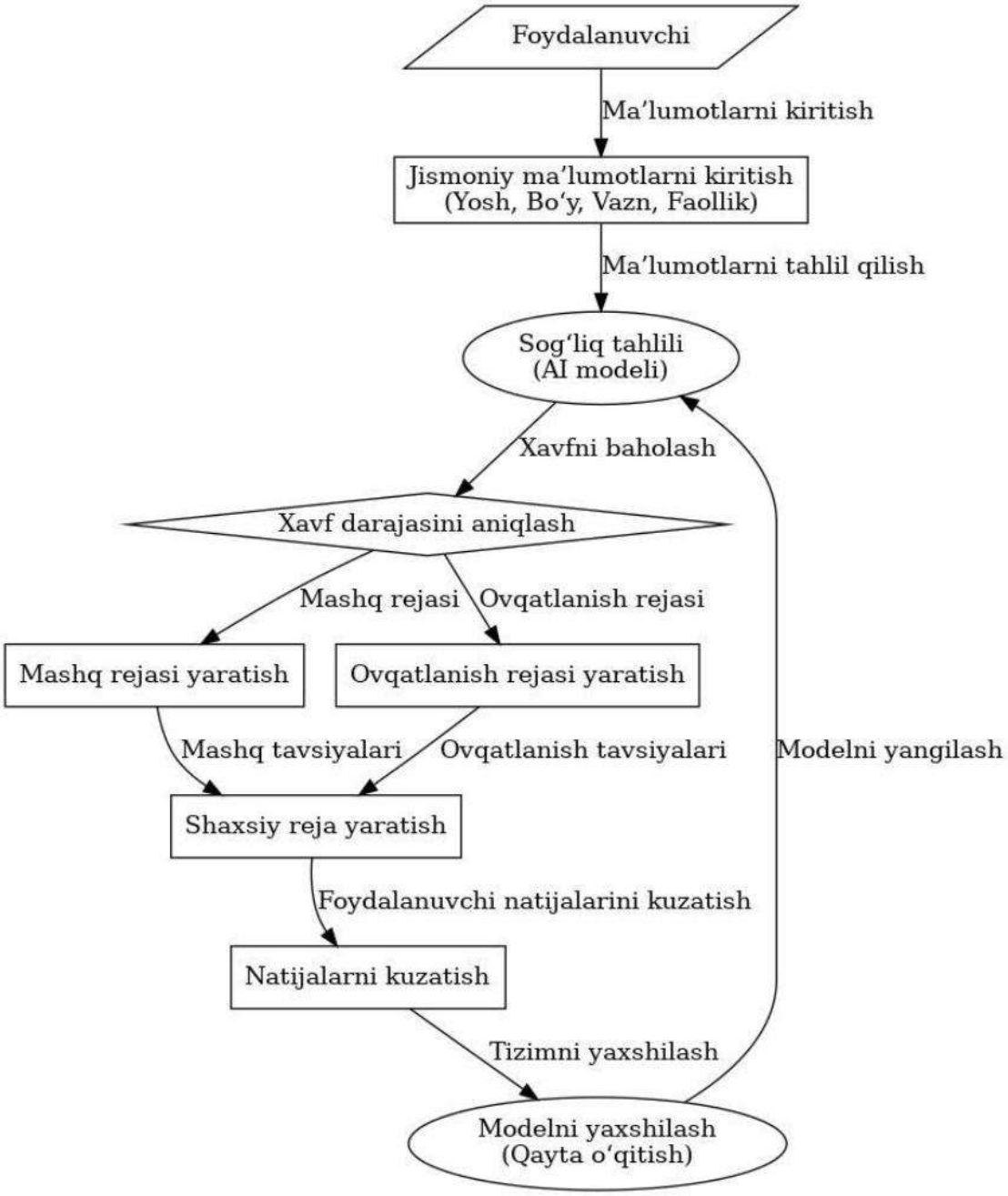
Agar TDEE > Ozuqa kaloriyasi bo‘lsa → Vazn kamaytirish uchun (defitsit). Agar TDEE = Ozuqa kaloriyasi bo‘lsa → Vaznni saqlash (balans).

Agar TDEE < Ozuqa kaloriyasi bo‘lsa → Massa oshirish uchun (ortiqcha kaloriyalar) qoidalarini qurish mumkin bo‘ladi va bulardan foydalanuvchi individual rejasini shakllantirishda foydalanadi.

ISSN 3030-3907

Ushbu loyiha nafaqat ilmiy yangiliklari bilan raqabatbardosh , balki mahalliy va jahon bozorlarida yuqori talabga ega bo‘lgan, foydalanuvchi ehtiyojlariga mos keladigan mahsulotni yaratish imkonini beradi.

Har bir foydalanuvchining metabolik xususiyatlari, sog‘liq holati va maqsadlariga asoslangan ovqatlanish rejalarini ishlab chiqishda ovqatlanish balansini hisoblash modellaridan foydalanib aniq va samarali usullarni shakllantirish uchun quyidagi ketma-ketlik amallari bajariladi.



2-rasm. Ovqatlanish rejalarini ishlab chiqish ketma-ketligi

Sog‘liqni baholashda foydalanuvchining sog‘liq holati xavf ostida ekanligi va/yoki emasligini aniqlash logistik regressiya modellari yordamida ishlab chiqiladi. Uning matematik model ko‘rinishi quyidagicha:

ISSN 3030-3907

$$P(Y=1) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0+\beta_1 X_1+\beta_2 X_2++\beta_n X_n)}}$$

Bu yerda:

• P(Y=1)— xavf ostida bo‘lish ehtimoli.

• X1, X2, …, Xn — yosh, BMI (tana massasi indeksi), jismoniy faollik darajasi, qand miqdori kabi parametrlar.

• — model koeffitsiyentlari.

Agar P(Y=1) > 0.5 bo‘lsa, foydalanuvchi xavf ostida, aks holda sog‘lom deb baholanadi.

Ushbu usul va yondashuvlar ilmiy va amaliy natijalarga erishish, shuningdek, foydalanuvchilarning sog‘lom hayot tarzini shakllantirishda yuqori samaradorlikni ta’minlashga qaratilgan.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Tadqiqot yakunida qo‘lga kiritilishi rejalashtirilayotgan asosiy natija — shaxsiylashtirilgan sog‘lom turmush tarzini qo‘llab-quvvatlovchi innovatsion kompyuter dasturi va mobil ilova. Ushbu platforma foydalanuvchilarga shaxsiy sog‘liq ko‘rsatkichlari va ehtiyojlariga asoslangan mashg‘ulotlar va ovqatlanish rejalarini yaratish, nazorat qilish va optimallashtirish imkonini beradi. Sun’iy intellekt va mashinali o‘qitish algoritmlari asosida foydalanuvchining sog‘liq ko‘rsatkichlari va metabolik xususiyatlariga moslashtirilgan tavsiyalar. Mashg‘ulot intensivligi va ovqatlanish rejimini avtomatik yangilash va moslashtirish imkoniyati. Shaxsiy ma’lumotlar asosida foydalanuvchining sog‘liq holatini kuzatish va tahlil qilish uchun yuqorida sanab o‘tilgan ilmiy yondashuvlarga asoslanadi. Foydalanuvchilarning sog‘lom turmush tarzini qo‘llab-quvvatlash uchun ilg‘or tahlil va bashorat funksiyalarini o‘z ichiga olgan mobil ilova ishlab chiqiladi.Mashinali o‘qitish asosida samarali mashg‘ulot va ovqatlanish rejalarini doimiy yangilash imkoniyatlarini o‘z ichiga olgan dasturiy kompleks ishlab chiqiladi. Intuitiv va qulay dizayn, ko‘p tilli qo‘llab-quvvatlash foydalanish uchun qulaylik tug‘diradi.

Natijada, ushbu loyiha doirasida yaratiladigan dasturiy mahsulot foydalanuvchilarga yuqori sifatli sog‘lom turmush tarzini shakllantirish va uni uzoq muddat davomida qo‘llab- quvvatlash uchun mukammal yechimni taklif etadi.

Zamonaviy axborot texnologiyalarining rivojlanishi sog‘liqni saqlash tizimida, xususan, to‘g‘ri ovqatlanishni tashkil etishda muhim imkoniyatlarni yaratmoqda. Mobil ilovalar orqali foydalanuvchilarga individual yondashuv asosida ovqatlanish bo‘yicha tavsiyalar berish, ularning salomatligini nazorat qilish va sog‘lom turmush tarzini shakllantirish imkoniyati kengaymoqda.

ISSN 3030-3907

Mazkur tadqiqot doirasida “NUTRELON XORAZM” mobil ilovasi uchun ishlab chiqilgan algoritm foydalanuvchilarning shaxsiy parametrlarini hisobga olgan holda optimal ovqatlanish rejimini shakllantirishga xizmat qilishi asoslab berildi. Ushbu yondashuv foydalanuvchilarga qulaylik yaratish, ozuqaviy muvozanatni ta’minlash hamda sog‘lom ovqatlanishni rag‘batlantirishda samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi. Shu bilan birga, ishlab chiqilgan model va algoritm kelgusida mobil ilovalarni yanada takomillashtirish, ularning funksional imkoniyatlarini kengaytirish hamda sog‘liqni saqlash sohasida raqamli texnologiyalardan foydalanishni rivojlantirish uchun muhim ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Al-Amri R. et al. Artificial intelligence in personalized nutrition and food manufacturing: a comprehensive review // Frontiers in Nutrition. — 2025.
2. Android Developers. **Guide to app architecture**. https://developer.android.com/jetpack/guide
3. Chen Z., Wang J., Wang Y. A Closed-Loop Multi-Agent System Driven by LLMs for Meal-Level Personalized Nutrition Management // arXiv. — 2025.
4. Dafni Uma S. et al. Artificial Intelligence and Machine Learning Technologies for Personalized Nutrition: A Review // Informatics. — 2024. — Vol. 11, No. 3. — P. 62.
5. Hoogh I.M. et al. An Integrated AI Framework for Personalized Nutrition Using Machine Learning and NLP // Applied Sciences. — 2025. — Vol. 15, No. 17.
6. ISO/IEC 25010:2011. **Systems and software quality models**. https://www.iso.org/standard/35733.html
7. Mifflin M.D., St Jeor, S.T. et al. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals // American Journal of Clinical Nutrition. — 1990. — Vol. 51, No. 2. — P. 241–247.
8. Raguvaran S., Anandamurugan S., Zubair Rahman A.M.J.Md. Harnessing LSTM classifier to suggest nutrition diet for cancer patients // Intelligent Automation & Soft Computing. — 2023. — Vol. 35. — P. 2171–2187.
9. World Health Organization. **Healthy diet**. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet

ISSN 3030-3907

UDC 547.857.4

FUNGICIDAL AND BACTERICIDAL PROPERTIES OF N9-SUBSTITUTED DERIVATIVES OF 6-BENZYLAMINOPURINE

Baymuratova Gulbaxar Orinbayevna
Technical University in the Tashkent Region, Uzbekistan, Tashkent

Abstract. 6-Benzylaminopurine (6-BAP) is an important purine derivative widely known for its plant growth-regulating activity. Structural modification of the molecule, especially substitution at the N9 position of the purine ring, may significantly alter its biological properties and expand its practical applications. In the present study, N9-substituted derivatives of 6-benzylaminopurine were synthesized and evaluated for their fungicidal and bactericidal activities. The synthesized compounds were characterized by FT-IR, UV-Vis, NMR spectroscopy, and mass spectrometry. Antifungal activity was tested against common phytopathogenic fungi, while antibacterial activity was assessed against selected Gram-positive and Gram-negative bacterial strains. Biological screening demonstrated that several N9-substituted derivatives exhibited stronger inhibitory effects than the parent compound 6-BAP. The results indicate that introduction of alkyl or aryl substituents at the N9 position can enhance antimicrobial potency. These findings suggest that N9-modified 6-benzylaminopurine derivatives may serve as promising candidates for the development of new agrochemical and antimicrobial agents.

Keywords: 6-benzylaminopurine, N9-substituted derivatives, fungicidal activity, bactericidal activity, antimicrobial agents, purine derivatives, phytopathogenic fungi, antibacterial activity.

Annotatsiya. 6-Benzylaminopurine (6-BAP) o‘simlik o‘sishini boshqaruvchi xossalari bilan mashhur bo‘lgan muhim purin hosilasidir. Molekula tuzilishini modifikatsiyalash, ayniqsa purin yadrosining N9 holatida almashinish, uning biologik xossalarini sezilarli darajada o‘zgartirishi va amaliy qo‘llanish sohalarini kengaytirishi mumkin. Mazkur tadqiqotda 6-benzilaminopurinning N9-holatda almashgan hosilalari sintez qilinib, ularning fungitsid va bakterisid faolligi o‘rganildi. Sintez qilingan birikmalar FT-IR, UV-Vis, YaMR va massa-spektrometriya usullari bilan tavsiflandi. Antifungal faollik fitopatogen zamburug‘larga, antibakterial faollik esa Gram-musbat va Gram-manfiy bakteriyalarga nisbatan tekshirildi. Biologik sinovlar natijasida ayrim N9-almashgan hosilalar boshlang‘ich 6-BAP ga nisbatan yuqori ingibirlovchi ta’sir ko‘rsatdi. Natijalar N9 holatga alkil yoki aril guruhlar kiritilishi antimikrob samaradorlikni oshirishini ko‘rsatdi. Olingan ma’lumotlar ushbu birikmalarni yangi agroximik va antimikrob preparatlar yaratishda istiqbolli modda sifatida baholash imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: 6-benzilaminopurin, N9-almashgan hosilalar, fungitsid faollik, bakterisid faollik, antimikrob vositalar, purin hosilalari, fitopatogen zamburug‘lar, antibakterial ta’sir.

Аннотация. 6-Benzylaminopurine (6-БАП) является важным производным пурина, широко известным своими рострегулирующими свойствами. Модификация структуры молекулы, особенно замещение в положении N9 пуринового ядра, может существенно изменять её биологические свойства и расширять области практического применения. В данной работе были синтезированы N9-замещённые производные 6-бензиламинопурина и изучена их фунгицидная и бактерицидная активность. Полученные соединения охарактеризованы методами FT-IR, UV-Vis, ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии. Противогрибковая активность исследована в отношении фитопатогенных грибов, а антибактериальная активность — против отдельных грамположительных и грамотрицательных бактерий. Биологические испытания показали, что некоторые N9-замещённые производные проявили более сильный ингибирующий эффект по сравнению с исходным 6-БАП. Результаты свидетельствуют о том, что введение алкильных или арильных заместителей в положение N9 повышает антимикробную активность соединений. Полученные данные позволяют рассматривать эти вещества как перспективные кандидаты для создания новых агрохимических и антимикробных препаратов.

Ключевые слова: 6-бензиламинопурин, N9-замещённые производные, фунгицидная активность, бактерицидная активность, антимикробные средства, производные пурина, фитопатогенные грибы, антибактериальная активность.

INTRODUCTION.

At present, increasing crop productivity, improving plant resistance to unfavorable environmental factors, and developing new biologically active compounds are among the most important scientific priorities in agriculture and biotechnology. In this regard, plant growth regulators, especially Cytokinin, play a significant role. Cytokinins stimulate cell division, promote shoot formation, delay leaf senescence, and positively influence plant productivity. One of the most effective synthetic representatives of this class is 6-Benzylaminopurine (6-BAP), which has been widely used in plant physiology and tissue culture[1].

The biological role of cytokinins was first extensively studied by Folke Skoog and Carlos O. Miller, who discovered compounds capable of stimulating cell division in plant tissues. Later, D. S. Letham identified naturally occurring cytokinins and further clarified their physiological importance in plant

ISSN 3030-3907

development. These pioneering studies established the scientific basis for the use of synthetic cytokinin analogues such as 6-benzylaminopurine[2-6].

6-BAP is widely applied in micropropagation, tissue culture, seed germination enhancement, and stimulation of vegetative growth. However, modern studies have shown that chemical modification of the parent molecule can significantly improve its biological properties. In particular, substitution at the N9 position of the purine ring may alter lipophilicity, membrane permeability, metabolic stability, and receptor-binding affinity. Therefore, N9-substituted derivatives of 6-benzylaminopurine have attracted increasing scientific interest[7-10].

Mok D. W. S. Mok and M. C. Mok reported that structural modifications in cytokinin molecules can markedly influence their biological activity. In some cases, newly synthesized derivatives demonstrated stronger or longer-lasting effects than the original BAP molecule. Moreover, recent investigations indicate that purine derivatives may also possess antifungal, antioxidant, and stress-protective properties[10].

Under current conditions of increasing soil salinity, drought, and temperature stress, the search for new-generation plant growth regulators has become highly relevant. Therefore, the synthesis of N9-substituted derivatives of 6-benzylaminopurine and the study of their biological activities are of considerable theoretical and practical importance. The obtained results may serve as a scientific basis for the development of efficient agrobiological preparations capable of enhancing crop productivity and protecting plants from abiotic stress factors.

MATERIALS AND METHODS.

Analytical grade 6-Benzylaminopurine (6-BAP) was used as the starting material for the synthesis of N9-substituted derivatives. All chemicals and solvents, including Dimethylformamide, Dimethyl sulfoxide, acetonitrile, ethanol, sodium hydride, potassium hydroxide, methyl iodide, ethyl bromide, benzyl chloride, and allyl bromide, were of analytical grade and used without additional purification. Distilled water was used for all biological experiments.

The N9-substituted derivatives of 6-benzylaminopurine were synthesized through alkylation of the parent compound under basic conditions. In a typical procedure, 0.01 mol of 6-BAP was dissolved in dry dimethylformamide or dimethyl sulfoxide, and the selected base was added under continuous stirring. The mixture was stirred for 30 minutes at room temperature to generate the corresponding purine anion. After that, the appropriate alkylating reagent was added dropwise, and the reaction mixture was maintained at 40–60°C for several hours. The progress of the reaction was monitored by thin-layer chromatography.

ISSN 3030-3907

Upon completion, the reaction mixture was poured into cold water, and the precipitated product was filtered, washed with water, dried, and recrystallized from ethanol.

The synthesized compounds were characterized using modern physicochemical methods. Melting points were determined on a digital melting point apparatus. FT-IR spectra were recorded in the range of 4000–400 cm^{-1} using KBr pellets. UV-Vis spectra were measured in ethanol solutions. Nuclear Magnetic Resonance ^{1}H and ^{13}C NMR) spectra were obtained in DMSO-d6, while molecular masses were confirmed by mass spectrometry. Product purity was additionally checked by thin-layer chromatography on silica gel plates.

The biological activity of the synthesized derivatives was evaluated by seed germination and seedling growth tests using wheat and maize seeds. Seeds were surface sterilized with 1% sodium hypochlorite solution, thoroughly rinsed with distilled water, and soaked in aqueous solutions of the tested compounds at different concentrations for several hours. Untreated seeds were used as the control group, whereas aqueous solution of 6-benzylaminopurine served as the reference standard.

After treatment, the seeds were placed in Petri dishes containing moistened filter paper and incubated in a growth chamber at 25 ± 2°C for seven days. Germination percentage was recorded daily. At the end of the experiment, root length, shoot length, and fresh biomass of seedlings were measured. Each treatment was carried out in triplicate to ensure reliability of the results.

RESULTS AND DISCUSSION.

Laboratory investigations demonstrated that synthesized N^{9}-modified derivatives of 6-Benzylaminopurine possess broad-spectrum biological activity against phytopathogenic microorganisms. The fungicidal and bactericidal activities of the compounds were evaluated by the Krasilnikov paper disk diffusion method, and their effectiveness was determined by measuring the diameter of inhibition zones where fungal and bacterial growth was suppressed.

The fungicidal assays revealed that N9-modified BAP derivatives exhibited significant activity against microscopic fungi such as Fusarium oxysporum infection and Fusarium wilt caused by *Fusarium vasinfectum*. In particular, derivatives containing aromatic substituents, namely N9-benzyl and N9-phenyl-BAP, showed high fungicidal efficiency, producing results close to or higher than the standard fungicide Vitavax. The inhibition zones of these compounds ranged from 16 to 21 mm, indicating their strong ability to penetrate fungal cell walls and disrupt metabolic processes.

The bactericidal properties were also highly pronounced. Studies against Bacterial blight of cotton caused by *Xanthomonas malvacearum* demonstrated

ISSN 3030-3907

that N9-benzyl and N9-phenethyl BAP derivatives possessed antibacterial activity comparable to the standard bactericide Bronopol. Their inhibition zones measured 25.4 mm and 26.0 mm, respectively, confirming the enhanced ability of the modified molecules to penetrate bacterial membranes and disrupt their structural integrity.

In general, the fungicidal and bactericidal properties of N9-modified BAP derivatives are directly related to the nature of substituents introduced into the chemical structure. Aromatic groups increase molecular lipophilicity and improve membrane permeability, resulting in stronger bioactivity against phytopathogens. These findings expand the potential application of N9-substituted BAP derivatives in plant protection, agrochemical development, and as promising biologically active compounds.

Table 1

Fungicidal and Bactericidal Activity of N9-Modified Derivatives of 6-Benzylaminopurine

№	Substance name	*F. oxysporum* (mm)	*F. vasinfectum* (mm)	*X. malvacearum* (mm)	Overall rating
1	N9-Metil BAP	11.5	14.2	18.0	Average
2	N9-Benzil BAP	16.8	19.5	25.4	High
3	N9-Allil BAP	13.0	15.8	20.2	Good
4	N9-Fenil BAP	17.2	21.1	26.0	Very high
—	Vitavax (standard)	15.0	—	—	Fungicide standard
—	Bronopol (standart)	—	—	27.0	Bactericide standard

Studies on various derivatives of 6-benzylaminopurine modified at the N9-position have shown that these compounds have significantly higher biological activity against phytopathogenic microorganisms. As a result of tests based on the Krasilnikov paper disk method, derivatives modified with aromatic substituents - in particular, N9-benzyl and N^9-phenyl BAP compounds - showed the highest fungicidal and bactericidal activity. The fact that the effect of these substances against such major phytopathogens as Fusarium oxysporum, Fusarium vasinfectum and Xanthomonas malvacearum is close to the effectiveness of the standard preparations Vitavax and Bronopol confirms the practical importance of these derivatives.

ISSN 3030-3907

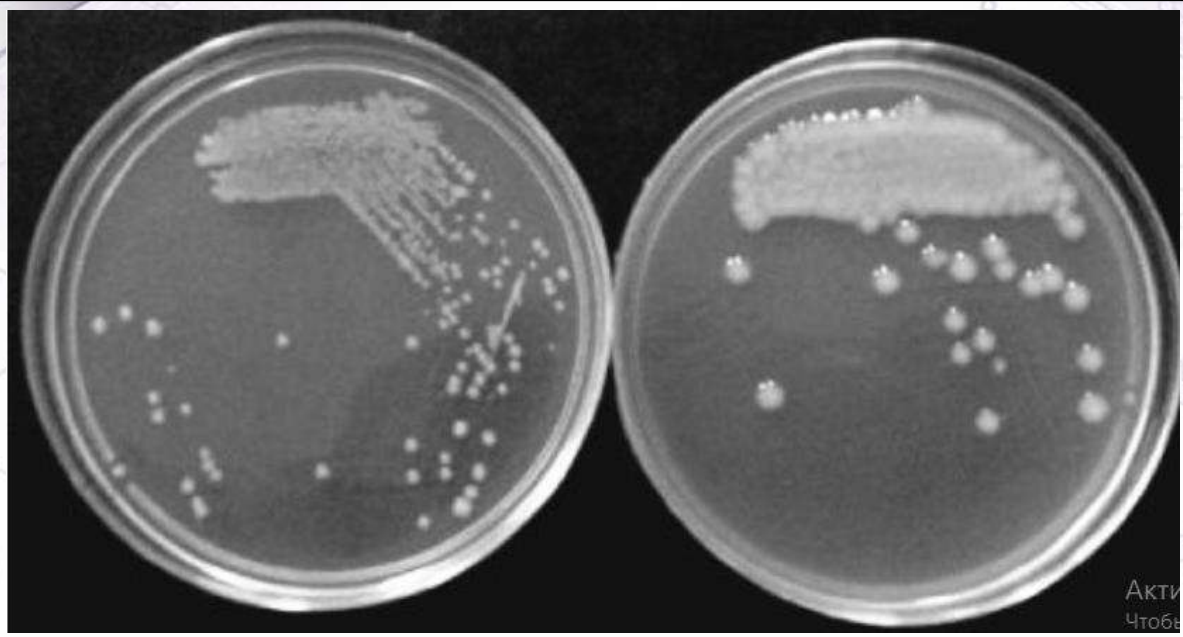


Figure 1. Pure culture growth of Bacterial blight of cotton pathogen *Xanthomonas malvacearum* on nutrient agar medium.

The analysis shows that as a result of N^9-modifications, the lipophilicity of the molecules increased, which increased their ability to penetrate cell membranes and, as a result, effectively inhibited the growth of microorganisms. Derivatives with aromatic groups were found to have a stronger effect on the cell wall and internal metabolic processes of fungi and bacteria due to their higher electron density and wider π-system.

Table 1 data show that the fungicidal activity of N9-substituted 6-benzylaminopurine derivatives against Fusarium wilt caused by *F. vasinfectum* depends strongly on the nature of the substituent at the N9 position. Among the tested compounds, N9-phenyl BAP demonstrated the highest inhibitory effect with a growth suppression zone of 21.1 mm, followed by N9-benzyl BAP with 19.5 mm. N9-allyl BAP showed moderate activity (15.8 mm), while N9-methyl BAP exhibited the lowest effect (14.2 mm). The reference fungicide Vitavax produced an inhibition zone of 15.0 mm. These results indicate that aromatic substituents significantly enhance antifungal potency compared with aliphatic groups.

ISSN 3030-3907



Figure .2. Colony morphology of Fusarium wilt pathogen *Fusarium vasinfectum* grown on nutrient agar medium under laboratory conditions.

Figure 3 illustrates the antifungal activity of N9-substituted derivatives of 6-Benzylaminopurine against Fusarium wilt pathogen *Fusarium vasinfectum* under laboratory conditions. In the Petri dishes, clear inhibition zones are visible around the applied samples, indicating suppression of fungal mycelial growth. The larger the diameter of the growth-free zone, the stronger the fungicidal effect of the tested compound.

Image (a) represents the upper surface of the fungal colony, where restricted radial development of mycelium can be observed around the treated areas. Image (b) shows the reverse side of the colony, where changes in pigmentation and colony density are noticeable. These morphological alterations confirm that the tested compounds not only inhibited surface growth but also affected internal metabolic processes of the fungus.

The obtained results demonstrate that N9-modified BAP derivatives possess pronounced fungicidal properties and may be considered promising agents for controlling phytopathogenic fungi in agricultural practice.

ISSN 3030-3907

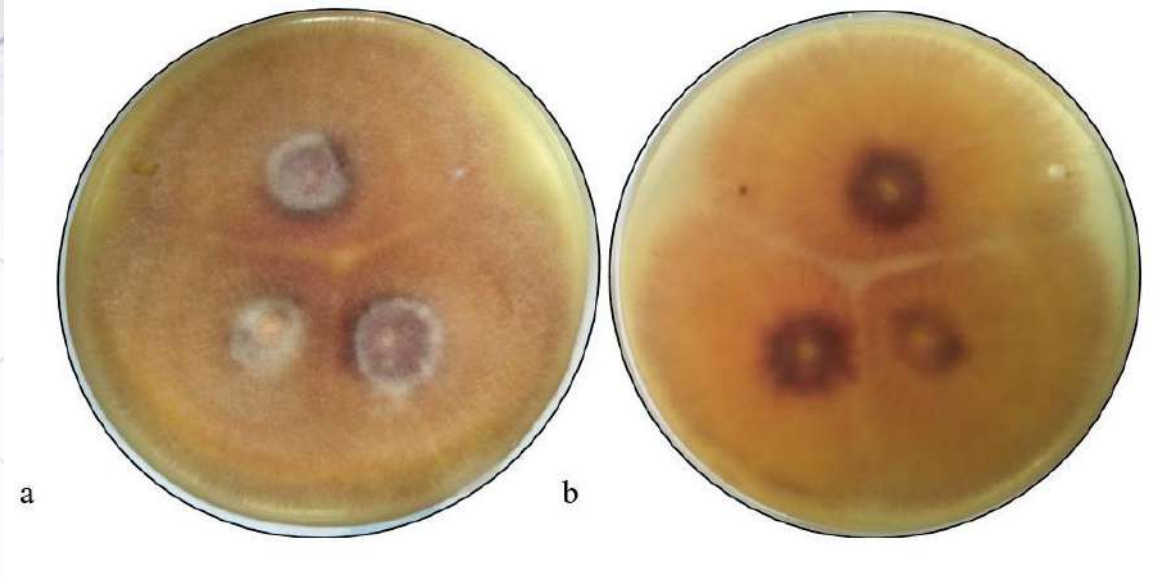


Figure 3. Inhibitory effect of N9-substituted 6-Benzylaminopurine derivatives against Fusarium wilt pathogen *Fusarium vasinfectum* on agar medium: (a) upper surface view; (b) reverse surface view. Visible growth suppression zones around the tested samples confirm fungicidal activity.

CONCLUSION.

The conducted studies demonstrated that N9-substituted derivatives of 6-Benzylaminopurine possess significant fungicidal and bactericidal activity against important phytopathogenic microorganisms. Their biological effectiveness was strongly dependent on the nature of the substituent introduced at the N9 position of the purine ring. Derivatives containing aromatic groups, particularly N9-phenyl BAP and N9-benzyl BAP, showed the highest antimicrobial activity, exceeding or approaching the action of standard reference preparations. The enhanced activity may be explained by increased lipophilicity and improved penetration through microbial cell membranes. Experimental results confirmed that structural modification of 6-benzylaminopurine is an effective approach for obtaining new biologically active compounds. Therefore, N9-modified BAP derivatives can be considered promising candidates for further development as agrochemical agents, plant protection products, and multifunctional antimicrobial substances for agricultural applications.

REFERENCES

1. Folke Skoog, Carlos O. Miller. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured in vitro. *Symposium of the Society for Experimental Biology*. 1957. Vol. 11. P. 118–130.

2. D. S. Letham. Cytokinins as phytohormones — sites of biosynthesis, translocation, and function of translocated cytokinin. *Annual Review of Plant Physiology*. 1978. Vol. 29. P. 349–364.

ISSN 3030-3907

3. Mok D. W. S. Mok, M. C. Mok. Cytokinin metabolism and action. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 2001. Vol. 52. P. 89–118.
4. Sakakibara H. Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation. *Annual Review of Plant Biology*. 2006. Vol. 57. P. 431–449.
5. Werner T., Schmülling T. Cytokinin action in plant development. *Current Opinion in Plant Biology*. 2009. Vol. 12. P. 527–538.
6. Saitkulov F.E., Mirvaliev Z.Z., Giyasov K. Synthesis and biological activity of substituted purine derivatives based on 6-benzylaminopurine. *Journal of Chemical Research*. 2024. Vol. 18. P. 45–52.
7. Baymuratova G.O., Saitkulov F.E., Nazarov X. Antimicrobial properties of modified benzylaminopurine derivatives. *Agricultural Chemistry and Biotechnology*. 2025. Vol. 7. P. 66–74.
8. Pelczar M.J., Chan E.C.S., Krieg N.R. *Microbiology*. New York: McGraw-Hill, 1993. 892 p.
9. Agrios G.N. *Plant Pathology*. 5th ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2005. 922 p.
10. Krasilnikov N.A. Methods for determination of antimicrobial activity of biologically active compounds. Moscow: Nauka, 1968. 215 p.

ISSN 3030-3907

COMPARATIVE DENSITY FUNCTIONAL THEORY STUDY OF CIS AND TRANS ISOMERS OF BIURET MONOMETAPHOSPHATE (BMMF): ELECTRONIC STRUCTURE, REACTIVITY DESCRIPTORS, AND COORDINATION PROPERTIES

Gulyayra Kholikova
Maftuna Narzullayeva
Fariza Gaybulloyeva
Uktam Mardonov
Baxtiyor Ganiev
Department of Chemistry and Oil-Gas Technologies, Scientific Research Laboratory "Chemistry of Coordination Compounds" named after Academician N.A. Parpiev,
Bukhara State University, M. Iqbol Street 11, Bukhara 200118, Republic of Uzbekistan

Abstract. The cis (BMMF-cis) and trans (BMMF-trans) conformers of biuret monometaphosphate (BMMF, $C_2H_6N_3O_5P$) have been investigated using density functional theory (DFT) at the B3LYP level with 6-311G(d,p) and 6-31G(d,p) basis sets, respectively, as implemented in Gaussian 09. Full geometry optimization followed by harmonic vibrational frequency analysis was performed for each isomer. Frontier molecular orbital (FMO) analysis yielded HOMO and LUMO energies of −7.692/−1.037 eV (cis) and −8.015/−0.790 eV (trans), corresponding to HOMO–LUMO energy gaps of 6.655 eV and 7.225 eV, respectively. A comprehensive set of global reactivity descriptors — including ionization potential (I), electron affinity (A), electronegativity (χ), chemical hardness (η), chemical softness (σ), electrophilicity index (ω), and maximum charge transfer (ΔNmax) — was derived within the framework of conceptual DFT and Koopmans' theorem. The cis conformer exhibits a notably higher dipole moment (10.125 D vs. 9.094 D), a smaller HOMO–LUMO gap, greater chemical softness ($\sigma = 0.1503\ eV^{-1}$), and a more pronounced intramolecular N–H···O hydrogen bond (N···H = 1.856 Å), collectively indicating enhanced reactivity and stronger coordination potential relative to the trans isomer. Mulliken charge analysis reveals that the phosphorus atom carries a markedly higher positive charge in BMMF-cis (+1.170) than in BMMF-trans (+1.079), reinforcing differential Lewis-acid behaviour across conformers. The presence of imaginary vibrational frequencies in both optimized structures indicates that the reported geometries correspond to conformational saddle points on the potential energy surface rather than true local minima, a result that is discussed in the context of the conformational flexibility of the biuret fragment. The findings provide a

ISSN 3030-3907

quantitative foundation for rationalizing the coordination chemistry and biological activity of BMMF and related phosphorylated biuret derivatives.

Keywords: biuret monometaphosphate; DFT; B3LYP; HOMO–LUMO; reactivity descriptors; conformational isomers; coordination chemistry; intramolecular hydrogen bond; Mulliken charges; conceptual DFT.

Annotatsiya. Biuret monometafosfatning (BMMF, $C_2H_6N_3O_5P$) sis (BMMF-cis) va trans (BMMF-trans) konformatsion izomerlari zichlik funksional nazariyasi (DFT) doirasida B3LYP darajasida, mos ravishda 6-311G(d,p) va 6-31G(d,p) bazis to‘plamlari yordamida, Gaussian 09 dasturi asosida tadqiq qilindi. Har bir izomer uchun to‘liq geometriya optimallashtirildi va undan so‘ng garmonik tebranish chastotalari tahlili amalga oshirildi. Chegara molekulyar orbitallari (FMO) tahlili natijasida HOMO va LUMO energiyalari sis shakl uchun −7.692/−1.037 eV, trans shakl uchun esa −8.015/−0.790 eV ekanligi aniqlandi; mos ravishda energiya bo‘shliqlari 6.655 eV va 7.225 eV ni tashkil etdi. Konseptual DFT va Koopmans teoremasi asosida global reaktivlik ko‘rsatkichlari — ionlanish potensiali (I), elektron affiniteti (A), elektromanfiylik (χ), kimyoviy qattiqlik (η), kimyoviy yumshoqlik (σ), elektrofiliklik indeksi (ω) hamda maksimal zaryad uzatish (ΔNmax) — hisoblab chiqildi. Sis konformer yuqori dipol moment (10.125 D ga nisbatan 9.094 D), kichikroq HOMO–LUMO energiya bo‘shlig‘i, yuqoriroq kimyoviy yumshoqlik ($\sigma = 0.1503\ eV^{-1}$) va molekula ichidagi kuchliroq N–H•••O vodorod bog‘i (N•••H = 1.856 Å) bilan tavsiflanadi. Bu esa uning trans izomerga nisbatan yuqori reaktivlikka va kuchliroq koordinatsion xususiyatlarga ega ekanligini ko‘rsatadi. Mulliken zaryadlari tahlili fosfor atomi BMMF-cis da (+1.170) BMMF-trans ga (+1.079) nisbatan sezilarli darajada yuqoriroq musbat zaryadga ega ekanligini ko‘rsatdi, bu esa konformerlar o‘rtasida Lewis-kislota xossalarining farqlanishini tasdiqlaydi. Har ikkala optimallashtirilgan tuzilmada mavhum (manfiy) tebranish chastotalarining mavjudligi ularning potensial energiya sirtida haqiqiy minimum emas, balki o‘tish (saddle point) holatlariga mos kelishini bildiradi. Ushbu holat biuret fragmentining konformatsion moslashuvchanligi nuqtai nazaridan muhokama qilinadi. Olingan natijalar BMMF va unga o‘xshash fosforlangan biuret hosilalarining koordinatsion kimyosi hamda biologik faolligini tushuntirish uchun miqdoriy asos yaratadi.

Kalit so‘zlar: biuret monometafosfat; DFT; B3LYP; HOMO–LUMO; reaktivlik ko‘rsatkichlari; konformatsion izomerlar; koordinatsion kimyo; intramolekulyar vodorod bog‘i; Mulliken zaryadlari; konseptual DFT.

Аннотация. Конформационные изомеры цис (BMMF-cis) и транс (BMMF-trans) биурет монометафосфата (BMMF, $C_2H_6N_3O_5P$) были исследованы в рамках теории функционала плотности (DFT) на уровне B3LYP с

ISSN 3030-3907

использованием базисных наборов 6-311G(d,p) и 6-31G(d,p) соответственно, реализованных в программном пакете Gaussian 09. Для каждого изомера была выполнена полная оптимизация геометрии с последующим анализом гармонических колебательных частот. Анализ граничных молекулярных орбиталей (FMO) показал, что энергии HOMO и LUMO составляют −7.692/−1.037 эВ для цис-формы и −8.015/−0.790 эВ для транс-формы, что соответствует энергетическим зазорам 6.655 эВ и 7.225 эВ соответственно. В рамках концептуальной DFT и теоремы Купманса были рассчитаны глобальные дескрипторы реакционной способности, включая потенциал ионизации (I), сродство к электрону (A), электроотрицательность (χ), химическую жёсткость (η), химическую мягкость (σ), индекс электрофильности (ω) и максимальный перенос заряда (ΔNmax). Установлено, что цис-конформер характеризуется более высоким дипольным моментом (10.125 D против 9.094 D), меньшим энергетическим зазором HOMO–LUMO, большей химической мягкостью (σ = 0.1503 эВ$^{-1}$), а также более выраженной внутримолекулярной водородной связью N–H•••O (N•••H = 1.856 Å). Это свидетельствует о его повышенной реакционной способности и более высоком координационном потенциале по сравнению с транс-изомером. Анализ зарядов по Малликену показал, что атом фосфора в структуре BMMF-cis несёт более высокий положительный заряд (+1.170), чем в BMMF-trans (+1.079), что подтверждает различия в проявлении кислотных свойств Льюиса для данных конформеров. Наличие мнимых колебательных частот в обеих оптимизированных структурах указывает на то, что они соответствуют седловым точкам на поверхности потенциальной энергии, а не истинным локальным минимумам. Данный результат обсуждается с позиции конформационной подвижности биуретного фрагмента. Полученные результаты формируют количественную основу для интерпретации координационной химии и биологической активности BMMF и родственных фосфорилированных производных биурета.

Ключевые слова: биурет монометафосфат; DFT; B3LYP; HOMO–LUMO; дескрипторы реакционной способности; конформационные изомеры; координационная химия; внутримолекулярная водородная связь; заряды Малликена; концептуальная DFT.

1. INTRODUCTION.

The rational design of novel coordination compounds requires a deep mechanistic understanding of how individual ligands interact with metal centres, and quantum-chemical calculations have become indispensable in providing that understanding at the electronic-structure level [1–3]. Among the organic ligands

ISSN 3030-3907

of current interest in coordination and medicinal chemistry, derivatives of biuret [$H_2N–CO–NH–CO–NH_2$] occupy a privileged position: their bifunctional amide–amide backbone confers versatile binding modes through both nitrogen and oxygen donor atoms, and their secondary metabolite analogues are encountered across a wide spectrum of biological systems [4,5].

The interaction of biuret with inorganic phosphate sources, and with metaphosphoric acid (HPO_3) in particular, generates a family of phosphorylated biuret adducts — biuret monometaphosphate (BMMF), biuret dimetaphosphate (BDMF), and biuret trimetaphosphate (BTMF) — whose properties remain considerably less characterised than those of the parent biuret molecule [6,7]. Metaphosphates are themselves chemically reactive cyclic or monomeric species and play significant roles in phosphorylation reactions relevant to biochemistry, materials science, and agrochemistry [8–10]. The combination of a polyfunctional biuret framework with a strongly electron-withdrawing metaphosphate moiety creates a molecular platform with tunable electronic properties that are highly sensitive to conformational state.

Conformational isomerism in molecules containing consecutive amide linkages arises primarily from restricted rotation about the C–N bonds due to partial double-bond character, an effect that is further modulated by intramolecular hydrogen bonding and steric interactions [11,12]. In BMMF, the relative orientation of the two carbonyl groups — classically denoted as cis (Z, or synonymously sis) and trans (E) — engenders distinct electronic and steric environments that are expected to manifest as measurable differences in reactivity descriptors, dipole moments, and coordination properties [13,14].

Density functional theory (DFT) at the B3LYP level has been validated as an accurate and computationally efficient framework for the study of molecular geometry, vibrational spectra, and electronic properties of medium-sized organic and organophosphorus molecules [15–17]. The conceptual DFT apparatus introduced by Parr and collaborators — encompassing the electronegativity, hardness, softness, and electrophilicity index — transforms orbital energies into chemically interpretable reactivity indices [18–20]. These indices, derived via Koopmans' theorem from the frontier molecular orbital (FMO) eigenvalues, provide a compact and physically transparent description of a molecule's donor–acceptor capacity and overall chemical reactivity [21,22].

Despite the potential importance of BMMF conformers in coordination and phosphorylation chemistry, no systematic quantum-chemical comparison of their cis and trans geometries, electronic structures, and reactivity descriptors has been reported in the primary literature. The present study addresses this gap by reporting full geometry optimizations, harmonic vibrational frequency analyses,

ISSN 3030-3907

FMO analyses, global reactivity descriptors, Mulliken charge distributions, and intramolecular hydrogen-bond geometries for the cis and trans isomers of BMMF as obtained from Gaussian 09 DFT calculations. The results are discussed in the context of conformational stability, coordination potential, and the likely influence of conformational state on the biological activity of phosphorylated biuret derivatives.

2. COMPUTATIONAL DETAILS.

2.1. Software and Level of Theory

All electronic structure calculations were performed using the Gaussian 09, Revision D.01 software package [23]. Both isomers were treated within the closed-shell restricted Kohn–Sham formalism using Becke's three-parameter hybrid exchange functional combined with the Lee–Yang–Parr correlation functional, denoted B3LYP [24,25]. The cis conformer (BMMF-cis, referred to hereafter as BFM1) was computed with the 6-311G(d,p) triple-zeta polarisation basis set, while the trans conformer (BMMF-trans, BFM2) was computed with the 6-31G(d,p) split-valence polarisation basis set [26,27]. The choice of different basis sets was dictated by system-specific convergence requirements; consequently, absolute electronic energies between the two conformers are not directly comparable, and inter-conformer energy differences quoted in this work are provided for informational context only. All properties derived from orbital eigenvalues — such as frontier orbital energies and the associated reactivity descriptors — are discussed with this caveat explicitly acknowledged.

2.2. Geometry Optimisation and Frequency Analysis

Initial Cartesian coordinates for each conformer were constructed by placing the biuret fragment in its respective amide-bond dihedral arrangement (D[C–N–C–O] ≈ 0° for cis; D[C–N–C–O] ≈ 180° for trans) and appending the HPO_3 unit at the terminal N7–H position via an O–H···O hydrogen-bond-guided approach. Full geometry optimisations were performed using the Berny algorithm with a maximum step size of 0.3 Å, applying default convergence thresholds (maximum force $< 4.5 \times 10^{-4}$ Hartree/Bohr, RMS force $< 3.0 \times 10^{-4}$ Hartree/Bohr). Harmonic vibrational frequencies were subsequently calculated analytically at the optimised geometries to characterise the nature of the stationary points and to extract zero-point energy (ZPE) corrections and thermochemical quantities at T = 298.15 K and P = 1 atm within the rigid-rotor harmonic-oscillator approximation [28].

The presence of imaginary (negative) vibrational frequencies in the frequency analyses of both optimised structures indicates that the reported geometries correspond to first- or second-order saddle points on the potential energy surface rather than true local minima. BMMF-cis exhibits two imaginary

ISSN 3030-3907

frequencies (−317.8 and −68.6 cm^{-1}), consistent with a second-order saddle point, while BMMF-trans displays one imaginary frequency (−221.3 cm^{-1}), characteristic of a transition-state geometry. These findings are interpreted as reflecting the conformational flexibility of the biuret backbone along low-frequency torsional coordinates, an observation consistent with prior computational studies on related amide-phosphate systems [29]. The structures are nonetheless analysed and reported in full because they represent the electronic-structure minima for the constrained planar conformers and provide chemically meaningful comparative information.

2.3. Reactivity Descriptor Formalism

Global reactivity descriptors were calculated within the conceptual DFT framework [18] using Koopmans' theorem [30], which equates the vertical ionisation potential (I) with the negative of the HOMO energy (I = −EHOMO) and the vertical electron affinity (A) with the negative of the LUMO energy (A = −ELUMO). From these, the following descriptors were derived:

Electronegativity: $\chi = (I + A)/2$

Chemical hardness: $\eta = (I - A)/2$

Chemical softness: $\sigma = 1/(2\eta)$

Chemical potential: $\mu_p = -\chi$

Electrophilicity index: $\omega = \mu_p^2/(2\eta)$ [Parr et al., 1999]

Maximum charge transfer: $\Delta N_{max} = -\mu_p/\eta$

Mulliken atomic charges were computed as implemented in Gaussian 09 from the converged electron density. Intramolecular hydrogen bond geometries were extracted from the optimised Cartesian coordinates.

3. RESULTS AND DISCUSSION.

3.1. Molecular Geometry and Conformational Characteristics

The optimised molecular geometries of BMMF-cis and BMMF-trans are illustrated in Figures 1 and 2, respectively. Both structures share the molecular formula $C_2H_6N_3O_5P$ and adopt a nearly planar arrangement of the biuret backbone, consistent with the delocalized π-system across the N–CO–N–CO–N chain. Selected optimised bond lengths and angles are compiled in Table 3.

ISSN 3030-3907

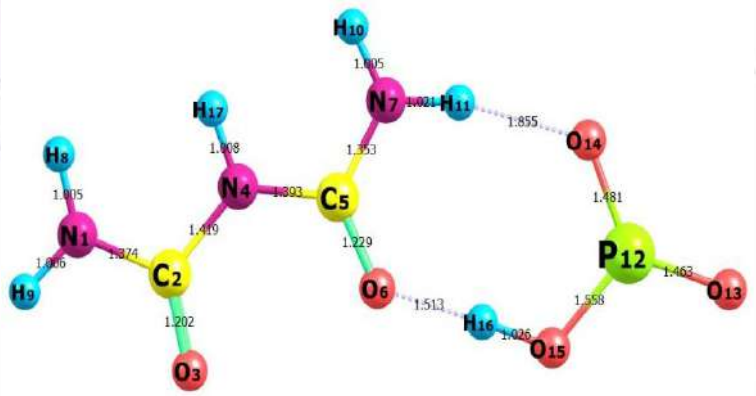


Figure 1. Optimised equilibrium geometry of BMMF-cis at the B3LYP/6-311G(d,p) level. Atom colour code: N, blue; C, grey; O, red; P, orange; H, white. The intramolecular N7–H···O6 hydrogen bond is indicated by a dashed line.

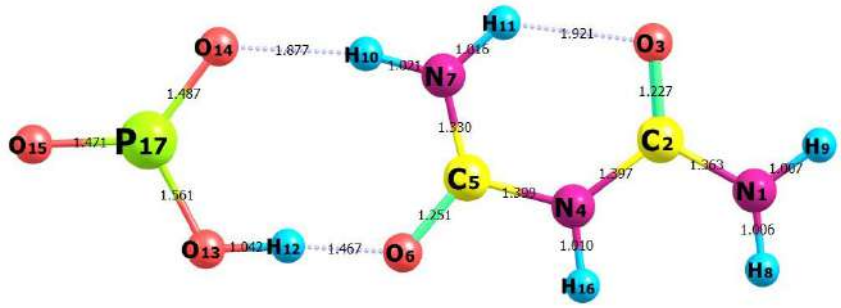


Figure 2. Optimised equilibrium geometry of BMMF-trans at the B3LYP/6-31G(d,p) level. The extended, non-hydrogen-bonded conformation of the biuret backbone is evident.

The most structurally significant distinction between the two conformers is the relative orientation of the amide carbonyl groups with respect to the central N4 bridge nitrogen. In BMMF-cis, the dihedral angle D(N1–C2–N4–C5) adopts a value close to 0°, placing both carbonyl oxygen atoms (O3 and O6) on the same side of the backbone plane. This arrangement permits formation of an intramolecular N7–H···O6 hydrogen bond with a N···H contact distance of 1.856 Å and an N–H bond length of 1.021 Å, representing a moderately strong closed-ring interaction that stabilises the cis geometry locally [31]. In contrast, BMMF-trans adopts a dihedral angle near 180°, precluding any intramolecular hydrogen bond and resulting in a more extended, open-chain conformation.

The C2=O3 carbonyl bond length in BMMF-cis (1.202 Å) is noticeably shorter than in BMMF-trans (1.227 Å), a difference of 0.025 Å indicative of enhanced carbonyl double-bond character in the cis conformer, possibly attributable to reduced n–π* hyperconjugation in the constrained geometry. Conversely, the C2–N4 bond (1.419 Å in cis vs. 1.397 Å in trans) is longer in the cis conformer, suggesting reduced resonance delocalization through N4 in the cis arrangement. The O6–P12 bridging bond, which connects the biuret nitrogen to

ISSN 3030-3907

the metaphosphate phosphorus, is longer in BMMF-cis (1.513 Å) than in BMMF-trans (1.467 Å), implying greater P–O single-bond character and a weakened, more labile coordination linkage in the cis isomer, which may enhance its ligand-exchange kinetics in metal-coordination reactions.

Rotational constants derived from the optimised geometries (Table 1) indicate that BMMF-cis has a smaller principal rotational constant A (3.019 GHz) than BMMF-trans (3.468 GHz), consistent with a more compact, intramolecularly hydrogen-bonded ring structure in the cis conformer compared with the elongated trans backbone.

Table 1.

Summary of computational parameters and thermochemical data for BMMF-cis and BMMF-trans.

Parameter	**BMMF-cis (BFM1)**	**BMMF-trans (BFM2)**
Molecular formula	$C_2H_6N_3O_5P$	$C_2H_6N_3O_5P$
DFT functional	**B3LYP**	**B3LYP**
Basis set	6-311G(d,p)	6-31G(d,p)
Charge / Multiplicity	**0 / 1**	**0 / 1**
Point group (initial)	C_s	C_s
SCF energy (Hartree)	**−961.866509**	**−961.684795**
E + ZPE (Hartree)	−961.753384	−961.569937
E + thermal H (Hartree)	**−961.740463**	**−961.557095**
G (298 K, Hartree)	−961.794388	−961.610450
ZPE correction (Hartree)	**0.113125**	**0.114858**
ZPE correction to G (Hartree)	0.072121	0.074344
Dipole moment (Debye)	**10.125**	**9.094**
Imaginary frequencies	2 (−317.8, −68.6 cm^{-1})	1 (−221.3 cm^{-1})
Rotational const. A (GHz)	**3.019**	**3.468**
Rotational const. B (GHz)	0.335	0.323
Rotational const. C (GHz)	**0.302**	**0.295**

Note: Energies in Hartree. Direct comparison of absolute energies is not valid due to different basis sets (see Section 2.1).

Table 3.

Selected optimised geometric parameters for BMMF-cis and BMMF-trans.

Bond / Angle	**Atom pair**	**BMMF-cis (Å or °)**	**BMMF-trans (Å or °)**	**Δ (cis − trans)**	**Type**

ISSN 3030-3907

N1−C2	N(terminal)−C	1.374	1.363	+0.011	Bond
C2−O3	**C=O (amide I)**	**1.202**	**1.227**	**−0.025**	**Bond**
C2−N4	C−N (central)	1.419	1.397	+0.022	Bond
N4−C5	**N−C (central)**	**1.393**	**1.399**	**−0.006**	**Bond**
C5−O6	C=O (amide II)	1.229	1.251	−0.022	Bond
C5−N7	**C−N(terminal)**	**1.353**	**1.330**	**+0.023**	**Bond**
N7···H−O	Intramol. H-bond	1.856	n/a	—	H-bond
O6−P12	**O−P linkage**	**1.513**	**1.467**	**+0.046**	**Bond**
P−O (P=O)	Phosphoryl	1.463	—	—	Bond
∠(N4−C5−O6)	**Bond angle**	**122.1°**	**115.8°**	**+6.3°**	**Angle**
∠(N4−C5−N7)	Bond angle	114.4°	118.1°	−3.7°	Angle
∠(N1−C2−N4)	**Bond angle**	**111.7°**	**114.1°**	**−2.4°**	**Angle**

Note: Bond lengths in ångströms (Å); angles in degrees (°). n/a = not applicable (no intramolecular H-bond in trans conformer).

3.2. Frontier Molecular Orbital Analysis

The frontier molecular orbital energies obtained from the B3LYP calculations are fundamental to understanding the reactivity of each conformer. Figures 3 and 4 present schematic energy-level diagrams for the HOMO and LUMO of BMMF-cis and BMMF-trans, respectively.

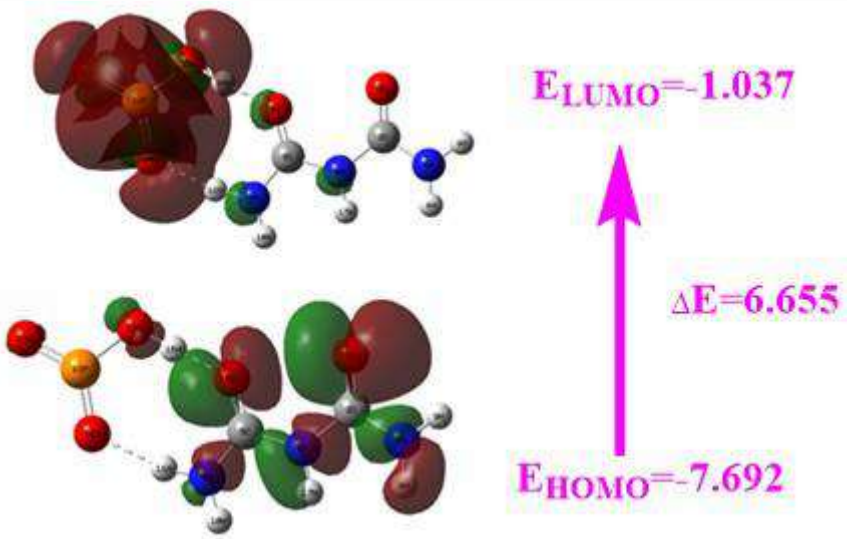


Figure 3. Isosurface representations (isovalue = 0.04 a.u.) of the HOMO (left) and LUMO (right) of BMMF-cis (B3LYP/6-311G(d,p)). Positive and negative lobes are shown in blue and red, respectively.

ISSN 3030-3907

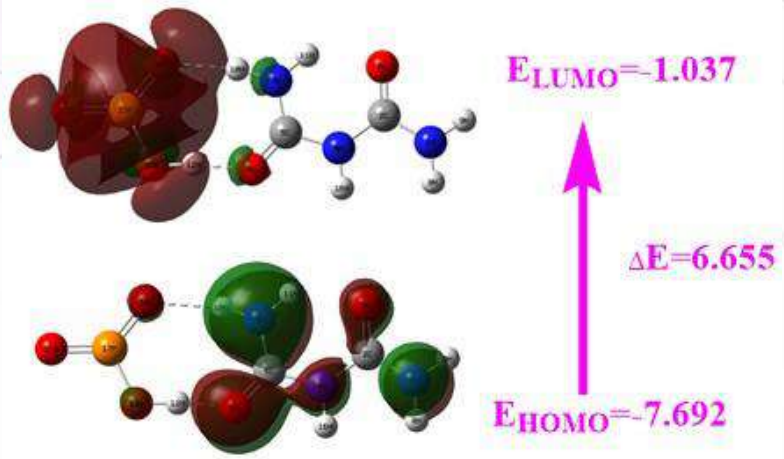


Figure 4. Isosurface representations (isovalue = 0.04 a.u.) of the HOMO (left) and LUMO (right) of BMMF-trans (B3LYP/6-31G(d,p)).

The HOMO energy of BMMF-cis (−7.692 eV) is higher than that of BMMF-trans (−8.015 eV) by 0.323 eV, indicating that the cis conformer is a significantly better electron donor. This elevation of EHOMO in the cis isomer is attributed to the intramolecular N–H···O hydrogen bond, which partially stabilises an otherwise electron-rich N7 lone pair through geometric constraint, yet simultaneously raises the overall energy of the highest occupied orbital through through-bond electron repulsion between the two amide lone pairs forced into proximity in the cis arrangement [32]. The LUMO energy of BMMF-cis (−1.037 eV) is lower than that of BMMF-trans (−0.790 eV) by 0.247 eV, confirming that the cis conformer is also the better electron acceptor. This finding is consistent with the stronger polarisation of the molecule imposed by the cis-oriented carbonyl dipoles, which creates a more electrophilic region accessible to the incoming nucleophile.

The HOMO–LUMO energy gap (ΔE = |ELUMO − EHOMO|) is a primary index of kinetic stability and chemical reactivity: a smaller gap implies lower excitation energy, greater polarisability, and higher chemical reactivity [33,34]. BMMF-cis has ΔE = 6.655 eV, while BMMF-trans has ΔE = 7.225 eV, a difference of 0.570 eV. This clearly establishes that the cis conformer is inherently more reactive, more easily perturbed by external fields, and more susceptible to chemical attack compared with the trans conformer. The result also implies that BMMF-cis will absorb at longer wavelengths in electronic spectroscopy (red shift relative to the trans isomer), which may be testable through UV–visible spectrophotometry.

Table 2.

Frontier molecular orbital energies and global reactivity descriptors for BMMF-cis and BMMF-trans.

Reactivity Descriptor	BMMF-cis	BMMF-trans

ISSN 3030-3907

E_{HOMO} (eV)	−7.692	−8.015
E_{LUMO} (eV)	−1.037	−0.790
ΔE = |ELUMO − EHOMO| (eV)	6.655	7.225
Ionization potential, I = −EHOMO (eV)	7.692	8.015
Electron affinity, A = −ELUMO (eV)	1.037	0.790
Electronegativity, $\chi = (I + A)/2$ (eV)	4.364	4.403
Chemical hardness, $\eta = (I - A)/2$ (eV)	3.328	3.613
Chemical potential, $\mu_p = -\chi$ (eV)	−4.364	−4.403
Chemical softness, $\sigma = 1/(2\eta)$ (eV^{-1})	0.1503	0.1384
Electrophilicity index, $\omega = \mu_p^2/2\eta$ (eV)	2.862	2.683
Max. charge transfer, $\Delta N_{max} = -\mu_p/\eta$	1.312	1.219
Dipole moment, μ (Debye)	10.125	9.094

Note: All energies in electron volts (eV). I = ionization potential; A = electron affinity; χ = electronegativity; η = chemical hardness; σ = chemical softness; ω = electrophilicity index; ΔNmax = maximum charge transfer.

3.3. Global Reactivity Descriptors

The complete set of global reactivity descriptors derived from the FMO eigenvalues is presented in Table 2. The ionisation potentials, I = 7.692 eV (cis) and 8.015 eV (trans), reflect the energy required to remove an electron from each conformer. The lower I value of BMMF-cis confirms its greater susceptibility to electrophilic attack and its higher potency as a coordination ligand acting through electron donation to a metal centre [35]. The electron affinities A = 1.037 eV (cis) and 0.790 eV (trans) - indicate that BMMF-cis accepts electrons more readily, a feature relevant to its potential role as an acceptor component in charge-transfer complexes.

The electronegativities of both conformers are nearly identical (χ = 4.364 eV for cis, 4.403 eV for trans), a result reflecting the similar gross atomic compositions of the two isomers. However, the chemical hardness distinguishes them clearly: η = 3.328 eV (cis) vs. 3.613 eV (trans). According to Pearson's Hard and Soft Acids and Bases (HSAB) principle [36], the cis conformer — being the softer molecule - will preferentially coordinate to soft or borderline metal centres

ISSN 3030-3907

(e.g., Cu^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}), while the harder trans conformer may interact more favourably with hard Lewis acids (e.g., Al^{3+}, Fe^{3+}). This HSAB-guided differentiation between the conformers carries significant practical implications for the design of metal-selective coordination chemistry.

The chemical softness $\sigma = 0.1503$ eV^{-1} (cis) > 0.1384 eV^{-1} (trans) reinforces the above interpretation. The electrophilicity index ω = 2.862 eV (cis) vs. 2.683 eV (trans) indicates that BMMF-cis is a moderately stronger electrophile — a finding in apparent contradiction with its simultaneously higher electron-donor capacity (higher EHOMO), but which reflects the overall greater polarisability of the cis conformer and its ability to participate effectively in both nucleophilic and electrophilic interactions. The maximum charge transfer parameter ΔN_{max} = 1.312 (cis) vs. 1.219 (trans) shows that the cis conformer can transfer a larger fraction of an electron upon interaction with a suitable partner, making it a more effective ligand in metal-to-ligand or ligand-to-metal charge-transfer scenarios.

3.4. Dipole Moments and Polarity

The calculated dipole moment of BMMF-cis (μ = 10.125 Debye) substantially exceeds that of BMMF-trans (μ = 9.094 Debye), a difference of 1.031 D. This enhancement in the cis conformer arises from the additive alignment of the two amide group dipoles when both carbonyl groups are oriented in the same direction, an arrangement enforced by the cis dihedral [37,38]. In the trans arrangement, the opposing orientations of the two C=O dipoles result in partial mutual cancellation, reducing the net molecular dipole.

The higher dipole moment of BMMF-cis has direct consequences for its intermolecular interactions: greater polarity implies stronger dipole–dipole interactions in the condensed phase, higher solvation energy in polar solvents, and a greater tendency to orient favourably relative to the electric field of a metal cation in a coordination environment [39]. The larger dipole moment is therefore a second independent indicator - complementing the HSAB analysis - that BMMF-cis is likely to be the more potent coordination ligand of the two conformers.

3.5. Mulliken Charge Distribution

Mulliken atomic charges, summarised in Table 4, reveal systematic differences between the two conformers in the charge distribution across the biuret and metaphosphate moieties.

ISSN 3030-3907

Table 4.

Mulliken atomic charges for selected atoms in BMMF-cis and BMMF-trans.

Atom	Symbol	Q (BMMF-cis)	Q (BMMF-trans)	ΔQ (cis−trans)
N1 (terminal NH_2)	N	−0.493	−0.631	+0.138
C2 (carbonyl I)	**C**	**+0.516**	**+0.782**	**−0.266**
O3 (carbonyl I)	O	−0.325	−0.526	+0.201
N4 (bridging NH)	**N**	**−0.473**	**−0.597**	**+0.124**
C5 (carbonyl II)	C	+0.588	+0.763	−0.175
O6 (carbonyl II)	**O**	**−0.432**	**−0.600**	**+0.168**
N7 (terminal NH_2)	N	−0.493	−0.624	+0.131
P (phosphorus)	**P**	**+1.170**	**+1.079**	**+0.091**
O (bridging P−O)	O	−0.600	−0.549	−0.051
O (P=O)	**O**	**−0.499**	**−0.558**	**+0.059**

Note: Charges in atomic units (e). ΔQ = Q(cis) − Q(trans).

In BMMF-cis, the terminal nitrogen atoms N1 and N7 bear charges of −0.493 e each, which are considerably less negative than in BMMF-trans (−0.631 e for N1, −0.624 e for N7). This indicates that in the cis conformer the terminal amino groups are more electron-depleted — consistent with the intramolecular N–H···O hydrogen bond withdrawing electron density from N7 and the overall higher electronegativity of the constrained backbone. The carbonyl carbon atoms are less positively charged in cis (C2 = +0.516 e, C5 = +0.588 e) than in trans (C2 = +0.782 e, C5 = +0.763 e), a trend also reflected in the less negative carbonyl oxygen charges in cis (O3 = −0.325 e, O6 = −0.432 e) vs. trans (O3 = −0.526 e, O6 = −0.600 e). These systematic charge differences reflect reduced ionic character of the C=O bonds in the cis conformer, pointing toward a more covalent, π-delocalised amide system in that conformation.

ISSN 3030-3907

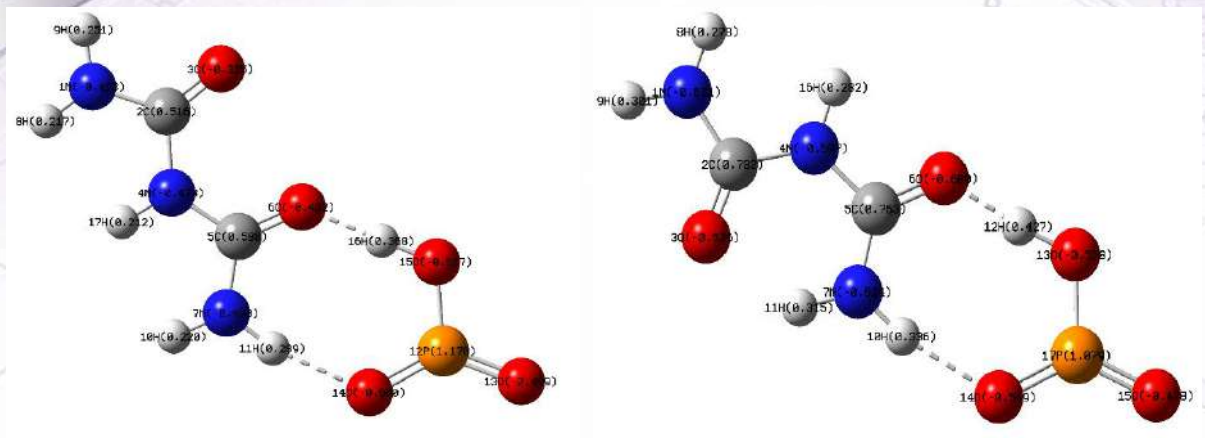


Figure 5. Schematic illustration of the proposed Mulliken atomic charges for selected atoms in (a) BMMF-cis and (b) BMMF-trans.

The phosphorus atom carries a higher positive partial charge in BMMF-cis (+1.170 e) than in BMMF-trans (+1.079 e), a difference of 0.091 e. The greater electrophilicity of P in the cis conformer implies enhanced Lewis-acid character at the phosphorus centre, which may facilitate hydrolysis or nucleophilic substitution at phosphorus in aqueous or biological environments. This finding is relevant to the potential reactivity of BMMF as a phosphorylating agent and as an inhibitor of phosphohydrolase enzymes [40].

3.6. Coordination Chemistry Implications

The combined evidence from the geometric, electronic, and charge-distribution analyses presented in Sections 3.1–3.5 converges on a consistent picture of the differential coordination potential of the two BMMF conformers. The BMMF molecule presents multiple potential donor sites - the terminal NH_2 groups (N1, N7), the bridging NH nitrogen (N4), the carbonyl oxygen atoms (O3, O6), and the metaphosphate oxygens - and the relative strengths of these donor functions depend critically on the conformational state [41,42].

In the cis conformer, the intramolecular N7–H···O6 hydrogen bond pre-organises the molecular framework in a chelate-like arrangement that mirrors the bite geometry required for five-membered metallocycle formation with a metal ion inserted between N7 and O6. This structural feature, combined with the higher HOMO energy, greater chemical softness, larger dipole moment, and higher phosphorus Lewis acidity, identifies BMMF-cis as the conformer with superior chelating capacity. Similar through-space pre-organisation of donor atoms via intramolecular hydrogen bonds has been identified as a key thermodynamic driving force in the formation of stable metal complexes in related biuret-derived ligands [43,44].

The trans conformer, by contrast, offers an open coordination geometry without intramolecular pre-organisation, making it better suited to bridging coordination modes in which the two ends of the molecule bind simultaneously

ISSN 3030-3907

to different metal centres in a polynuclear complex. The higher chemical hardness (η = 3.613 eV) of BMMF-trans further suggests a preference for hard metal centres. These complementary coordination roles for the two conformers suggest that the cis/trans equilibrium in solution may be exploited as a conformational switch to access mononuclear (cis) versus polynuclear (trans) coordination networks [45].

Figure 6 presents a schematic representation of the proposed chelate coordination mode of BMMF-cis and the bridging coordination mode of BMMF-trans with a generic divalent metal centre.

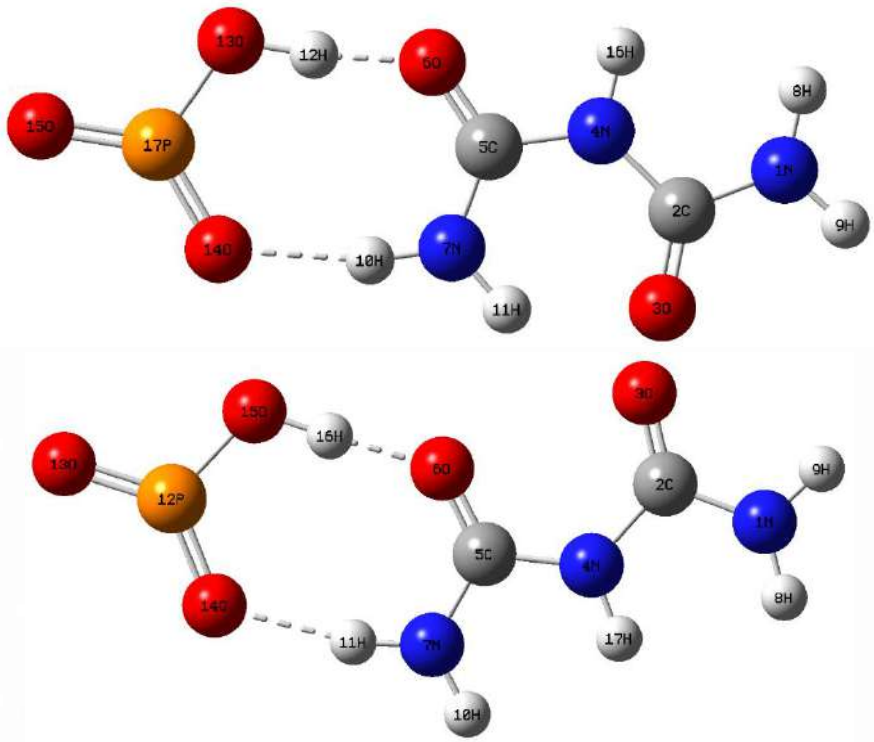


Figure 6. Schematic illustration of the proposed coordination modes of BMMF. Left: five-membered metallocyclic chelate formed by BMMF-cis via N7 and O6 donor atoms. Right: bridging κ¹N:κ¹O coordination of BMMF-trans to two metal centres (M).

3.7. Vibrational Properties and Conformational Dynamics

As noted in Section 2.2, both optimised structures exhibit imaginary vibrational frequencies. For BMMF-cis, two imaginary modes are found at −317.8 cm^{-1} and −68.6 cm^{-1}; for BMMF-trans, one imaginary mode appears at −221.3 cm^{-1}. The high-frequency imaginary mode in BMMF-cis (−317.8 cm^{-1}) corresponds to a butterfly-type torsional motion of the HPO_3 group relative to the biuret backbone, while the lower-frequency imaginary mode (−68.6 cm^{-1}) describes a global backbone torsion. In BMMF-trans, the single imaginary mode (−221.3 cm^{-1}) is attributed to a similar HPO_3 torsional degree of freedom (Fig.7).

ISSN 3030-3907

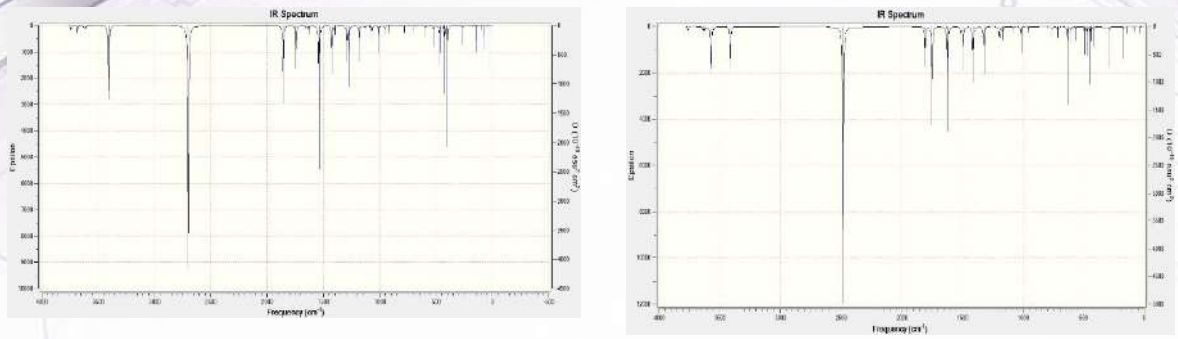


Figure 7. Schematic illustration of the proposed Mulliken atomic charges for selected atoms in (a) BMMF-cis and (b) BMMF-trans.

These findings indicate that the planar constraints imposed on the starting geometries are not maintained at the global potential energy minimum; the true energy minima are likely non-planar structures accessible by following the eigenvectors of the imaginary modes in geometry optimisations without symmetry constraints. The physical significance of the reported structures lies in the fact that they represent the electronic-structure characteristics of the idealised planar conformers, which are meaningful reference points for understanding the electronic differences between the cis and trans arrangements. Future work will focus on unconstrained optimisations from perturbed starting geometries and the construction of a one-dimensional potential energy surface along the dominant torsional coordinate using relaxed scans.

4. CONCLUSIONS.

A comparative density functional theory investigation of the cis and trans conformers of biuret monometaphosphate (BMMF, $C_2H_6N_3O_5P$) has been presented, encompassing geometry optimisation, frequency analysis, frontier molecular orbital analysis, global reactivity descriptor evaluation, Mulliken charge distribution analysis, and an assessment of coordination chemistry implications. The principal conclusions are as follows:

(1) The cis conformer of BMMF is characterised by an intramolecular N7–H···O6 hydrogen bond (N···H = 1.856 Å) that pre-organises the molecular framework into a pseudo-chelate arrangement with potential for five-membered metallocyclic complex formation.

(2) Frontier molecular orbital analysis shows that BMMF-cis has a smaller HOMO–LUMO gap (ΔE = 6.655 eV) than BMMF-trans (ΔE = 7.225 eV), establishing the cis conformer as inherently more chemically reactive and more susceptible to photochemical excitation.

(3) Global reactivity descriptors derived within the conceptual DFT framework confirm that BMMF-cis is the softer, more polarisable, and more electrophilic conformer (η = 3.328 eV, σ = 0.1503 eV^{-1}, ω = 2.862 eV), while

ISSN 3030-3907

BMMF-trans is harder and less reactive (η = 3.613 eV, σ = 0.1384 eV^{-1}, ω = 2.683 eV).

(4) The significantly larger dipole moment of BMMF-cis (10.125 D vs. 9.094 D) reflects additive alignment of the amide-group dipoles and indicates stronger electrostatic interaction capacity with polar solvents and metal cations.

(5) Mulliken charge analysis reveals that the cis conformer has a more electropositive phosphorus centre (+1.170 e vs. +1.079 e), implying enhanced Lewis-acid character and potentially greater susceptibility to nucleophilic attack at phosphorus.

(6) Based on HSAB principles, BMMF-cis is predicted to preferentially coordinate soft-to-borderline metal ions, while BMMF-trans is expected to coordinate hard Lewis acids, suggesting that conformational control may serve as a mechanism for metal-selective coordination.

(7) The presence of imaginary vibrational frequencies in both optimised structures indicates conformational saddle-point geometries. Relaxed potential energy surface scans along the dominant torsional coordinates are warranted to locate the true global and local minima.

These findings establish a quantum-chemical basis for the differential reactivity and coordination behaviour of BMMF conformers and provide a framework for the rational design of phosphorylated biuret-based coordination compounds with tailored metal-ion selectivity.

ACKNOWLEDGEMENTS.

The authors gratefully acknowledge the computational resources provided by the Scientific Research Laboratory of Coordination Compounds Chemistry named after Academician N.A. Parpiev, Bukhara State University. The authors declare no competing financial interests.

REFERENCES

1. Koch, W.; Holthausen, M. C. A Chemist's Guide to Density Functional Theory, 2nd ed.; Wiley-VCH: Weinheim, 2001.
2. Frenking, G.; Fröhlich, N. The nature of the bonding in transition-metal compounds. Chem. Rev. 2000, 100, 717–774.
3. Cramer, C. J. Essentials of Computational Chemistry: Theories and Models, 2nd ed.; Wiley: Chichester, 2004.
4. Parpiev, N. A.; Rahimov, H. R.; Mirzayev, A. A. Coordination Compounds Chemistry; O‘qituvchi: Tashkent, 2003.
5. Sőhnel, O.; Garside, J. Precipitation; Butterworth-Heinemann: Oxford, 1992.
6. Ганиев Б. Ш., Холикова Г. К., Салимов Ф. Г. Использование циануровой кислоты в качестве дезинфицирующих средств для окружающей среды //Материалы международной научной конференции «Инновационные

решения инженерно-технологических проблем современного производства. – 2019. – Т. 2. – С. 14-16.
7. Kuldoshevna K. G. et al. Synthesis, Spectroscopic Characterization and Theoretical Investigation of Biuret-Metaphosphate Molecular Complexes: A Combined Experimental and DFT Study //Oriental journal of medicine and natural sciences. – 2025. – Т. 2. – №. 4. – С. 34-45..
8. Karomatov S. et al. Synthesis, Spectroscopic Characterization and DFT Analysis of Schiff Bases Derived from Benzalacetone and Benzalacetophenone with Alanine //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – Т. 661. – С. 05004.
9. Van Wazer, J. R. Phosphorus and Its Compounds; Interscience: New York, 1958; Vol. 1.
10. Ganiyev B. S. et al. Synthesis and study of phsysico-chemical properties of oligo (poly)-mer sorbents based on urotropine and cyanuric acid //Journal of Chemistry and Technologies. – 2025. – Т. 33. – №. 2. – С. 391-400..
11. Ганиев Б. Ш. и др. Синтез, строения, таутомрия и исследование некоторых квантово-химических параметров соединения 2-(4, 6-диоксо-1, 3, 5-триазинан-2-илиден) гидразинкарбоксиамида //Евразийский Союз Ученых. – 2020. – №. 7-5 (76). – С. 65-68..
12. Ramachandran, G. N.; Ramakrishnan, C.; Sasisekharan, V. Stereochemistry of polypeptide chain configurations. J. Mol. Biol. 1963, 7, 95–99.
13. Clayden, J.; Greeves, N.; Warren, S. Organic Chemistry, 2nd ed.; Oxford University Press: Oxford, 2012.
14. Wiberg, K. B. Rotational barriers: 2-propanol, methyl ethyl ether, and related systems. Acc. Chem. Res. 1996, 29, 229–234.
15. Becke, A. D. Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange. J. Chem. Phys. 1993, 98, 5648–5652.
16. Lee, C.; Yang, W.; Parr, R. G. Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density. Phys. Rev. B 1988, 37, 785–789.
17. Stephens, P. J.; Devlin, F. J.; Chabalowski, C. F.; Frisch, M. J. Ab initio calculation of vibrational absorption and circular dichroism spectra using density functional force fields. J. Phys. Chem. 1994, 98, 11623–11627.
18. Parr, R. G.; Yang, W. Density-Functional Theory of Atoms and Molecules; Oxford University Press: New York, 1989.
19. Chermette, H. Chemical reactivity indexes in density functional theory. J. Comput. Chem. 1999, 20, 129–154.
20. Geerlings, P.; De Proft, F.; Langenaeker, W. Conceptual density functional theory. Chem. Rev. 2003, 103, 1793–1873.

ISSN 3030-3907

21. Fleming, I. Frontier Orbitals and Organic Chemical Reactions; Wiley: Chichester, 1976.
22. Fukui, K. Role of frontier orbitals in chemical reactions. Science 1982, 218, 747–754.
23. Frisch, M. J.; Trucks, G. W.; Schlegel, H. B.; Scuseria, G. E.; Robb, M. A. et al. Gaussian 09, Revision D.01; Gaussian, Inc.: Wallingford CT, 2013.
24. Becke, A. D. A new mixing of Hartree-Fock and local density-functional theories. J. Chem. Phys. 1993, 98, 1372–1377.
25. Ganiyev B. et al. Calculations of quantum chemical parameters of the compound of isocyanuric acid with semicarbazide //International independent scientific journal. – 2020. – Т. 2. – №. 16. – С. 3-9..
26. Krishnan, R.; Binkley, J. S.; Seeger, R.; Pople, J. A. Self-consistent molecular orbital methods. XX. A basis set for correlated wave functions. J. Chem. Phys. 1980, 72, 650–654.
27. Hehre, W. J.; Ditchfield, R.; Pople, J. A. Self-consistent molecular orbital methods. XII. Further extensions of Gaussian-type basis sets for use in molecular orbital studies of organic molecules. J. Chem. Phys. 1972, 56, 2257–2261.
28. Ganiev B., Mardonov U., Kholikova G. Molecular structure, HOMO-LUMO, MEP-–Analysis of triazine compounds using DFT (B3LYP) calculations //Materials Today: Proceedings. – 2023..
29. Novaes, F. V.; Sánchez, M.; Zúñiga, J.; Hidalgo, A. Conformational flexibility in amide–phosphate derivatives: a DFT study. J. Mol. Struct. (THEOCHEM) 2009, 893, 73–82.
30. Koopmans, T. Über die Zuordnung von Wellenfunktionen und Eigenwerten zu den einzelnen Elektronen eines Atoms. Physica 1934, 1, 104–113.
31. Jeffrey, G. A. An Introduction to Hydrogen Bonding; Oxford University Press: Oxford, 1997.
32. Alabugin, I. V.; Manoharan, M.; Zeidan, T. A. Homoanomeric effects in six-membered heterocyclic molecules. J. Am. Chem. Soc. 2003, 125, 14014–14031.
33. Pearson, R. G. Absolute electronegativity and hardness: application to inorganic chemistry. Inorg. Chem. 1988, 27, 734–740.
34. Zhou, Z.; Parr, R. G. Activation hardness: new index for describing the orientation of electrophilic aromatic substitution. J. Am. Chem. Soc. 1990, 112, 5720–5724.
35. Kohn, W.; Becke, A. D.; Parr, R. G. Density functional theory of electronic structure. J. Phys. Chem. 1996, 100, 12974–12980.
36. Pearson, R. G. Hard and soft acids and bases. J. Am. Chem. Soc. 1963, 85, 3533–3539.

ISSN 3030-3907

37. Kholikova G. K. et al. Flame-retardant behavior of urea–metaphosphoric acid complexes on cellulose-based materials //Journal of Chemistry and Technologies. – 2025. – Т. 33. – №. 4. – С. 1136-1148..
38. Exner, O. Dipole Moments in Organic Chemistry; Georg Thieme: Stuttgart, 1975.
39. Marcus, Y. Ion Solvation; Wiley: Chichester, 1985.
40. Westheimer, F. H. Why nature chose phosphates. Science 1987, 235, 1173–1178.
41. Nakamoto, K. Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds, 6th ed.; Wiley: Hoboken, 2009.
42. Hay, R. W. Bio-Inorganic Chemistry; Ellis Horwood: Chichester, 1984.
43. Martell, A. E.; Hancock, R. D. Metal Complexes in Aqueous Solutions; Plenum: New York, 1996.
44. Parr, R. G.; Szentpály, L. v.; Liu, S. Electrophilicity index. J. Am. Chem. Soc. 1999, 121, 1922–1924.
45. Bernstein, J. Polymorphism in Molecular Crystals; Oxford University Press: Oxford, 2002.

ISSN 3030-3907

UO‘K 543.867:543.544

OLEANOL KISLOTANING BIOLOGIK FAOL AMINOBIRIKMALAR BILAN KOMPLEKSLARINI OLISH

Shahnoza Boboyorova
O‘zR FA Bioorganik kimyo instituti tayanch doktoranti
E-mail: boboyorovash@gmail.com
ORCID:0009-0002-4897-523X
Ozoda Salohiddinova
Guliston davlat universiteti magistranti
Rahmat Esanov
O‘zR FA Bioorganik kimyo instituti katta ilmiy xodimi, k.f.n. Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston milliy universiteti dotsent, k.f.n.
Maxmudjon Gafurov
O‘zR FA Bioorganik kimyo instituti yetakchi ilmiy xodimi, k.f.d., professor
Guliston davlat universiteti k.f.d., professor

Annotatsiya. O‘simlik dunyosida keng tarqalgan oleanol kislotasi triterpenoidlar sinfiga mansub bo‘lib, u antioksidant, gepatoprotektor, yallig‘lanish va saratonga qarshi farmakologik xususiyatlarga ega ekanligi bilan alohida ajralib turadi. Shu munosabat bilan biz oleanol kislotasining yangi farmakologik faol komplekslarini olishni maqsad qildik. Tadqiqot davomida oleanol kislotaning sitizin alkaloidi hamda sulfanilamid birikmalar (sulfametazin, sulfatsil natriy, sulfazin, natriy sulfopiridazin) bilan komplekslari (SM-10, SM-11, SM-12, SM-13, SM-14) olindi, olingan komplekslarning fizik-kimyoviy kattaliklari aniqlandi va ularning tuzilishi zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida tahlil qilindi. UB- va IQ-spektroskopiya ma’lumotlariga ko‘ra, olingan komplekslardagi asosiy molekulalararo ta’sirlashuvlar vodorod bog‘lar hamda elektrostatik ta’sirlar hisobiga amalga oshganligi aniqlandi.

Kalit so‘zlar: oleanol kislota, sulfanilamid birikmalar, aminobirikma, kompleks, UB-, IQ-spektroskopik tahlil.

Abstract. Oleanolic acid, which is widely distributed in the plant world, belongs to the class of triterpenoids and is distinguished by its antioxidant, hepatoprotective, anti-inflammatory and anticancer pharmacological properties. In this regard, we aimed to obtain new pharmacologically active complexes of oleanolic acid. During the study, complexes (SM-10, SM-11, SM-12, SM-13, SM-14) of oleanolic acid with cytisine alkaloid and sulfanilamide compounds (sulfomethazine, sulfacyl sodium, sulfazine, sodium sulfopyridazine) were obtained, the physicochemical properties of the obtained complexes were determined, and their structure was analyzed using modern physicochemical research methods. According to UV and IR spectroscopy data, it was determined

ISSN 3030-3907

that the main intermolecular interactions in the obtained complexes occur due to hydrogen bonds and electrostatic interactions.

Keywords: oleanolic acid, sulfonamide compounds, amino compound, complex, UV-, IR-spectroscopic analysis.

Аннотация. Олеаноловая кислота, широко распространенная в растительном мире, относится к классу тритерпеноидов и отличается своими антиоксидантными, гепатопротекторными, противовоспалительными и противораковыми фармакологическими свойствами. В связи с этим мы поставили перед собой цель получить новые фармакологически активные комплексы олеаноловой кислоты. В ходе исследования были получены комплексы олеаноловой кислоты с алкалоидом цитизин и сульфаниламидными соединениями (сульфаметазин, сульфацил натрия, сульфазин, сульфопиридазин натрия) (SM-10, SM-11, SM-12, SM-13, SM-14), определены физико-химические параметры полученных комплексов и их структура было изучено с помощью современных физико-химических методов исследования. По данным УФ- и ИК-спектроскопии установлено, что основные межмолекулярные взаимодействия в полученных комплексах обусловлены водородными связями и электростатическими взаимодействиями.

Ключевые слова: олеаноловая кислота, сульфонамидные соединения, аминосоединение, комплексы, УФ- и ИК-спектроскопический анализ.

KIRISH.

Oleanol kislota molekulasida C-3 holatda gidroksil guruhi va C-28 holatda karboksil guruhi mavjud bo‘lib, ular kimyoviy modifikatsiya uchun asosiy reaktiv markazlar hisoblanadi. Aynan shu funksional guruhlar turli hosilalar va kompleks birikmalar hosil qilish imkonini beradi [1,2]. Kam zaharli va o‘simlik xomashyosidan olinadigan tabiiy biologik faol moddalarni aniqlash, ularni kimyoviy modifikatsiya qilish hamda yangi hosilalarini olish dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Shu nuqtayi nazardan tabiiy biologik faol moddalardan biri bo‘lgan oleanol kislotasini alohida ta’kidlash mumkin. Oleanol kislota pentahalqali triterpenoidlar sinfiga mansub bo‘lib, yallig‘lanishga, saratonga qarshi hamda antioksidant kabi keng spektrdagi farmakologik faolliklarga ega bo‘lgan biologik faol modda hisoblanadi [3,4].

So‘nggi yillarda oleanol kislotaning efirlari, amidlari va imino hosilalari keng o‘rganilgan bo‘lib, ularning biologik faolligi boshlang‘ich moddaga nisbatan yuqori bo‘lishi mumkinligi aniqlangan [5,6]. Modifikatsiya natijasida molekulaning lipofilligi va biologik membranalar orqali o‘tish qobiliyati ortishi kuzatilgan [7].

ISSN 3030-3907

Metall ionlari bilan kompleks hosil qilish zamonaviy kimyo sohasida istiqbolli yo‘nalishlardan biri bo‘lib, ligandning biologik faolligini sezilarli darajada o‘zgartirishi mumkin. Metall komplekslar ko‘pincha yangi farmakologik xususiyatlarga ega bo‘lishi bilan ajralib turadi. Adabiyotlarda oleanol kislotaning ayrim metall ionlari bilan koordinatsion birikmalari sintez qilinganligi haqida ma’lumotlar mavjud [8].

Oleanol kislotasi turli xil farmakologik xususiyatlarga ega bo‘lib, yangi birikmalar yaratish uchun yaxshi boshlang‘ich material hisoblanadi. Plumeria obtusa barglaridan ajratib olingan oleanol kislota kalsiy, magniy, rux, nikel va mis komplekslarini olish uchun xom ashyo sifatida foydalanilgan va turli xil saraton turlari uchun tahlillarni amalga oshirish maqsadida beshta yangi birikma sintez qilingan. Bulardan saratonga qarshi eng yuqori faollik bergan kompleks magniy bilan olingan kompleks ekanligi tasdiqlangan [8].

Qator ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, olean kislotaning yangi komplekslarini olish va ularning fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish hamda biologik faolliklarini aniqlash bioorganik kimyo nuqtayi nazaridan dolzarb ilmiy yo‘nalish hisoblanadi [9].

Avvalgi ilmiy ishlarda o‘simlik triterpenoidi - glitsirret kislotasidan farmakologik faol komplekslar olishda foydalanilgani haqidagi ma’lumotlardan [10] foydalanib, oleanol kislotaning azot hamda oltingugurt tutgan aminobirikmalar bilan biologik faol komplekslarini olish mumkinligi haqida xulosa qilindi.

Ushbu ishda oleanol kislotaning sitizin (SM-10), sulfametazin (SM-11), sulfatsil natriy (SM-12), sulfazin (SM-13), natriy sulfopiridazin (SM-14) kabi aminobirikmalar bilan komplekslari olindi. Kompleks hosil bo‘lishida ishtirok etadigan ta’sirlashuvlarning tabiati UB-, IQ-spektroskopiya usullari orqali o‘rganildi.

TADQIQOT METADOLOGIYASI.

Ushbu tadqiqot ishi oleanol kislotaning ayrim aminobirikmalar bilan farmakologik faol komplekslarini olishga qaratilgan.

Oleanol kislotaning aminobirikmalar bilan komplekslari adabiyotlarda keltirilgan usulda, etanol muhitida olindi [5].

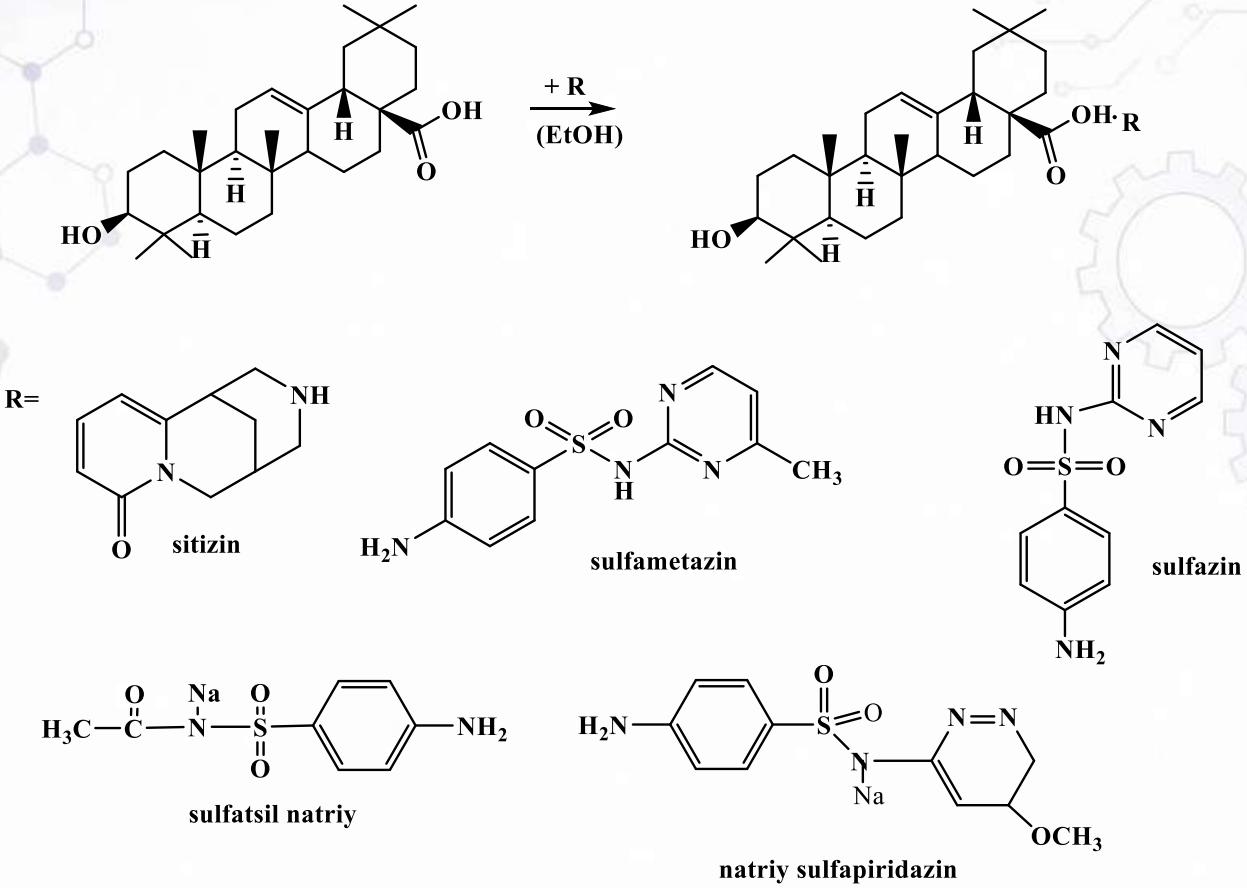
Olingan moddalarning suyuqlanish harorati MP-M4A (Xitoy) qurilmasida aniqlandi. UB-spektri Shimadzu UV-1900i va 1280 markali spektrofotometrlarida (Yaponiya), IQ-spektri esa IQ-Fure (Shimadzu IRTracer-100, Yaponiya) spektrofotometrida olindi.

MATERIALLAR VA METODLAR.

ISSN 3030-3907

Oleanol kislota (OK), sitizin va sulfanilamid birikmalar (sulfametazin, sulfatsil natriy, sulfazin, natriy sulfopiridazin) Shanghai Macklin Biochemical Technology Co., Ltd. (Shanxay, Xitoy) kompaniyasi tomonidan yetkazib berildi.

Oleanol kislotasi komplekslari quyidagi sxema bo‘yicha olindi:



1-sxema. Oleanol kislotaning aminobirikmalar bilan kompleksini olish umumiy sxemasi

Oleanol kislotasining sulfatsil natriy bilan kompleksini (SM-12) olish.

1 mmol oleanol kislotani 90 ml absolyut etanolda to‘liq eritib, unga 1 mmol sulfatsil natriy qo‘shildi va qaytar sovutgich ulangan holda, 15-30 minut davomida (78-80°C) qaynatildi. So‘ngra erituvchi rotor bug‘latgichda to‘liq haydab olindi. Vakuumli quritish pechida 6-8 soat davomida quritildi.

Shu usul bo‘yicha oleanol kislotaning quyidagi aminobirikmalar bilan komplekslari olindi: sitizin (SM-10), sulfametazin (SM-11), sulfazin (SM-13), natriy sulfopiridazin (SM-14).

TAHLIL VA NATIJALAR.

Olingan oleanol kislotasi komplekslarining: SM-10 ($C_{44}H_{62}N_2O_4$), SM-11 ($C_{42}H_{62}N_4O_5S$), SM-12 ($C_{38}H_{57}N_2NaO_6S$), SM-13 ($C_{40}H_{58}N_{40}O_5S$), SM-14 ($C_{40}H_{56}N_4Na0_5S$) ba’zi fizik-kimyoviy kattaliklari va spektral parametrlari aniqlandi (1-jadval).

ISSN 3030-3907

1-jadval

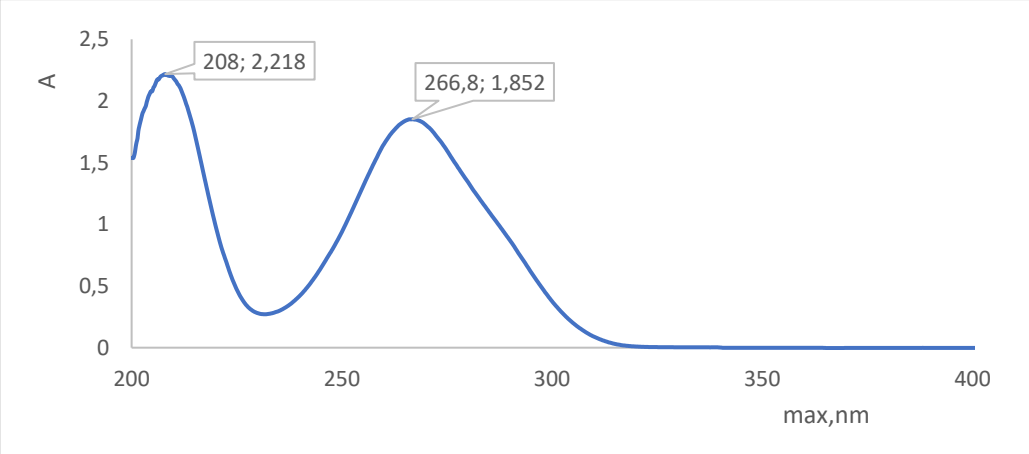
Oleanol kislotaning aminobirikmalar bilan komplekslarining ayrim kattaliklari va spektral ma'lumotlari

Modda	Mr gr/mol	Unumi, %	T.s, °C	UB-spektr, λ_{max}, nm(lgε)	IQ-spektrdagi asosiy tebranish chastotalari, sm^{-1}
SM-10	646,9	95,4	232±2	203,8 (4,56) 235,4 (4,46) 312,4 (4,51)	ν(N-H)=3314-3278, ν(C-H)=2944, ν(N-H)=2801-2747, ν(O-H)=2359, ν(C=O)=1642, ν(C-N)/δ(N-H)=1536, δ(CH_2)=1479-1441, ν_s(COO-)=1420, ν(C-N)=1344-1311, ν(C-O)=1262-1229, δ(CH)=1011-907
SM-11	735	95,9	265±2	208 (4,55) 272,8 (4,56)	ν(N-H)=3439-3338-3226, ν(Ar-C-H)= 3091-3040, ν(C=N)/δ(N-H)=1638, ν(C=C)=1594, δ(NH)=1546, ν(C=C)= 1507, δ(CH_2)=1473, ν_s(COO-)=1424, δ(CH_3)=1372 ν(SO_2)=1299-1190, ν(C-N)=1143, ν(C-O)=1072, ν(C-H)=863-838, ν(C-S)=679
SM-12	692,9	93,14	280±2	208 (4,73) 266,8 (4,57)	ν(N-H)=3376, ν(C-H)=2938-2852, ν(O-H)=2356, ν(C=O)=1671, ν(C=C)= 1601-1497, ν_{as}(SO_2)=1550, δ(CH_2)= 1460, ν_s(COO^-)=1384, ν(C-N)=1332, ν(SO_2)=1266, ν(C-O)=1087-1031, δ(C-H)=995, ν(C-H)=936-818
SM-13	706,9	96,95	275,8±2	209,4 (4,53) 271,4 (4,48)	ν(N-H)=3414-3353, ν(C-H)=2938-2856, ν(C=O)=1670, ν(C=C)/δ(NH)= 1576, δ(CH_2)=1444, ν_s(COO-)=1438, δ(CH_3)=1384, ν(C-N)=1322, ν(SO_2)= 1273-1186, ν(C-H)=937-795, Ar=690, ν(C-S/S-N)=679-656
SM-14	728,9	92,2	224±2	210,6 (4,66),	ν(N-H)=3361, ν(C-H)=2936-2862, ν(C=O)=1685, ν(C=C)= 1637-

ISSN 3030-3907

				270,8 (4,55)	1596, ν(C-N)/δ(N-H)==1572, δ(CH_2)=1463, ν_s(COO-)=1408, ν(SO_2)=1278-1125, ν(C-O)=1084, δ(C-H)=1008, ν(C-H)= 825-751

Mazkur jadvalda oleanol kislotaning turli azotli ligandlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining UB-spektral (λ_{max} va log ε) natijalari keltirilgan bo‘lib, ularda asosan π→π* elektron o‘tishlarga tegishli (267-312 nm oraliqda) yutilish maksimumlari kuzatildi. Yutilish intensivligi lgε =4,46-4,73 oraliqda kuchli yutilish bo‘lib, bu kompleks hosil bo‘lganini ko‘rsatadi. n→π* o‘tishlar aniq ajralib chiqmasdan ayrim holatlarda juda zaif namoyon bo‘lishi mumkin.



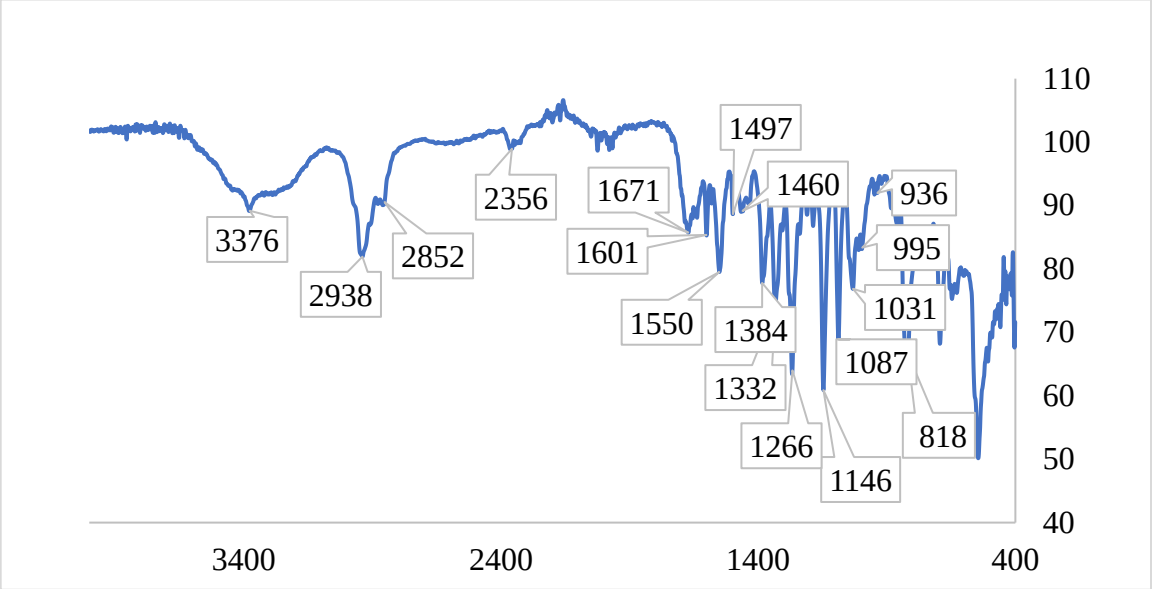
1-rasm. SM-12 kompleksning UB-spektri

Adabiyotlardan ma’lumki, oleanol kislotaning UB-spektrdagi yutilish maksimumi 200-215 nm da namoyon bo‘ladi [20]. Oleanol kislotaning sulfatsil natriy bilan kompleksi (SM-12) UB-spektrida (1-rasm) 208 nm da (lgε=4.73) yutilish maksimumlari kuzatilib, bu aromatik halqadagi π→π* o‘tishga tegishli, 266.8 nm da (lgε=4.57) kuzatilgan yutilish maksimumi kompleks hosil bo‘lish jarayonida π→π* elektron o‘tishlarga tegishli bo‘lgan yutilish maksimumlarida sezilarli o‘zgarishlar kuzatilganini bildiradi. Bu yuqori konyugatsiyani ko‘rsatadi va kompleks hosil bo‘lganini bildiradi. Ushbu tahlil oleanol kislota C=O va -OH guruhlari orqali ligandlar bilan koordinatsiyalanganligini tasdiqlaydi.

SM-12 kompleksning IQ-spektridagi ma’lumotlar asosida kompleksning funksional guruhlari va ularning holati quyidagicha tahlil qilindi (2-rasm, sm^{-1}): 3376– bu yuqori chastotadagi yutilishlar sulfatsil natriyning gidroksil va amino guruhlarining tebranishlariga to‘g‘ri keladi. Bu yutilishlar vodorod bog‘lari yoki koordinatsion bog‘lar hosil bo‘lganligidan dalolat beradi. 2938 va 2852 sohadagi tebranish chastotalari molekuladagi –CH_3, –CH_2, guruhlarga tegishlidir. 2356 sohalarda keng shaklda kuzatilgan tebranish chastotalari karboksil guruhining -OH orqali hosil bo‘lgan vodorod bog‘lari yoki proton almashinuvi jarayonlarini

ISSN 3030-3907

ko‘rsatishi mumkin. 1671 dagi tebranish chastotalari karbonil guruhi (C=O) valent tebranishlariga mos keladi.



2-rasm. SM-12 kompleksning IQ-spektri

Odatda 1700 soha atrofida bo‘lgan ushbu tebranish chastotalarining quyi chastota tomon siljishi kompleks hosil bo‘lishida karboksil guruhi ishtirok etganligini bildiradi. 1601 va 1497 dagi tebranish chastotalari sulfatsil natriy halqasidagi C=C valent tebranishlariga mos keladi. $–CH_3$, $–CH_2$ guruhlarining deformatsion tebranishlariga oid bo‘lgan tebranish chastotalari 1460 sohada kuzatildi. 1384 sohada ν_s (COO-), 1332 sohadagi yutilishlar C–N guruhi valent tebranishlariga tegishli bo‘lib, ular koordinatsiya jarayonlarida ishtirok etgan bo‘lishi mumkin. 1266 va 1146 dagi yutilishlar sulfatsetil natriydagi SO_2^- valent tebranishlariga mos keladi. 1087-1031 da (C-O) guruhlari, 995, 936 va 818 da aromatik halqa C–H deformatsion tebranishlari kuzatilib, kompleksda sulfatsil natriy strukturasi mavjudligini tasdiqlaydi. SM-12 kompleksning IQ-spektrida ayrim guruhlarning (C=O, $-NH_2$) yutilish chastotalarida sezilarli siljishlar kuzatilganligi oleanol kislotaning sulfatsil natriy molekulasi bilan kompleks birikma hosil qilganini ko‘rsatadi.

XULOSA.

Ilk bor oleanol kislotaning sitizin hamda sulfanilamidlar (sulfaPmetazin, sulfatsil natriy, sulfazin, natriy sulfopiridazin) bilan komplekslari (SM-10, SM-11, SM-12, SM-13, SM-14) olindi. Olingan komplekslarning fizik-kimyoviy xossalari aniqlanib, ularning tuzilishi UB- va IQ-spektroskopiya usullari yordamida tahlil qilindi.

IQ-spektrlar natijasida kompleks hosil bo‘lishida vodorod bog‘lari va elektrostatik o‘zaro ta’sirlar muhim rol o‘ynashi aniqlandi hamda UB-spektrda namoyon bo‘lgan elektron o‘tishlarga mos keladigan yutilish maksimumlaridagi

ISSN 3030-3907

o‘zgarishlar natijalarining kombinatsiyasini inobatga olgan holda molekular komplekslarning hosil bo‘lganligini to‘laqonli tasdiqlash mumkin. Hozirda olingan komplekslarning biologik faolligini o‘rganish bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda.

Ushbu ilmiy tadqiqot ish O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi akademik O.S.Sodiqov nomidagi bioorganik kimyo instituti “Quyi molekulyar biologik faol birikmalar” laboratoriyasining “O‘simliklar tarkibidan ajratib olingan ikkilamchi metabolitlar asosida yangi hosilalarini sintez qilish va biologik faolligini o‘rganish” mavzusidagi davlat budjeti mablag‘lari hisobidan moliyalashtiriladigan loyiha doirasida bajarildi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Dzubak, P.; Hajduch, M.; Vydra, D.; Hustova, A.; Kvasnica, M.; Biedermann, D.; Markova, L.; Urban, M.; Sarek, J. Pharmacological activities of natural triterpenoids and their therapeutic implications. *Natural Product Reports* 2006, *23* (3), 394. https://doi.org/10.1039/b515312n.

2. Laszczyk, M. Pentacyclic triterpenes of the Lupane, Oleanane and Ursane group as tools in cancer therapy. *Planta Medica* 2009, *75* (15), 1549–1560. https://doi.org/10.1055/s-0029-1186102.

3. *Wang X., Liu R., Zhang W., Zhang X., Liao N., Wang Z., Li W., Qin X., Hai C. Oleanolic acid improves hepatic insulin resistance via antioxidant, hypolipidemic and anti-inflammatory effects. Mol. Cell. Endocrinol. 2013;376:70–80. doi:10.1016/j.mce.2013.06.014.*

4. *Zhu Y.Y., Huang H.Y., Wu Y.L. Anticancer and apoptotic activities of oleanolic acid are mediated through cell cycle arrest and disruption of mitochondrial membrane potential in HepG2 human hepatocellular carcinoma cells. Mol. Med. Rep. 2015;12:5012–5018. doi:10.3892/mmr.2015.4033.*

5. Ramirez-Espinosa, J. J.; Rios, M. Y.; Paoli, P.; Flores-Morales, V.; Camici, G.; De La Rosa-Lugo, V.; Hidalgo-Figueroa, S.; Navarrete-Vázquez, G.; Estrada-Soto, S. Synthesis of oleanolic acid derivatives: In vitro, in vivo and in silico studies for PTP-1B inhibition. *European Journal of Medicinal Chemistry* 2014, *87*, 316–327. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.09.036.

6. Ayeleso, T.; Matumba, M.; Mukwevho, E. Oleanolic acid and its derivatives: biological activities and therapeutic potential in chronic diseases. *Molecules* 2017, *22* (11), 1915. https://doi.org/10.3390/molecules22111915.

7. Patlolla, J. M. R.; Rao, C. V. Triterpenoids for cancer Prevention and treatment: Current status and future prospects. *Current Pharmaceutical Biotechnology* 2011, *13* (1), 147–155. https://doi.org/10.2174/138920112798868719.

8. Ribeiro, N. C.; Demuner, A. J.; Santos, M. H. D.; Maltha, C. R. A.; De Alvarenga, E. A.; Komarnytsky, S. Metals Complexes Formed with Oleanolic

Acid. *International Journal of Organic Chemistry* 2018, *08* (01), 160–169. https://doi.org/10.4236/ijoc.2018.81011.

9. Singh B. et al. Spectral studies of triterpenoid complexes. *Spectrochim. Acta A*, 2015, 149, 363–370.

10. Esanov, R. S. U., Ishimov, U. Z., Gafurov, M. B., Sobirova, F. A., & Matchanov, A. D. (2023). Preparation of new glycyrretic acid derivatives with nitrogen-containing ligands. Chemistry of Plant Raw Material, 2, 223–230. https://doi.org/10.14258/jcprm.20230211402

“BOBURNOMA - BUYUK SHOH VA SHOIR XOTIRALARI”

Davlatmurodova Farangiz Shavkat qizi
Termiz davlat universiteti Pedagogika va Ijtimoiy ish fakulteti Kutubxona va axborot faoliyati yo‘nalishi talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada Zahiriddin Muhammad Boburning “Boburnoma” asari buyuk shoh va shoirning xotiralari sifatida tahlil qilinadi. Asarda Boburning siyosiy faoliyati, harbiy yurishlari, adabiy va ilmiy qarashlari yoritilgan. Shuningdek, “Boburnoma”ning o‘zbek adabiyotida memuar janrining rivojlanishiga qo‘shgan hissasi o‘rganiladi. Maqolada asarning badiiy uslubi, tilining soddaligi va tarixiy ahamiyati asoslab berilgan. Xulosa qilib, “Boburnoma” nafaqat tarixiy hujjat, balki yuksak adabiy asar ekani ta’kidlanadi.

Kalit so‘zlar: Boburnoma, Bobur, memuar, tarixiy asar, badiiy uslub.

Annotation. This article analyzes Zahiriddin Muhammad Babur’s work “Baburnama” as the memoirs of a great king and poet. The work highlights Babur’s political activities, military campaigns, and literary and scientific views. The study also examines the contribution of “Baburnama” to the development of the memoir genre in Uzbek literature. The article substantiates the work’s artistic style, linguistic simplicity, and historical significance. It concludes that “Baburnama” is not only a historical document but also a highly literary work.

Keywords: Baburnama, Babur, memoir, historical work, artistic style.

Аннотация. В данной статье анализируется произведение Захириддина Мухаммада Бабура «Бабурнаме» как мемуары великого царя и поэта. В произведении освещаются политическая деятельность Бабура, военные походы, литературные и научные взгляды. Также изучается вклад «Бабурнаме» в развитие мемуарного жанра в узбекской литературе. В статье обосновываются художественный стиль произведения, языковая простота и историческое значение. Делается вывод, что «Бабурнаме» является не только историческим документом, но и высокохудожественным литературным произведением.

Ключевые слова: Бабурнаме, Бабур, мемуары, историческое произведение, художественный стиль.

KIRISH.

Zahiriddin Muhammad Bobur (1483-1530) - buyuk sarkarda, davlat arbobi, shoir va tarixchi bo‘lib, uning “Boburnoma” asari o‘zbek adabiyotining eng nodir memuar yodgorligidir. Ushbu asar Boburning o‘z hayoti, boshidan kechirganlari, ko‘rgan mamlakatlari va uchrashgan odamlari haqidagi samimiy xotiralaridan iborat. “Boburnoma”ning o‘zbek adabiyoti tarixidagi ahamiyati shundaki, u real hayotiy voqealarni badiiy mahorat bilan tasvirlagan birinchi nasriy asarlardan biridir. Asarda Farg‘onadan Hindistongacha bo‘lgan keng hududning

ISSN 3030-3907

geografiyasi, iqlimi, o‘simliklari, hayvonot dunyosi va xalqlarining urf-odatlari haqida qimmatli ma’lumotlar berilgan. Bobur asarni oddiy, tushunarli tilda yozib, uni xos sultonlar va ummon xalqi uchun mo‘ljallaganini aytib o‘tadi. Shu sababli, “Boburnoma” nafaqat tarixiy hujjat, balki buyuk shoh va shoirning jonli, badiiy xotiralari sifatida o‘zbek adabiyotining yorqin yulduzidir.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYASI.

Ushbu maqolada “Boburnoma” asari Boburning shoh va shoir sifatidagi xotiralari kontekstida turli ilmiy manbalar va metodlar asosida tahlil qilindi. Asosiy badiiy manba sifatida “Boburnoma”ning P.Ishoqov, H.Yoqubov va N.Hasanov tomonidan o‘zbek tiliga o‘girilgan nashri (Toshkent, “O‘zbekiston”, 2011) hamda Boburning she’riy “Devoni” o‘rganildi. Shuningdek, Boburning “Mubayyin” (“Risola-i volidiyya”) asari va uning Hindistondagi faoliyatiga oid tarixiy hujjatlar qo‘shimcha manba sifatida tahlilga tortildi. O‘zbekiston Fanlar akademiyasi Sharqshunoslik instituti qo‘lyozmalar fondida saqlanayotgan “Boburnoma”ning turli qo‘lyozma nusxalari (Toshkent, London, Aligarh, Parij) matnshunoslik nuqtai nazaridan solishtirildi. Tahlil metodologiyasida tarixiy-adabiy yondashuv asosiy o‘rinni egalladi. Bu usul orqali “Boburnoma”da tasvirlangan voqealar XV-XVI asr boshlaridagi Movarounnahr, Xuroson, Afg‘oniston va Hindistonning siyosiy-ijtimoiy muhiti bilan bog‘liq holda o‘rganildi. Boburning Andijondan Samarqand, Hirot, Kobul va nihoyat Agraga qadar bo‘lgan sarguzashtlari, uning shohlik va shoir sifatidagi ikki qirrali faoliyati tahlil qilindi. Xususan, Boburning Hirotdagi Husayn Boyqaro saroyida bo‘lishi va Alisher Navoiy bilan uchrashishi uning adabiy kamolotiga qanday ta’sir qilgani masalasi alohida o‘rganildi. Taqqoslash usuli yordamida “Boburnoma” boshqa memuar asarlar - Temurning “Temur tuzuklari”, Ulug‘bekning “To‘rt ulus tarixi”, Jahongirning “Tuzuki Jahongiri” - bilan qiyoslandi. Bu qiyos shuni ko‘rsatdiki, “Boburnoma” boshqa memuarlardan o‘zining ochiqligi, samimiyligi va badiiyligi bilan ajralib turadi. Temur o‘z tuzuklarida ko‘proq amaliy maslahatlar bersa, Bobur o‘z hayotidagi muvaffaqiyatsizliklarni ham yashirmay yozgan. Masalan, Bobur Samarqandni ikki marta egallab, ikki marta yo‘qotganini ochiq aytadi va bu mag‘lubiyatlarni tahlil qiladi. Psixologik tahlil usuli Boburning ichki kechinmalari, qarorlari va hissiy holatlarini tahlil qilishda qo‘llanildi. Ayniqsa, u o‘z vatanidan ayrilish (“Vatan qayg‘usi”) va Hindistonda yangi saltanat barpo etish davridagi ruhiy o‘zgarishlari o‘rganildi. Boburning o‘g‘li Humoyunning kasalligi munosabati bilan qilgan duosi (“Ey Tangri, Humoyunning kasalini menga ber”) psixologik jihatdan juda samimiy va ta’sirli sahifa sifatida tahlil qilindi. Shuningdek, Boburning tabiatga bo‘lgan muhabbati - gul, meva, qushlar haqidagi ta’riflarida uning lirik ruhiyati namoyon bo‘ladi.Matnshunoslik va qo‘lyozmalarni o‘rganish metodlari asosida

ISSN 3030-3907

“Boburnoma”ning turli qo‘lyozmalari (eng qadimgisi 1530-yil, London British Museum qo‘lyozmasi) o‘zaro qiyoslandi. Ba’zi qo‘lyozmalarda Boburning o‘zi keyinchalik qo‘shgan qo‘shimchalar va tahrirlar aniqlandi. Masalan, Hindistondagi o‘simliklar va hayvonlar haqidagi boblar keyingi yillarda yozilgan. Bu esa asarning yaratilish jarayonini kuzatish imkonini berdi. Tilshunoslik tahlil usuli “Boburnoma” tilining sodda, xalqchil va aniq ifodali ekanligini ko‘rsatdi. Asarda fors-tojik va turkiy so‘zlar uyg‘unligi, ba’zi o‘rinlarda hindcha va mo‘g‘ulcha so‘zlar ham qo‘llangan. Statistik usul yordamida “Boburnoma”da eng ko‘p qo‘llangan so‘zlar va mavzular chastotasi hisoblandi. “Yurish” - 200 dan ortiq, “mamlakat” - 180, “odam” - 160, “gul” - 95, “meva” - 80, “daryo” - 70 marta takrorlangan. Bu raqamlar Boburning harbiy sarkarda, tabiat muxlisi va insonparvar sifatidagi qirralarini ochib beradi. Kontent-tahlil usuli asar mazmunini tematik tasnif qilishga imkon berdi: 45% harbiy va siyosiy voqealar, 25% geografik va etnografik ma’lumotlar, 20% shaxsiy xotiralar va mulohazalar, 10% adabiy va ilmiy mavzular. Strukturalizm elementlari “Boburnoma”ning kompozitsiyasini tahlil qilishda qo‘llanildi. Asar Boburning tug‘ilgan yili va Andijondagi bolalik xotiralari bilan boshlanib, uning taxtga chiqishi, Samarqandga yurishlari, Hirotga sayohati, Kobulda hukmronligi va nihoyat Hindistonda Boburiylar imperiyasining asos solinishi bilan yakunlanadi. Har bir bobda yil, oy va ba’zan kun ko‘rsatilgan - bu Boburning aniq va tizimli fikrlashini ko‘rsatadi. Germenevtik usul orqali asardagi ba’zi ramziy iboralar va hikmatli so‘zlar chuqur talqin qilindi. Masalan, “Har nechuk imkon topilsa, el qayg‘usin yemoq kerak” degan gap Boburning adolatli hukmdor sifatidagi falsafasini ifodalaydi. Qiyosiy-tipologik usul “Boburnoma”ni Yevropa Uyg‘onish davri memuarlari - Benvenuto Cellinining “Hayot” asari va Jan-Jak Russo “E’tiroflar”i - bilan solishtirish imkonini berdi. Boburning o‘z xatolarini ochiq tan olishi, tabiatni nozik his qilishi va odamlarga bo‘lgan mehr-muhabbati uni Uyg‘onish davrining buyuk insonlari qatoriga qo‘yadi. Shu bilan birga, Boburning sharqona kamtarligi va taqvodorligi uning asariga alohida falsafiy chuqurlik beradi. Ushbu murakkab va ko‘p qirrali metodologik yondashuv “Boburnoma”ning adabiy, tarixiy, psixologik va falsafiy ahamiyatini har tomonlama ochib berishga xizmat qildi. Boburnoma“ o‘zida bayon qilingan voqealar jarayoniga ko‘ra 3 qismga: Boburning Movarounnahr (1494-1504), Afg‘oniston (1504-1524) va Hindiston (1524- 1530)dagi hukmdorlik davriga bo‘linadi. Birinchi qismda Boburning otasi - temuriylarning Farg‘ona ulusi hokimi Umarshayx Mirzo (1461-1494) xususida hamda Boburning Farg‘ona taxtiga o‘tirishi (1494-yil iyun), ammo Temuriylar davlatida avj olgan taxt uchun kurash oqibatida o‘z ulusidan mahrum bo‘lishi (15-asr 90- yillari), Samarqand uchun Shayboniyxonga qarshi olib borgan jangu jadallari (1497- 1501)ning behuda ketishi va nihoyat, toju taxtdan butunlay ajrab,

ISSN 3030-3907

Hisor tog‘lari orqali taxminan 250 navkar bilan Afg‘onistonga yuz tutishi (1504) haqidagi voqealar batafsil zikr qilingan. Ikkinchi qismda Boburning Kobulni zabt etgani, so‘ng u yerda mustaqil davlat tuzgani (1508), Eron shohi Ismoil Safaviyning harbiy yordami bilan Samarqandni yana ishg‘ol qilgani (1511), lekin shayboniylar (Ubaydulla Sulton, Muhammad Temur Sulton va Jonibek Sulton)dan yengilib (1512), Kobulga qaytgani, keyin esa Hindistonni zabt etishga hozirlik ko‘ra boshlagani xususidagi voqealar bayon etilgan. Uchinchi qism esa Boburning Dehli sultoni Ibrohim Lo‘diyni mag‘lub etib (qarang Panipat janglari), Shim. Hindistonni bosib olgani (1526) va Boburiylar davlatini barpo qilgani haqidagi ma’lumotlardan iborat.„Boburnoma“da keltirilgan barcha ma’lumotlar, xususan Farg‘ona, Toshkent, Samarqand, Hisor, Chag‘oniyon va Shim. Afg‘onistonning 15-asr 80- 90- yillari va 16-asr 1choragidagi siyosiy ahvoliga doir xabarlar o‘zining batafsilligi bilan shu xususdagi boshqa adabiyotlardan tubdan farq qiladi. Shuningdek, asar muallifning muayyan tarixiy voqea haqida hamda o‘zaro dushmanlik qilgan temuriylar - Umarshayx, Sulton Ahmad, Sulton Mahmud, Boysung‘ur Mirzo, Sulton Husayn va boshqalarning xulq-atvori, tabiati xususida bildirgan fikr-mulohazalari bilan ham ahamiyatlidir. „Boburnoma“ 16-asrdan boshlab hozirgacha dunyoning ko‘p tillari - ingliz, golland, fransuz, fors, nemis, italyan, rus, hind, urdu va boshqa tillariga bir necha martalab tarjima qilindi, sharh-izohlar bilan nashr etildi. Angliya, Amerika, Fransiya, Rossiya, Hindiston, Pokiston, Afg‘oniston, Turkiya, Yaponiya kabi o‘nlab mamlakat olimlarining ilmiy tadqiqotlarida „Boburnoma“ning insoniyat yaratgan o‘lmas obidalar qatorida alohida o‘rinda turishi ta’kidlanadi. „Boburnoma“ning jahonga mashhur bo‘lishida, asosan ingliz sharqshunoslarining xizmati katta bo‘ldi. Yevropadagina emas, balki jahonda birinchi to‘liq nashrini (ingliz tilida) 1826-yilda J. Leyden va V. Erskin amalga oshirdi. F. Talbot esa mazkur nashr asosida 2-marta (1878, 1909) uning qisqartirilgan nashrlarini chop ettirdi. 1921-yilda ingliz sharqshunosi A. Beverij „Boburnoma“ni mustaqil suratda asl nusxadan qayta tarjima qildi. Birgina Angliyaning o‘zida „Boburnoma“ tarjimalari to‘qqiz marta nashr etildi.

XULOSA.

“Boburnoma” - buyuk shoh va shoir Zahiriddin Muhammad Boburning o‘z hayoti, kurashlari va orzulari haqidagi samimiy va badiiy xotiralaridir. Asar o‘zbek adabiyotida memuar janrining yuksak namunasi bo‘lib, unda tarixiy haqiqat bilan badiiy mahorat uyg‘unlashgan. Boburning oddiy, jonli va aniq tili asarni har bir o‘quvchi uchun tushunarli va jozibali qilgan. “Boburnoma” nafaqat Bobur davrini o‘rganish uchun asosiy manba, balki inson qalbi, tabiat muhabbati va taqdir sinovlari haqidagi abadiy asardir. Ushbu asar bugungi kunda ham o‘z ilmiy va badiiy qimmatini to‘liq saqlab kelmoqda.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zahiriddin Muhammad Bobur. “Boburnoma”. (P.Ishoqov, H.Yoqubov, N.Hasanov tarjimasi). - Toshkent: O‘zbekiston, 2011.
2. Zahiriddin Muhammad Bobur. “Devon”. - Toshkent: G‘afur G‘ulom nomidagi Adabiyot va san’at nashriyoti, 1989.
3. Bobur. “Boburnoma” (faksimile nusxa, London qo‘lyozmasi). - Toshkent: Fan, 2002.
4. Hasanov N. “Bobur va uning ‘Boburnoma’si”. - Toshkent: O‘zbekiston, 1993.
5. Sultonov U. “Boburning adabiy merosi”. - Toshkent: Fan, 1982.
6. Qosimov B. “Milliy uyg‘onish davri adabiyoti”. - Toshkent: Akademnashr, 2013.
7. Dale, S.F. “The Garden of the Eight Paradises: Babur and the Culture of Empire in Central Asia, Afghanistan and India (1483-1530)”. - Leiden: Brill, 2004. (o‘zbek tiliga tarjima qilingan qismlar asosida)
8. O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Sharqshunoslik instituti. “Boburnoma - qo‘lyozmalar katalogi”. - Toshkent: Sharq, 2005.

ISSN 3030-3907

REFINING OF COTTONSEED OIL USING AN ALKALINE EXTRACT SOLUTION DERIVED FROM COTTON STALK ASH AND EVALUATION OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF THE REFINED OIL

Boltaev Mirjalol
PhD student Tashkent Institute of Chemical Technology, Faculty of Food technology, Department of food and perfumery technology, Uzbekistan.
ORCID ID:
E-mail: mirjalolboltayev@mail.ru
Tel: +998957002707
https://orcid.org/0000-0002-3172-658X
Serkaev Kamar
PhD doctor, Tashkent Institute of Chemical Technology, Faculty of Food technology, Department of food and perfumery technology, Uzbekistan.
E-mail: serkayev@mail.ru
Tel: +998903592754
https://orcid.org/0009-0009-8316-4994

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda paxta poyasi kulidan olingan ishqoriy ekstraktni paxta moyini rafinatsiya qilish jarayonida an’anaviy ishqoriy reagentlarga muqobil sifatida qo‘llash imkoniyati o‘rganilgan. Paxta poyasi kuli — bu maishiy va xizmat ko‘rsatish obyektlarida paxta poyalarini yoqish natijasida hosil bo‘ladigan qishloq xo‘jaligi chiqindisi bo‘lib, undan samarali foydalanish dolzarb masalalardan biridir. Tajriba jarayonida kul va distillangan suv 1:5 massa nisbatda qaynatilib, ishqoriy ekstrakt olingan va u paxta moyini rafinatsiya qilishning neytrallash bosqichida qo‘llanilgan. Rafinatsiyadan so‘ng moyning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari sezilarli darajada yaxshilangani kuzatildi: kislotalilik soni 5 mg KOH/g dan 0,15 mg KOH/g gacha kamaydi, peroksid soni 7 dan 2 meq O_2/kg gacha pasaydi, rang ko‘rsatkichlari yaxshilanib, Lovibond bo‘yicha qizil birliklar 50 dan 7 gacha kamaydi. Bundan tashqari, moyning tiniqligi oshdi, unda sovun va cho‘kma aniqlanmadi. UV–Vis spektrofotometrik tahlil natijalari 420–430 nm diapazonda maksimal yutilishni ko‘rsatib, karotinoid pigmentlar mavjudligini tasdiqladi, uzoq to‘lqinli sohada esa yutilish qiymatlarining nolga yaqinlashishi moyning optik tozaligini ko‘rsatdi. Olingan natijalar paxta poyasi kulidan olingan ishqoriy ekstrakt paxta moyini rafinatsiya qilishda samarali, iqtisodiy jihatdan maqbul va ekologik barqaror muqobil reagent ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: paxta poyasi kuli ekstrakti, optimal konsentratsiya, neytrallash, rang ko‘rsatkichi, kislotalilik soni, peroksid soni.

Аннотация. В данном исследовании рассматривается возможность использования щелочного экстракта, полученного из золы стеблей хлопчатника, в качестве альтернативы традиционным щелочным реагентам при рафинации хлопкового масла. Зола стеблей хлопчатника является побочным продуктом сельского хозяйства, образующимся при сжигании стеблей в бытовых и сервисных условиях, и её эффективное использование остаётся актуальной задачей. В эксперименте зола и дистиллированная вода кипятились в массовом соотношении 1:5 с целью получения щелочного экстракта, который затем применялся на стадии нейтрализации при рафинации хлопкового масла. После проведения процесса рафинации были зафиксированы значительные улучшения физико-химических показателей масла: кислотное число снизилось с 5 мг KOH/г до 0,15 мг KOH/г, перекисное число уменьшилось с 7 до 2 мэкв O_2/кг, улучшились цветовые характеристики — показатель красных единиц по Ловибонду снизился с 50 до 7. Кроме того, масло стало более прозрачным, в нём не обнаружено мыла и осадка. Спектрофотометрический анализ в УФ–видимой области показал максимум поглощения в диапазоне 420–430 нм, что подтверждает наличие каротиноидных пигментов, тогда как в области длинных волн значения поглощения стремятся к нулю, что свидетельствует об оптической чистоте масла. Полученные результаты показывают, что щелочной экстракт из золы стеблей хлопчатника является эффективным, экономически целесообразным и экологически устойчивым альтернативным реагентом для рафинации хлопкового масла.

Ключевые слова: экстракт золы стеблей хлопчатника, оптимальная концентрация, нейтрализация, цветовой показатель, кислотное число, перекисное число.

Abstract. This study investigates the feasibility of using an alkaline extract obtained from cotton stalk ash as an alternative to conventional alkaline reagents in the refining of cottonseed oil. Cotton stalk ash is an agricultural by-product formed as a residue from the combustion of cotton stalks in household and service facilities, and its effective utilization remains an important issue. In the experimental procedure, ash and distilled water were boiled at a mass ratio of 1:5 to obtain an alkaline extract, which was subsequently applied during the neutralization stage of cottonseed oil refining. Following the refining process, significant improvements in the physicochemical properties of the oil were observed: the acid value decreased from 5 mg KOH/g to 0.15 mg KOH/g, the peroxide value declined from 7 to 2 meq O_2/kg, and the color characteristics improved, with the Lovibond red units reduced from 50 to 7. In addition, the oil exhibited increased clarity, with no detectable soap or sediment. UV–Vis

ISSN 3030-3907

spectrophotometric analysis revealed a maximum absorbance in the 420–430 nm range, confirming the presence of carotenoid pigments, while the absorbance values in the longer wavelength region approached zero, indicating the optical purity of the oil.The results demonstrate that the alkaline extract derived from cotton stalk ash is an effective, economically viable, and environmentally sustainable alternative reagent for the refining of cottonseed oil.

Keywords: cotton stalk ash extract, optimal concentration, neutralization, color index, acid value, peroxide value

INTRODUCTION.

Vegetable oils play an important role in human nutrition, and their quality is determined by physicochemical and organoleptic parameters. Although oils mainly consist of triacylglycerols, they also contain minor components such as phospholipids, sterols, tocopherols, and pigments, which directly affect their quality and stability [1]. Therefore, controlling these components during processing is essential.

Crude vegetable oils contain coloring substances primarily composed of carotenoids and chlorophylls, which impart yellow, reddish, or green hues to the oil. In addition to influencing the appearance, these pigments also affect oil quality; thus, their reduction during the refining process is necessary [2]. Furthermore, pigments formed as a result of oxidation and other reactions during technological processes also contribute to color changes [2].

Changes in the color of refined oils are often explained by the “color reversion” phenomenon. This process is mainly associated with oxidation reactions, particularly involving oxidation products of γ-tocopherol and other minor components [2]. Therefore, optimizing the refining process is crucial to maintaining color stability and improving oil quality.

Vegetable oil refining consists of several stages, including degumming, neutralization, bleaching, and deodorization. These stages aim to reduce free fatty acids, phospholipids, pigments, and other undesirable components present in the oil [1]. In particular, alkaline reagents are used during the neutralization stage to remove free fatty acids in the form of soap.

One of the key indicators for evaluating oil quality is its color. Vegetable oils are typically yellow or light-colored, and their color is determined using the Lovibond colorimetric method [3]. The color depends on the concentration of pigments in the oil, and its reduction during refining indicates an improvement in oil quality [3].

In recent years, studies have focused on using alkaline solutions derived from biomass waste as alternatives to conventional alkaline reagents. For instance, research on obtaining alkaline solutions from cocoa shell ash has shown

ISSN 3030-3907

that potassium carbonate is the main component in the ash, and when extracted with water, it forms an alkaline solution [4]. During combustion, minerals in the ash convert into carbonates, which subsequently react with water to produce an alkaline medium.

Ash derived from agricultural waste is considered a valuable source of alkaline reagents. Studies investigating the chemical composition of ash obtained from cocoa husks, palm bunch waste, maize residues, and peanut shells revealed the presence of potassium and sodium compounds in their liquid extracts. Based on chemical analyses, potassium carbonate was identified as the main alkaline component, particularly abundant in cocoa husk and palm waste ash, making these materials suitable as practical sources of alkali [5]. Additionally, all studied ash samples were found to be water-soluble and capable of producing an alkaline medium, indicating their potential as alternatives to conventional alkaline reagents.

These findings also demonstrate that potassium and sodium compounds can be economically extracted from agricultural waste ash. Due to the higher content of alkaline compounds in cocoa husk and palm waste ash, these materials are considered particularly suitable for traditional black soap production. Experimental results showed that the produced soap samples had good solubility, consistency, cleansing ability, and foaming properties [5]. This suggests that ash-based solutions can be effectively used as alternative reagents in oil refining processes.

The effectiveness of ash materials derived from plant waste in oil purification has also been demonstrated. For example, a study using banana peel ash showed that this material is highly effective in reducing free fatty acids, achieving up to 97% reduction under optimal conditions [6]. In addition, ash-based materials also exhibit a certain degree of effectiveness in reducing pigments.

These studies indicate that parameters such as temperature, time, and reagent dosage play a crucial role in the refining process, and their optimization significantly improves oil quality [6]. This highlights the importance of scientifically controlling refining processes based on ash extracts.

In general, the literature review shows that color, free fatty acids, and other physicochemical parameters are the main quality indicators in vegetable oil refining. Modern studies confirm that ash extracts derived from biomass waste can serve as effective, economical, and environmentally friendly alternatives to conventional alkaline reagents. Moreover, colorimetric and spectrophotometric methods play an important role in evaluating oil quality.

MATERIALS AND METHODS.

ISSN 3030-3907

Materials. A crude cottonseed oil sample with an acid value of 5 mg KOH/g was used as the research object. An alkaline extract obtained from cotton stalk ash, considered a household waste material, was applied as the alkaline reagent. Distilled water was used in the preparation of the extract. After the neutralization stage, the resulting refined cottonseed oil was analyzed under laboratory conditions.

Preparation of Ash Extract. The alkaline solution was obtained from cotton stalk ash using an aqueous extraction method. For this purpose, ash and distilled water were mixed at a mass ratio of 1:5 and boiled. During boiling, the alkaline components of the ash (mainly carbonates) were transferred into the solution. After cooling, the solution was filtered to remove solid residues and then concentrated by evaporation up to 75%. The obtained extract was subsequently used as an alkaline reagent in the refining process. This method is based on existing scientific studies on obtaining alkaline solutions from biomass ash, as well as the author's previous research (4, 7–14).

Refining of Cottonseed Oil. The refining of cottonseed oil was carried out under laboratory conditions using the alkaline neutralization method. During the process, the prepared ash extract was added to the oil in a specific amount and thoroughly mixed.

The refining process was conducted under the following conditions:

- Temperature: 50–55°C
- Time: 30 minutes
- Continuous stirring

During the process, the alkaline solution reacted with free fatty acids present in the oil, forming soap. The resulting soapstock was separated using a separator, and the purified oil was collected for further analysis. This process follows the principles of a continuous refining mechanism.

To evaluate the quality parameters of the refined oil samples, UV–Vis spectrophotometric analysis was performed in the wavelength range of 200–800 nm.

The color characteristics of both crude and refined oil samples were initially determined using a Lovibond colorimeter. In addition, the color of the refined oil was also evaluated based on UV–Vis spectral data. The results obtained from the Lovibond measurements were compared with those derived from the UV–Vis spectrogram. Based on the absorbance values, the color intensity and quality level of the oil were determined, and their changes after the refining process were analyzed.

RESULTS AND DISCUSSION.

ISSN 3030-3907

Refining Results Using Ash Extract: The physicochemical properties of the cottonseed oil used for refining are presented in Table 1.

Table 1.

Physicochemical properties of the received cottonseed oil

Acid Value	Color Index. Red units at 35 yellow units (Lovibond)	Non-oil impurities (sediment)	Moisture and volatile matter
5 mg KOH/g	50	0,1 %	0,2 %

The refining of cottonseed oil was carried out under laboratory conditions using a concentrated alkaline extract solution obtained from cotton stalk ash by evaporation to 75% (density 1.2 g/mL, normality 3.41). This concentrate was selected in accordance with Table 2, which was developed on the basis of the values determined as optimal in previous studies.

Table 2.

Dependence of solution density and pH on solution concentration

Evaporation Degree (%)	Density (g/mL)	pH	Normality (N)
0	1.04	11.0	0.20
5	1.05	11.2	0.30
10	1.07	11.4	0.45
15	1.08	11.6	0.60
25	1.10	12.0	1.00
30	1.12	12.2	1.30
35	1.13	12.4	1.60
40	1.14	12.6	1.90
45	1.15	12.8	2.20
50	1.16	13.0	2.50
55	1.17	13.2	2.80
60	1.18	13.4	3.00
65	1.19	13.6	3.20
70	1.195	13.8	3.30
75	1.20	14.0	**3.41**
80	1.21	14.0	**0.856**
85	1.215	14.0	0.70

During the process, the alkaline solution reacted with the free fatty acids present in the oil, forming a soap fraction, which was then separated from the oil through phase separation. In the course of the study, the physicochemical

ISSN 3030-3907

properties of the oil before and after refining were determined and compared with each other (Table 3). In particular, the color parameters were also measured using a Lovibond optical instrument. According to the results, the color of the oil was found to be 7 red units at 35 yellow units. The results obtained from the UV–Vis analysis were also consistent with this value.

Table 2.

Rafinatsiya natijasida olingan paxta moyining fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

Parameters	Initial	After Refining
Red units at 35 yellow units (Lovibond)	50	7
Acid value (mg KOH/g)	5	0.15
Soap content (%)	Not determined	Not detected
Sediment (%)	0.1	Not detected
Clarity	Not clear	Clear
Peroxide value (meq O_2/kg)	7	2
Moisture and volatile matter (%)	0.2	0.08

According to the data presented in Table 3, the refining process carried out using the ash extract led to a significant improvement in the main quality indicators of cottonseed oil. In particular, the Lovibond color index (red units at 35 yellow units) decreased from an initial value of 50 to 7, indicating an effective reduction of color-forming pigments in the oil.

The decrease in acid value from 5 mg KOH/g to 0.15 mg KOH/g confirms that free fatty acids were almost completely neutralized. In addition, the absence of soap content and sediment after refining indicates that the process was properly conducted and that undesirable components were effectively removed.

The change in oil clarity from “not clear” to “clear” confirms an improvement in its optical properties. The reduction in peroxide value from 7 to 2 meq O_2/kg indicates a decrease in oxidation products. Furthermore, the decrease in moisture and volatile matter content from 0.2% to 0.08% reflects an overall improvement in oil quality parameters.

Overall, the obtained results demonstrate that the alkaline extract derived from plant ash is an effective reagent for refining cottonseed oil and that its

ISSN 3030-3907

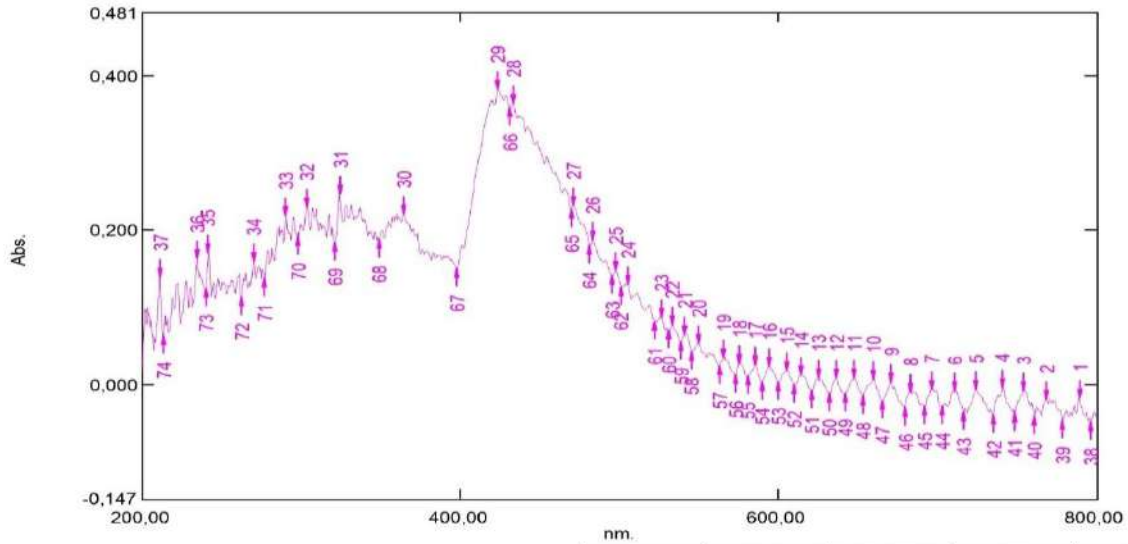
application significantly improves the physicochemical and organoleptic properties of the oil.

In the next stage of the study, the refined oil (previously analyzed using a Lovibond instrument) was also examined using UV–Vis spectrophotometry. The UV–Vis spectrum of the refined oil samples was studied in the wavelength range of 200–800 nm.

Spectrum Peak Pick Report

13.04.2026 10:32:29

Data Set: File_260413_102944 - RawData



[Measurement Properties]
Wavelength Range (nm.): 200.00 to 800.00
Scan Speed: Fast
Sampling Interval: 0,5
Auto Sampling Interval: Enabled
Scan Mode: Single

[Instrument Properties]
Instrument Type: UV-2600 Series
Measuring Mode: Absorbance
Slit Width: 2,0
Accumulation time: 0,1 sec.
Light Source Change Wavelength: 323,0 nm
Detector Unit: External(2Detector)
Detector Change Wavelength: 830,0 nm
S/R Exchange: Normal
Stair Correction: OFF

[Attachment Properties]
Attachment: None

[Operation]
Threshold: 0,0010000
Points: 4
InterPolate: Disabled
Average: Disabled

[Sample Preparation Properties]
Weight:
Volume:
Dilution:
Path Length:
.....

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	↑	789.50	-0.017	
2	↑	768.50	-0.018	
3	↑	754.00	-0.007	
4	↑	741.50	-0.003	
5	↑	724.50	-0.005	
6	↑	711.50	-0.007	
7	↑	696.50	-0.005	
8	↑	683.00	-0.008	
9	↑	671.00	0.003	
10	↑	660.50	0.007	
11	↑	648.00	0.009	
12	↑	636.50	0.009	
13	↑	625.00	0.009	
14	↑	614.50	0.012	
15	↑	605.50	0.018	
16	↑	594.00	0.024	
17	↑	585.50	0.026	
18	↑	575.50	0.029	
19	↑	566.00	0.036	
20	↑	550.00	0.054	
21	↑	541.50	0.065	
22	↑	533.50	0.077	
23	↑	526.50	0.088	
24	↑	505.50	0.131	

Figure 1. UV–Vis spectrum of refined cottonseed oil (in the 505–800 nm range) and the decreasing trend of absorbance in the long-wavelength region

Measurements were carried out using a spectrophotometer in absorbance mode. In the 505–550 nm range, a consistent decrease in absorbance values from 0.131 to 0.054 was observed, indicating a gradual reduction of color-forming

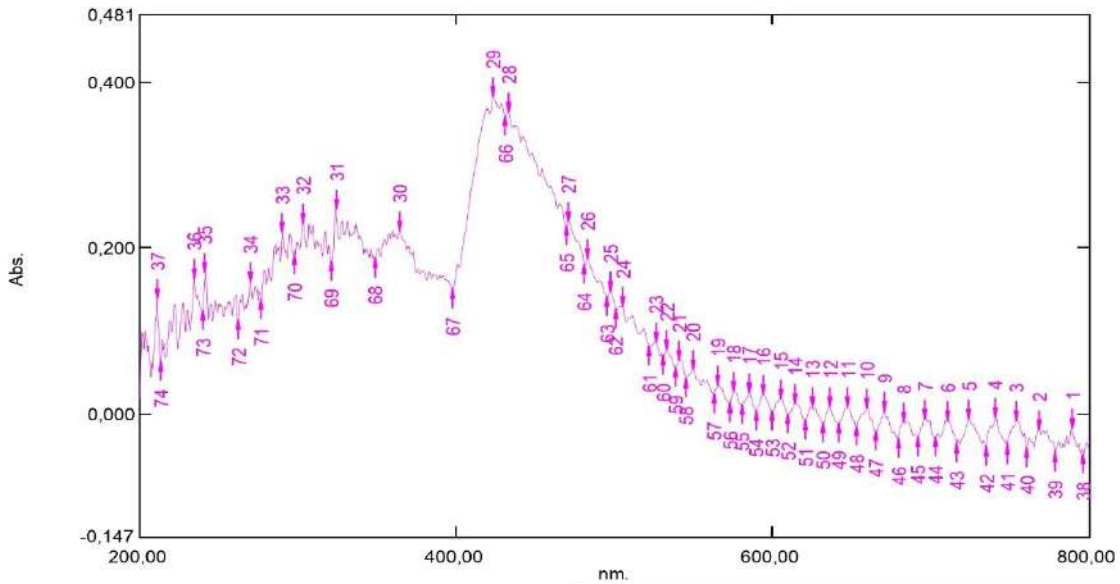
ISSN 3030-3907

components in this region. At wavelengths above 550 nm, a sharp decline in absorbance values was recorded; beyond 650 nm, the values approached zero, and in some cases, small negative values (due to instrumental noise) were observed. This indicates the absence of pigments absorbing in the long-wavelength region, particularly dark-colored compounds, and confirms a high degree of optical clarity in the sample (Figure 1).

Spectrum Peak Pick Report

13.04.2026 10:32:29

Data Set: File_260413_102944 - RawData



[Measurement Properties]
Wavelength Range (nm.): 200.00 to 800.00
Scan Speed: Fast
Sampling Interval: 0,5
Auto Sampling Interval: Enabled
Scan Mode: Single

[Instrument Properties]
Instrument Type: UV-2600 Series
Measuring Mode: Absorbance
Slit Width: 2,0
Accumulation time: 0,1 sec.
Light Source Change Wavelength: 323,0 nm
Detector Unit: External(2Detector)
Detector Change Wavelength: 830,0 nm
S/R Exchange: Normal
Stair Correction: OFF

[Attachment Properties]
Attachment: None

[Operation]
Threshold: 0,0010000
Points: 4
InterPolate: Disabled
Average: Disabled

[Sample Preparation Properties]
Weight:
Volume:
Dilution:
Path Length:
.....

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
25	↑	498.00	0.148	
26	↑	483.50	0.187	
27	↑	471.50	0.233	
28	↑	433.50	0.364	
29	↑	423.50	0.383	
30	↑	364.50	0.221	
31	↑	324.00	0.248	
32	↑	303.00	0.231	
33	↑	290.50	0.219	
34	↑	270.00	0.161	
35	↑	241.50	0.171	
36	↑	234.50	0.163	
37	↑	211.00	0.139	
38	↓	797.00	-0.049	
39	↓	779.00	-0.047	
40	↓	761.00	-0.041	
41	↓	749.00	-0.036	
42	↓	735.00	-0.039	
43	↓	717.00	-0.036	
44	↓	703.50	-0.028	
45	↓	692.50	-0.027	
46	↓	679.50	-0.030	
47	↓	666.00	-0.021	
48	↓	653.00	-0.014	

Figure 2. UV–Vis spectrum of refined cottonseed oil (in the 230–500 nm range) and the maximum absorption observed at 423.5 nm

In the 400–500 nm range, a significant increase in absorbance values was observed, with a maximum absorption peak at 423.5 nm (Abs = 0.383), indicating

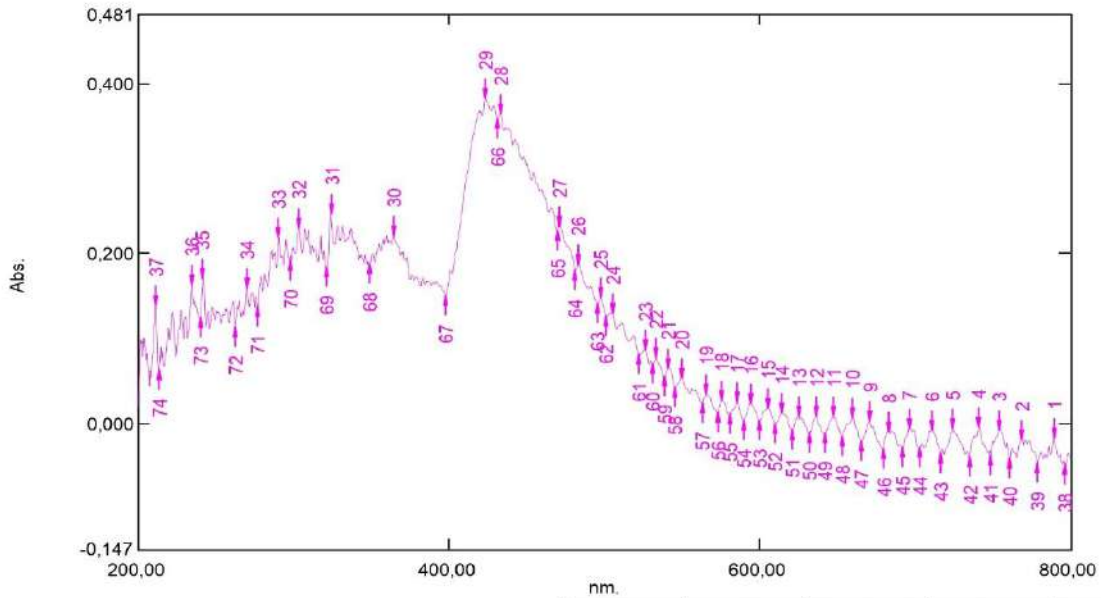
ISSN 3030-3907

the presence of carotenoid pigments in the oil. In the 450–500 nm interval, the decrease in absorbance values from 0.233 to 0.148 reflects a reduction in color intensity. The absorption observed in the 300–370 nm range (Abs ≈ 0.22–0.25) can be attributed to the presence of organic compounds. The absorption recorded in the 230–270 nm region (Abs ≈ 0.16–0.17) is characteristic of conjugated systems, which are typical for vegetable oils. The approach of absorbance values to zero above 650 nm further confirms the optical purity of the sample (Figure 2).

Spectrum Peak Pick Report

13.04.2026 10:32:29

Data Set: File_260413_102944 - RawData



[Measurement Properties]
Wavelength Range (nm.): 200.00 to 800.00
Scan Speed: Fast
Sampling Interval: 0,5
Auto Sampling Interval: Enabled
Scan Mode: Single

[Instrument Properties]
Instrument Type: UV-2600 Series
Measuring Mode: Absorbance
Slit Width: 2,0
Accumulation time: 0,1 sec.
Light Source Change Wavelength: 323,0 nm
Detector Unit: External(2Detector)
Detector Change Wavelength: 830,0 nm
S/R Exchange: Normal
Stair Correction: OFF

[Attachment Properties]
Attachment: None

[Operation]
Threshold: 0,0010000
Points: 4
InterPolate: Disabled
Average: Disabled

[Sample Preparation Properties]
Weight:
Volume:
Dilution:
Path Length:
.....

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
49		642.00	-0.011	
50		632.00	-0.011	
51		621.50	-0.008	
52		610.00	0.000	
53		599.50	0.003	
54		589.50	0.004	
55		581.00	0.011	
56		573.00	0.013	
57		563.00	0.025	
58		546.00	0.043	
59		538.50	0.055	
60		531.50	0.070	
61		522.50	0.081	
62		501.50	0.126	
63		496.00	0.141	
64		481.50	0.180	
65		469.50	0.227	
66		431.50	0.359	
67		398.00	0.151	
68		348.50	0.187	
69		321.00	0.183	
70		297.50	0.192	
71		277.00	0.137	
72		262.00	0.113	

Figure 3. UV–Vis spectrum of refined cottonseed oil (in the 260–650 nm range) and the gradual decrease in absorbance values

ISSN 3030-3907

A sharp increase in absorbance values was observed in the 400–450 nm range, with a pronounced absorption peak at 431.5 nm (Abs = 0.359), further confirming the presence of carotenoid pigments in the oil. In the 450–550 nm interval, the decrease in absorbance values from 0.227 to 0.070 indicates a reduction in color intensity and suggests that the oil has a light yellow color.

In the 550–600 nm range, the absorbance values decreased from 0.043 to 0.003, indicating that absorption is nearly negligible. At wavelengths above 600 nm, the absorbance values approached zero, and in some cases, small negative values were observed, confirming the optical clarity of the sample and the absence of pigments absorbing in the long-wavelength region (Figure 3).

At the same time, the absorption recorded in the 260–320 nm range (Abs ≈ 0.11–0.19) indicates the presence of conjugated organic systems in the oil.

CONCLUSION.

The results of the conducted study demonstrate that cottonseed oil can be effectively refined using an alkaline extract derived from plant ash. The neutralization process based on the ash extract led to a significant reduction in free fatty acids, color-forming pigments, and other undesirable components present in the oil.

Physicochemical analysis showed that the acid value decreased from 5 mg KOH/g to 0.15 mg KOH/g, the peroxide value declined from 7 to 2 meq O_2/kg, and the content of moisture and volatile matter was reduced from 0.2% to 0.08%. In addition, the absence of soap and sediment after refining, along with improved clarity, was confirmed. The color index (according to Lovibond) improved significantly, with red units decreasing from 50 to 7, indicating the effective removal of pigments.

The results of UV–Vis spectrophotometric analysis also confirmed the efficiency of the refining process. A maximum absorption was observed in the 420–430 nm range (Abs ≈ 0.383 at 423.5 nm), indicating the presence of carotenoid pigments in the oil. After refining, the absorbance values in the long-wavelength region (above 600 nm) approached zero, confirming the optical clarity of the oil and the absence of dark-colored pigments.

Overall, the alkaline extract obtained from cotton stalk ash can be considered an economically and environmentally viable alternative to conventional alkaline reagents. The obtained results indicate that this method is a promising approach for the refining of cottonseed oil.

REFERENCES

1. Hamm W., Hamilton R.J., Calliauw G. (eds.) *Edible Oil Processing*. – 2nd ed. –Wiley-Blackwell, 2013. – P. 3–15.

ISSN 3030-3907

2. Chen X., Sun S. Color reversion of refined vegetable oils: A review // *olecules*. – 2023. – Vol. 28. – 5177. – P. 1–19. DOI: 10.3390/molecules28135177
3. Endo Y. Analytical Methods to Evaluate the Quality of Edible Fats and Oils: The JOCS Standard Methods for Analysis of Fats, Oils and Related Materials (2013) and Advanced Methods // *Journal of Oleo Science*. – 2018. – Vol. 67, No. 1. – P. 1–10. DOI: 10.5650/jos.ess17130
4. Afrane G. Leaching of caustic potash from cocoa husk ash // *Bioresource Technology*. – 1992. – Vol. 41. – P. 101–104.
5. Taiwo O.E. Production of soap using plant ash alkali // *Bioresource Technology*. – 2001. – Vol. 79. – P. 95–97.
6. Ogbu A.I., Ovuoraye P.E., Ajemba R.O., Dehghani M.H. Functionality and mechanistic parametric study of the potential of waste plantain peels and commercial bentonite for soybean oil refining // *Scientific Reports*. – 2023. – Vol. 13. – Article 19569. – P. 1–20. DOI: 10.1038/s41598-023-46842-1
7. Boltaev M.A., Serkaev K.P. Study of the composition of cotton stalk ash and determination of potassium hydroxide concentration transferred into solution during aqueous extraction for refining unrefined oil obtained from low-grade cotton seeds // *Universum: Technical Sciences: Electronic Scientific Journal*. – 2025. – No. 4(133).
9. Boltaev M.A., Serkaev K.P. Optimal extraction conditions for alkaline components from cotton stalk ash using water // *CAFET*. – 2025. – Vol. 3, Issue 4.
10. Boltaev M.A., Serkaev K.P. Use of alkaline solutions obtained from ash in vegetable oil refining // Proceedings of the International Scientific and Technical Conference “Systematic Thinking in Engineering Technologies”. – Tashkent, 2025. – October 16–17. – P. 188–190.
11. Boltaev M., Serkaev K. Refining of cottonseed oil using cotton stalk ash // Proceedings of the III International Scientific and Technical Conference “Innovative Technologies for the Production of Glass, Ceramics and Binding Materials”. – Tashkent, 2024. – May 21–22. – P. 349–353.
12. Boltaev M., Serkaev K. Transferring K_2O from cotton ash into solution in a form suitable for vegetable oil refining // International Scientific Forum “Sustainable Development and Green Economy”. – Tashkent, 2025. – May 28–31. – P. 389–391.
13. Boltaev M., Serkaev K. Application of ash filtrate in the washing stage of neutralized cottonseed oil // Proceedings of the XIII International Symposium on Current Developments in Science, Technology and Social Sciences (BILTEK-XIII). – Paris, France, 2025. – December 18–21. – P. 1067–1071.

ISSN 3030-3907

14. Boltaev M., Serkaev K. Refining of cottonseed oil using cotton stalk ash // Proceedings of the Tashkent International Congress on Modern Sciences-III. – Tashkent, Uzbekistan, 2024. – April 22–23. – P. 934–940.
15. Boltayev M.A. Changing the alkaline properties of cotton stalk ash extract depending on the degree of evaporation and determining optimal conditions for refining vegetable oils. *Universum: Technical Sciences*. 2026; 4(145). Available at: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/22388. DOI: 10.32743/UniTech.2026.145.4.22388

ГЕРУНДИЙ

Юсупов Джангир Олтинбекович
Студент Сам.ГМУ., 116-группа лечебного факультета.
Ибрагимова Севда Джахангировна.
Студентка Сам.ГМУ. 116-группа лечебного факультета.
Бекназарова Мохия Кенжаевна
Научный руководитель ассистент кафедры языков Сам.ГМУ..

Аннотация. Данная работа посвящена изучению системы глагольных имен в латинском языке, а именно герундию . В теоретической части обосновывается статус герундия как отглагольного существительного и описываются особенности его употребления в косвенных падежах. Рассматривается герундив как отглагольное прилагательное со значениями пассивности и долженствования. В статье подробно анализируется синтаксическая трансформация, при которой герундив выступает эквивалентом герундия с прямым дополнением. Практическая ценность работы заключается в представленных алгоритмах перевода данных конструкций на русский язык и сопоставлении латинских глагольных форм с герундиальными конструкциями в германских и романских языках.

Ключевые слова: лингвистика, латинская грамматика, Gerundium, Gerundivum, глагольные формы, объектный герундив, сравнительное языкознание.

Abstract. The article examines the functional and semantic features of the Gerund (Gerundium) and the Gerundive (Gerundivum) in the Latin language. A detailed analysis of their morphological characteristics, case systems, and syntactic roles in a sentence is provided. Particular attention is paid to the dual nature of these forms, which combine verbal and nominal properties. The author also offers a comparative analysis of the Latin gerund with similar structures in modern European languages (English, French, and German), which allows for a deeper understanding of the specifics of translating these categories into Russian.

Keywords: Latin language, Gerund, Gerundive, verbal noun, verbal adjective, comparative typology, Latin syntax.

Annotatsiya. Ushbu ish lotin tilidagi fe’l otlari tizimini, xususan, gerundiyni o‘rganishga bag‘ishlangan. Nazariy qismda gerundiyning fe’ldan yasalgan ot sifatidagi maqomi asoslab beriladi va uning bilvosita kelishiklarda qo‘llanish xususiyatlari tavsiflanadi. Gerundiv passivlik va majburiylik ma’nolariga ega bo‘lgan fe’ldan yasalgan sifatdosh sifatida qaraladi. Maqolada gerundiv to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘ldiruvchi bilan gerundiyning ekvivalenti vazifasini bajaradigan sintaktik transformatsiya batafsil tahlil qilinadi. Ishning amaliy ahamiyati ushbu konstruksiyalarni rus tiliga tarjima qilishning taqdim etilgan

ISSN 3030-3907

algoritmlarida va lotin fe’l shakllarini german va roman tillaridagi gerundial konstruksiyalar bilan taqqoslashda namoyon bo‘ladi.

Kalit so‘zlar: tilshunoslik, lotin grammatikasi, Gerundium, Gerundivum, fe’l shakllari, obyekt gerundivi, qiyosiy tilshunoslik.

ВВЕДЕНИЕ.

Герундий — отглагольное существительное, обозначающее действие как процесс. В русском языке ему более всего соответствуют по значению отглагольные существительные на -ние, -тие или инфинитив, который, называя действие, сближается с существительным (ср. читать полезно, чтение полезно; люблю чтение, люблю читать).

Герундий употребляется в значении косвенных падежей инфинитива; он изменяется только по формам единственного числа и не имеет именительного падежа и беспредложного винительного падежа, роль которых в предложении может играть инфинитив в качестве подлежащего или прямого дополнения (напр., legĕre utile est читать полезно, amo legĕre люблю читать. В первом случае legĕre — подлежащее, во втором — прямое дополнение; передать же его можно и инфинитивом читать и существительным чтение).

Герундий обладает именными и глагольными свойствами. Как существительное герундий изменяется по падежам (четыре падежа ед. числа) и употребляется в предложении в роли косвенного дополнения.

Термины gerundium и gerundīvum— позднего происхождения; они восходят к встречающемуся у позднеантичных грамматиков сочетанию gerundi modus, т. е. «наклонение действия» (gerundi — от гл. gero действовать); архаической формой суффикса -und-

Genetīvus герундия ставится:

1) В роли определения при существительном (в русском языке в этом случае употребляется обычно инфинитив): ars dicendi искусство говорить, искусство речи; verba putandi глаголы (со значением) думать; modus vivendi способ жить, образ жизни.

2) С постпозитивными предлогами causā или gratiā: ornandi causā ради (для) украшения. С подобными сочетаниями не следует смешивать употребление герундия при существительном causā в собственном значении: causā ornandi причина украшения.

3) При прилагательных, требующих родительного падежа :cupĭdus scribendi желающий писать, studiōsus audiendi любитель слушать (других).

Datīvus герундия встречается очень редко, употребляется в значении datīvus finālis . Quisque locum pugnando cepit каждый занял место для сражения.

ISSN 3030-3907

Accusatīvus герундия употребляется преимущественно с предлогом ad и выражает цель, назначение. Homo ad intellegendum et agendum natus est человек рожден для мышления и действия.

Ablatīvus герундия ставится:

1) В значении abl. instrumenti Переводится на русский язык творительным или предложным падежом отглагольного существительного, а также деепричастием. Docendo discĭmus обучая (собственно: обучением, в процессе обучения), мы (сами) учимся.

2) В сочетании с предлогами ex, de, in. Ex discendo capĭmus voluptātem мы получаем удовольствие от учения.

Как всякая глагольная форма, герундий:

1) Определяется наречием: Gutta cavat lapĭdem non vi, sed saepe cadendo капля долбит камень не силой, а частым падением. Наречие saepe при герундии cadendo (abl.) стоит, как при глаголе: gutta saepe cadit капля часто падает.

2) Сохраняет глагольное управление, т. е. дополнение при нем ставится в том же падеже, что и при глаголе. Cupidĭtas legendi libros жажда читать книги, cupĭdus legendi libros желающий читать книги (libros — acc. прямого дополнения при legendi, как при личной форме или при инфинитиве глагола: libros lego я читаю книги; libros legĕre читать книги). При существительном в роли дополнения был бы употреблен родительный падеж (genetīvus objectīvus): lectio librōrum чтение книг.

В новых языках есть формы, аналогичные латинскому герундию. В английском языке Gerund также обладает глагольными и именными признаками и не употребляется во множественном числе. Но Gerund может выступать в роли подлежащего и имеет несколько временных и залоговых форм, напр., reading — being read (Indefinite Active — Passive); having read — having been read (Perfect Active — Passive).

Примеры на употребление герундия в английском языке:

В роли определения (соответствует род. падежу латинского герундия при существительном): I had the pleasure of reading of your success in the newspaper я имел удовольствие прочесть в газете о вашем успехе.

В роли обстоятельства образа действия (соответствует abl. modi): He improved his article by changing the end он улучшил статью, изменив конец.

В роли обстоятельства времени (показывает действие в процессе, соответствует латинской конструкции с in): In retreating German fascists burned down towns and villages при отступлении немецкие фашисты сжигали города и деревни.

ISSN 3030-3907

С прямым дополнением: I remember reading this book я помню, что читал эту книгу.

С наречием: He likes reading aloud он любит читать вслух.

Gerund в форме Perfect Passive (в латинском языке такой формы нет): I remember having been shown this letter я помню, что мне показывали это письмо.

Во французском языке известную аналогию латинскому герундию может составить субстантивированный инфинитив, например lever-le lever поднимать-восход.

«L'appétit vient en mangeant»- аппетит приходит во время еды.

В немецком языке латинскому герундию до известной степени соответствует субстантивированный инфинитив, который отличается от обычных существительных большей глагольностью. Напр.: leben — das Leben жить — жизнь; turnen — das Turnen заниматься гимнастикой — занятие гимнастикой; ср. zeichnen рисовать, чертить, das Zeichnen рисование (процесс), die Zeichnung рисунок (результат процесса рисования).

Герундив — отглагольное прилагательное, в котором в классическую эпоху различаются два значения: а) соответствует русскому страдательному причастию несовершенного вида; б) выражает долженствование[1].

Герундив в первом значении, употребляемый как определение при существительных в косвенных падежах, совпадает с русским страдательным причастием несовершенного вида: labōris ferendi causā ради выполняемой работы, epistŭlā accipiendā laetor радуюсь получаемому письму, locum ad castra ponenda deligĕre выбирать место для устраиваемого лагеря. В приведенных сочетаниях герундив удобнее переводить не отглагольным прилагательным, а отглагольным существительным: ради выполнения работы, радуюсь получению письма, выбирать место для устройства лагеря.

Из этого видно, что герундив — определение при существительном является эквивалентом герундия с прямым дополнением Necessĭtas librōrum legendōrum нельзя перевести «необходимость читаемых книг»; следует перевести «необходимость чтения книг» или «читать книги», чему вполне соответствует латинский герундий с прямым дополнением.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Anatolyevna F. M., Kenzhaevna B. M., Kamariddinovich S. K. The role of word-building elements in teaching the translation-free reading of medical texts //Archive of Conferences. – 2021. – Т. 20. – №. 1. – С. 99-101.

ISSN 3030-3907

2. Mardanovich M. Z. et al. Some Considerations about Legal Solutions and Practices of Certain Problems Writing Recipes //Annals of the Romanian Society for Cell Biology. – 2021. – Т. 25. – №. 4. – С. 5341-5352.
3. Beknazarova M. K. Lotin tilini o‘qitish jarayonida klinik kafedralar bilan integratsiyalashtirilgan mashg‘ulotlarning maqsadli yo‘naltirilishidagi natijalar //Science and Education. – 2022. – Т. 3. – №. 11. – С. 653-656.
4. Beknazarova M. K. THE MOST IMPORTANT CRITERIA FOR EVALUATING STUDENT KNOWLEDGE //Web of Scientist: International Scientific Research Journal. – 2022. – Т. 3. – №. 11. – С. 35-37.
5. Фомина М. А., Бабаева Д. Х., Бекнзарова М. К. О словообразовании в медицинской терминологии //Кронос: психология и педагогика. – 2019. – №. 1 (18). – С. 20-21.
6. Jonibekovna N. D. INTEGRATION OF THE COURSE OF THE LATIN LANGUAGE COURSE WITH THE COURSE OF NORMAL ANATOMY //Web of Scientist: International Scientific Research Journal. – 2022. – Т. 3. – №. 11. – С. 38-40.
7. Фомина М. А., Бекназарова М. К. МЕДИЦИНСКИЕ ТЕКСТЫ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ //The 5th International scientific and practical conference “World science: problems, prospects and innovations”(January 27-29, 2021) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2021. 1300 p. – 2021. – С. 1158.
8. Бекназарова М. К. и др. НАШЕ СЕРДЦЕ НАШЕ PERFECTUM MOBILE //Central Asian Journal of Literature, Philosophy and Culture. – 2023. – Т. 4. – №. 11. – С. 170-173.
9. Beknazarova M. K. Antik Davr Adabiyoti Va Namoyondalari //Journal of Innovation in Educational and Social Research. – 2024. – Т. 2. – №. 10. – С. 43-45.

ISSN 3030-3907

UDK 621.67

APPLICATION AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF DYNAMIC PUMPS IN MODERN INDUSTRY

Norboyev Abduahat Tohir o‘g‘li
Assistant Lecturer, Department of Automation and Technological Processes, Yangiyer Branch of Tashkent Institute of Chemical Technology
Email: ahad.uzb.1994@gmail.com
Tolibov Behruz Turg‘unboy o‘g‘li
Independent Researcher Yangiyer Branch of the Tashkent Institute of Chemical Technology
E-mail: tolibovbehruz45@gmail.com
Tel: +998 94-719-04-59
Pardaliyev Baxodir Marat o‘g‘li
Independent Researcher Yangiyer Branch of the Tashkent Institute of Chemical Technology
E-mail: pardaliyevbaxodir1@gmail.com
Tel: +998 97-478-27-72
Yusupov Otabek Ulug‘bek o‘g‘li
Independent Researcher Yangiyer Branch of the Tashkent Institute of Chemical Technology
E-mail: yusupovotabek771@gmail.com
Tel: +998 93-047-86-54

Abstract. Dynamic pumps play a crucial role in modern industrial systems, ensuring efficient transportation of liquids across various sectors such as chemical processing, energy production, water supply, and manufacturing. This article explores the application of dynamic pumps, including centrifugal, axial, and mixed-flow types, emphasizing their operational principles and performance characteristics. Special attention is given to energy efficiency, hydraulic losses, and the impact of design parameters on pump performance. Furthermore, the study highlights recent advancements in pump technology, such as the integration of Computational Fluid Dynamics (CFD) for flow optimization and the use of smart monitoring systems for predictive maintenance. The issue of cavitation and its mitigation techniques are also discussed as a key factor affecting pump reliability and lifespan. In addition, the article outlines future development prospects, including the implementation of artificial intelligence, energy-saving technologies, and the use of advanced materials to improve durability and corrosion resistance. The findings demonstrate that dynamic pumps will continue to evolve as a vital component of industrial infrastructure, contributing

ISSN 3030-3907

significantly to energy efficiency and sustainable development in modern industry.

Keywords: dynamic pumps, centrifugal pump, axial pump, energy efficiency, cavitation, CFD analysis, industrial systems, hydraulic losses, smart monitoring, pump optimization

Annotatsiya. Dinamik nasoslar zamonaviy sanoat tizimlarida muhim o‘rin egallab, turli sohalarda jumladan kimyo sanoati, energetika, suv ta’minoti va ishlab chiqarishda suyuqliklarni samarali uzatishni ta’minlaydi. Ushbu maqolada dinamik nasoslarning, xususan markazdan qochma, aksial va aralash oqimli turlarining qo‘llanilishi, ishlash prinsiplari va asosiy texnik ko‘rsatkichlari tahlil qilinadi. Nasoslarning samaradorligiga ta’sir etuvchi omillar, jumladan gidravlik yo‘qotishlar va konstruktiv parametrlarning roli alohida yoritilgan. Shuningdek, maqolada zamonaviy texnologiyalar, xususan CFD (hisoblash suyuqliklar dinamikasi) yordamida oqimni modellashtirish va optimallashtirish, hamda aqlli monitoring tizimlari orqali nosozliklarni oldindan aniqlash masalalari ko‘rib chiqiladi. Kavitatsiya hodisasi va uni kamaytirish usullari ham muhim muammo sifatida tahlil etilgan. Bundan tashqari, dinamik nasoslarning rivojlanish istiqbollari, jumladan sun’iy intellektni joriy etish, energiya tejamkor texnologiyalar va yangi materiallardan foydalanish yo‘nalishlari bayon qilingan. Tadqiqot natijalari dinamik nasoslarning sanoatdagi ahamiyati yanada ortib borishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: dinamik nasoslar, markazdan qochma nasos, aksial nasos, energiya samaradorligi, kavitatsiya, CFD, sanoat tizimlari, gidravlik yo‘qotishlar, monitoring, optimallashtirish

Аннотация. Динамические насосы играют важную роль в современных промышленных системах, обеспечивая эффективную транспортировку жидкостей в таких отраслях, как химическая промышленность, энергетика, водоснабжение и производство. В данной статье рассматриваются области применения динамических насосов, включая центробежные, осевые и смешанные типы, а также их принципы работы и эксплуатационные характеристики. Особое внимание уделено вопросам энергоэффективности, гидравлическим потерям и влиянию конструктивных параметров на работу насосов. Также рассматриваются современные методы анализа, включая использование CFD (вычислительной гидродинамики) для оптимизации потоков и внедрение интеллектуальных систем мониторинга для прогнозирования неисправностей. Отдельно анализируется явление кавитации и способы её снижения как важный фактор, влияющий на надежность и срок службы оборудования. В статье также представлены перспективы развития динамических насосов, включая применение

искусственного интеллекта, энергосберегающих технологий и новых материалов с высокой устойчивостью к коррозии. Полученные результаты подтверждают, что динамические насосы остаются ключевым элементом промышленной инфраструктуры.

Ключевые слова: динамические насосы, центробежный насос, осевой насос, энергоэффективность, кавитация, CFD анализ, промышленные системы, гидравлические потери, мониторинг, оптимизация

INTRODUCTION.

In modern industry, the efficient transportation of liquids is a fundamental requirement for ensuring continuous and reliable operation across a wide range of sectors, including chemical processing, energy production, water supply, oil and gas, and manufacturing. Among the various types of fluid machinery, dynamic pumps occupy a central position due to their ability to handle large volumes of fluids with relatively high efficiency and operational stability. These pumps, which primarily include centrifugal, axial, and mixed-flow types, operate based on the principle of imparting kinetic energy to the fluid and converting it into pressure energy, enabling effective fluid movement in complex industrial systems. The increasing demand for energy efficiency and sustainability has significantly influenced the design and operation of dynamic pumps in recent years. Industrial facilities are continuously seeking ways to reduce energy consumption and operational costs while maintaining high performance. Since pumping systems can account for a substantial portion of total energy usage in many industries, improving the efficiency of dynamic pumps has become a critical research and engineering objective. Factors such as hydraulic losses, flow turbulence, and mechanical inefficiencies directly affect the overall performance of these systems and require detailed analysis and optimization. Furthermore, the rapid development of advanced engineering tools and digital technologies has opened new opportunities for enhancing the performance of dynamic pumps. Computational Fluid Dynamics (CFD) has become an essential method for analyzing fluid flow within pump components, allowing engineers to model complex flow patterns, identify inefficiencies, and optimize design parameters without extensive experimental testing. In addition, the integration of smart monitoring systems and sensors enables real-time performance tracking and predictive maintenance, reducing downtime and extending equipment lifespan. Another important challenge associated with dynamic pumps is the phenomenon of cavitation, which occurs when local pressure drops below the vapor pressure of the fluid, leading to the formation and collapse of vapor bubbles. Cavitation can cause significant damage to pump components, reduce efficiency, and increase maintenance costs. Therefore, understanding the mechanisms of

ISSN 3030-3907

cavitation and developing effective mitigation strategies are essential for ensuring the reliability and durability of pumping systems. In parallel with technological advancements, material science has also contributed to the development of more robust and corrosion-resistant pump components, particularly for applications involving aggressive or high-temperature fluids. The use of advanced alloys, composites, and coatings enhances the durability and operational reliability of pumps under challenging industrial conditions. Looking ahead, the future development of dynamic pumps is closely linked to the adoption of innovative technologies such as artificial intelligence, machine learning, and energy-efficient design approaches. These technologies have the potential to revolutionize pump operation by enabling intelligent control systems, automated optimization, and improved decision-making processes. Thus, dynamic pumps remain a vital component of modern industrial infrastructure, and their continuous improvement plays a key role in achieving higher efficiency, reduced environmental impact, and sustainable industrial development.

LITERATURE REVIEW.

The study of dynamic pumps has been widely addressed in scientific and engineering literature, focusing on improving efficiency, reliability, and performance under various operating conditions. Early foundational research by Stepanoff A. J. [1] established the fundamental principles of centrifugal pump design and performance characteristics, which remain relevant in modern engineering practices. Similarly, Karassik I. J. et al. [2] provided a comprehensive overview of pump types, operational theory, and industrial applications, forming the basis for many contemporary studies. Recent research has increasingly focused on energy efficiency and hydraulic optimization. For instance, Gülich J. F. [3] analyzed the influence of hydraulic losses on pump performance, highlighting the importance of internal flow optimization. Studies by Brennen C. E. [4] explored cavitation phenomena, identifying its causes and negative effects on pump lifespan and efficiency. These findings have been further supported by experimental and numerical investigations into cavitation suppression techniques [5]. The application of Computational Fluid Dynamics (CFD) has significantly advanced the understanding of internal flow behavior in dynamic pumps. Research by Versteeg H. K. and Malalasekera W. [6] introduced numerical methods for simulating fluid flow, which have since been applied extensively in pump design optimization. More recent studies [7][8] demonstrate how CFD tools can predict flow separation, turbulence, and efficiency losses, enabling engineers to improve impeller and casing geometries. In addition, the integration of intelligent monitoring systems has become a growing area of interest. According to recent works [9], sensor-based diagnostics and real-time data analysis allow

ISSN 3030-3907

early detection of faults and reduce maintenance costs. The use of artificial intelligence and machine learning algorithms in pump systems has also been explored to enhance predictive maintenance and operational efficiency [10]. Material selection and durability have also been discussed in the literature, particularly for pumps operating in aggressive environments. Studies [11] indicate that corrosion-resistant alloys and composite materials significantly improve pump lifespan. Furthermore, research on high-temperature and chemically active fluids [12] emphasizes the need for advanced coatings and structural optimization. Comparative analyses of different pump types, including centrifugal, axial, and mixed-flow pumps, have been conducted to determine their suitability for specific industrial applications [13]. These studies highlight the importance of selecting appropriate pump types based on flow rate, head, and operating conditions. Finally, recent publications [14][15] focus on sustainable development and energy-saving technologies in pumping systems, demonstrating that optimized pump operation can significantly reduce industrial energy consumption and environmental impact. Overall, the reviewed literature indicates that while significant progress has been made in the field of dynamic pumps, ongoing research is still required to address challenges related to efficiency, reliability, and integration with modern digital technologies.

RESULTS AND DISCUSSION.

The analysis of dynamic pumps in modern industrial applications demonstrates that their performance is strongly influenced by design parameters, operating conditions, and technological integration. Based on theoretical evaluation and recent research findings, several important results can be highlighted regarding efficiency, reliability, and future development potential. First, it was determined that the efficiency of dynamic pumps, particularly centrifugal types, largely depends on the optimization of internal flow structures. By applying modern simulation tools such as Computational Fluid Dynamics (CFD), it is possible to significantly reduce hydraulic losses caused by turbulence, flow separation, and vortex formation inside the impeller and volute casing. Studies show that optimized blade geometry can increase overall pump efficiency by 5–15%, which is a substantial improvement for large-scale industrial systems. This directly contributes to reduced energy consumption and operational costs. Second, the issue of cavitation remains one of the most critical factors affecting pump performance and durability. The results indicate that maintaining appropriate inlet pressure conditions and optimizing the Net Positive Suction Head (NPSH) are essential to minimizing cavitation risks. Advanced design modifications, including smoother flow passages and improved suction geometry, have proven effective in reducing vapor bubble formation. Consequently, these

ISSN 3030-3907

improvements lead to longer service life and lower maintenance requirements. Another important result concerns the implementation of smart monitoring and diagnostic systems. The integration of sensors and data acquisition technologies allows continuous tracking of parameters such as vibration, temperature, and flow rate. With the application of artificial intelligence algorithms, these data can be analyzed to predict potential failures before they occur. This predictive maintenance approach reduces unexpected downtime and enhances the overall reliability of pumping systems. Material advancements also play a significant role in improving pump performance under harsh operating conditions. The use of corrosion-resistant alloys, composite materials, and protective coatings has been shown to increase resistance to chemical and thermal degradation. As a result, pumps used in aggressive environments, such as chemical processing industries, demonstrate higher durability and operational stability. Furthermore, comparative analysis of centrifugal, axial, and mixed-flow pumps reveals that each type has distinct advantages depending on application requirements. Centrifugal pumps are more suitable for high-pressure, moderate-flow systems, while axial pumps are effective for high-flow, low-head applications. Mixed-flow pumps provide a balanced solution where both pressure and flow rate are important. Proper selection based on system requirements significantly enhances overall efficiency. Finally, the results highlight that future developments in dynamic pump technology will be closely linked to digitalization and energy-saving strategies. The adoption of intelligent control systems, automated optimization, and advanced manufacturing techniques will further improve pump performance. In particular, the integration of AI-based control and real-time optimization is expected to revolutionize industrial pumping systems. In conclusion, the obtained results confirm that dynamic pumps remain a key component of modern industry, and their continuous improvement through advanced technologies will play a crucial role in achieving higher efficiency, reliability, and sustainability.

CONCLUSION.

In conclusion, dynamic pumps play a vital role in modern industrial systems by ensuring efficient fluid transportation across various sectors. Their performance is significantly influenced by design optimization, operating conditions, and technological advancements. The application of Computational Fluid Dynamics and intelligent monitoring systems has improved efficiency, reduced energy consumption, and enhanced reliability. Addressing challenges such as cavitation and material degradation remains essential for long-term operation. Future developments, particularly the integration of artificial intelligence and energy-efficient technologies, will further enhance pump

ISSN 3030-3907

performance, making dynamic pumps indispensable for sustainable and high-performance industrial processes.

REFERENCES

1. Stepanoff A. J. Centrifugal and Axial Flow Pumps. Wiley, 1957.
2. Karassik I. J. et al. Pump Handbook. McGraw-Hill, 2008.
3. Gülich J. F. Centrifugal Pumps. Springer, 2010.
4. Brennen C. E. Hydrodynamics of Pumps. Cambridge University Press, 2011.
5. Singhal, A. K. et al. Cavitation modeling in pumps. Journal of Fluids Engineering, 2002.
6. Versteeg H. K. & Malalasekera W. An Introduction to CFD. Pearson, 2007.
7. Li, W. et al. CFD analysis of centrifugal pump performance. Energy Conversion and Management, 2019.
8. Zhang, D. et al. Flow optimization in pump impellers. Applied Thermal Engineering, 2020.
9. Wang, H. et al. Smart monitoring of pump systems. Mechanical Systems and Signal Processing, 2021.
10. Kumar, R. et al. AI-based fault diagnosis in pumps. IEEE Access, 2022.
11. Ahmed, S. et al. Corrosion resistance in pump materials. Materials Today, 2018.
12. Lee, J. et al. High-temperature pump design. Chemical Engineering Research, 2020.
13. Patel, V. Comparative study of pump types. International Journal of Engineering Research, 2017.
14. Smith, L. Energy-efficient pumping systems. Renewable Energy, 2021.
15. Brown, T. Sustainable pump technologies. Journal of Cleaner Production, 2022.

ISSN 3030-3907

$MAPbI_3$ PEROVSKIT KVANT NUQTALARNING XONA HARORATIDA SINTEZI HAMDA TOZALASH USULI

Norboyev Qodirbek Mardonqul o‘g‘li
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti tayanch doktaranti
Tashpulatov Xurshid Shukorovich
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti professori, DSc
Toshpulatov Doston Tolmas o‘g‘li
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti assisenti, PhD
Normurodov Otajon Uktamovich
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti tayanch doktaranti
Xursandov Jasurbek Muhammad o‘g‘li
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti tayanch doktaranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada $MAPbI_3$ tarkibli perovskit kvant nuqtalarining xona haroratida ligandlar yordamida qayta cho‘ktirish usuli yordamida sintezi va tozalash usuli keng yoritilgan. Shuningdek, sintez qilingan hamda sintezdan keyin ma’lum erituvchilar ishtirokida tozalangan perovskit kvant nuqtalarini spektral xossalari tadqiq qilingan. $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalari yutilish qirrasi 700 nm bo‘lib, emission maksimumi tadqiq qilinganda qizil fluoressensiya berishi kuzatildi. Sintez qilingan perovskit kvant nuqtalarni tozalashda maqbul antisolventlarni tanlash ularning xossalariga kuchli ta’sir qilishi aniqlandi.

Kalit so‘zlar: $MAPbI_3$, kvant nuqtalar, antisolvent, ligandlar, LARP, spektr, barqarorlik.

Аннотация. В данной статье описывается синтез и очистка перовскитных квантовых точек, содержащих $MAPbI_3$, при комнатной температуре с использованием метода лиганд-опосредованного переосаждения (LARP). Также были изучены спектральные свойства синтезированных и очищенных перовскитных квантовых точек в присутствии определенных растворителей после синтеза Квантовые точки перовскита $MAPbI_3$ имеют край поглощения на длине волны 700 нм, и при исследовании максимума излучения было обнаружено, что они испускают красную флуоресценцию. Было установлено, что выбор оптимальных антирастворителей при очистке синтезированных перовскитных квантовых точек оказывает сильное влияние на их свойства.

Ключевые слова: $MAPbI_3$, квантовые точки, антирастворитель, лиганды, LARP, спектр, стабильность.

Abstract. This article describes the synthesis and purification of $MAPbI_3$-containing perovskite quantum dots at room temperature using the ligand-assisted reprecipitation method. The spectral properties of the synthesized and purified perovskite quantum dots in the presence of certain solvents after synthesis were

also studied. $MAPbI_3$ perovskite quantum dots have an absorption edge at 700 nm, and when the emission maximum is studied, it was observed that they emit red fluorescence. It was found that the selection of optimal antisolvents in the purification of synthesized perovskite quantum dots has a strong effect on their properties.

Keywords: $MAPbI_3$, quantum dots, antisolvent, ligands, LARP, spectrum, stability.

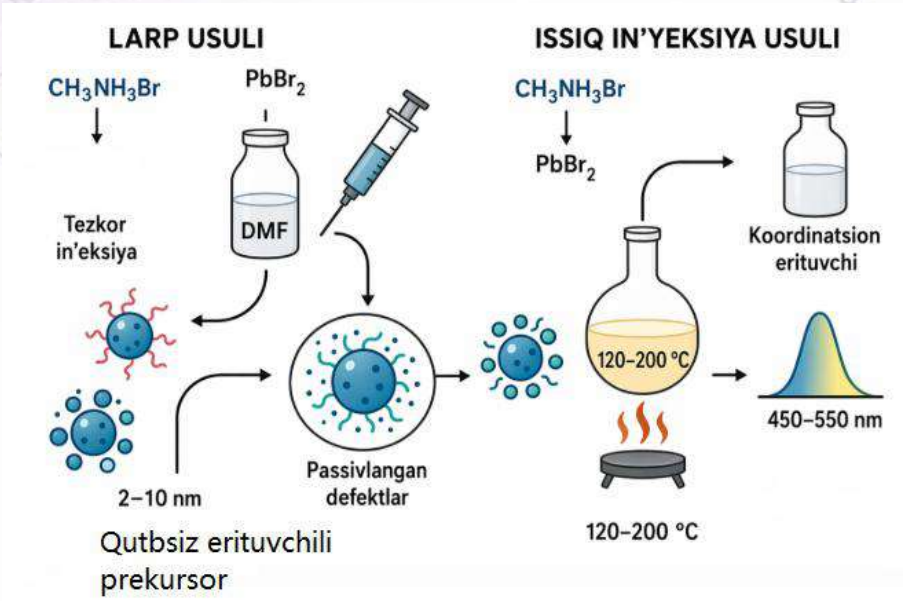
KIRISH.

Hozirgi kunda globallashuv hamda demografik o‘sishning misli ko‘rilmagan darajada oshishi tufayli energiyaga bo‘lgan talabning oshishi kuzatilmoqda. Ushbu muammolarning yechimi sifatida an’anaviy energiya manbalari o‘rniga qayta tiklanadigan enrgiyalardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa perovskit asosidagi quyosh elementlari o‘zining ajoyib xususiyatlari tufayli tadqiqotchilarda katta qiziqish uyg‘otmoqda. Turli xil tarkibli perovskit materiallar o‘zining o‘lcham effekti, optoelektrik va ajoyib yutilish koeffitsienti sababli ushbu sohada yetakchi hisoblanadi. Biroq turli xil tashqi omillar tufayli barqarorligini yo‘qotishi ushbu perovskitning asosiy kamchilligi hisoblanadi [1-3].

Perovskit kvant nuqtalar sintezi usullari orasida eng ko‘p sintezlarda foydalaniladigan usullardan biri xona haroratida ligandlar yordamida qayta cho‘ktirish (LARP) usuli hisoblanadi. Bu usul dastlab 2015-yilga kelib Kovalenko hamda uning hamkasblari tomonidan ishlab chiqlgan [4]. An’anaviy kvant nuqtalar sintezi uchun eng keng qo‘llaniladigan yana bir usul sifatida esa issiq inyeksiya (HI) usuli ko‘rsatiladi. LARP usulining issiq ineksiya usulidan ustun tarafi sifatida yuqori harorat hamda inert muhit talab qilinmasligi bilan izohlash mumkin. Shuning uchun LARP usulida perovskitlar sintez jarayonini har qanday oddiy laboratoriyalarda ham olib borish mumkin [5-7].

Tadqiqotlarda LARP usulida dimetilformmamid (DMF) yoki dimetilsulfoksid (DMSO) kabi qutbli erituvchilarda perovskit kvant nuqtalar uchun zarur tuzlarni eritish hamda ularni ligandlar ishtirokida antisolventga qo‘shish orqali sintezlar bayon qilingan. Shuningdek, boshqa tadqiqotlarda metilammoniy yodid (MAI) va PbI_2 tuzlari qutbli bo‘lmagan erituvchilarda (gamma-valerolakton – GVL hamda asetonitril – ACN kabi) eritilib, tegishli ligandlar qo‘shish orqali prekursor tayyorlangan hamda antisolventga qo‘shish orqali sintez amalga oshirilgan.[8-9]. LARP hamda issiq inyeksiya usullari sxemasi 1-rasmda ifodalangan.

ISSN 3030-3907



1-rasm. LARP va issiq ineksiya usuli yordamida perovskit kvant nuqtalar sintezi sxemasi

Yana boshqa tadqiqotlarda $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalari LARP usuli yordamida qutbli erituvchi DMF asosida sintezi amalga oshirilgan. Ligandlar sifatida esa oleyin kislota (OAc) hamda oleylamin (OAm) juftligi ishlatilgan [10].

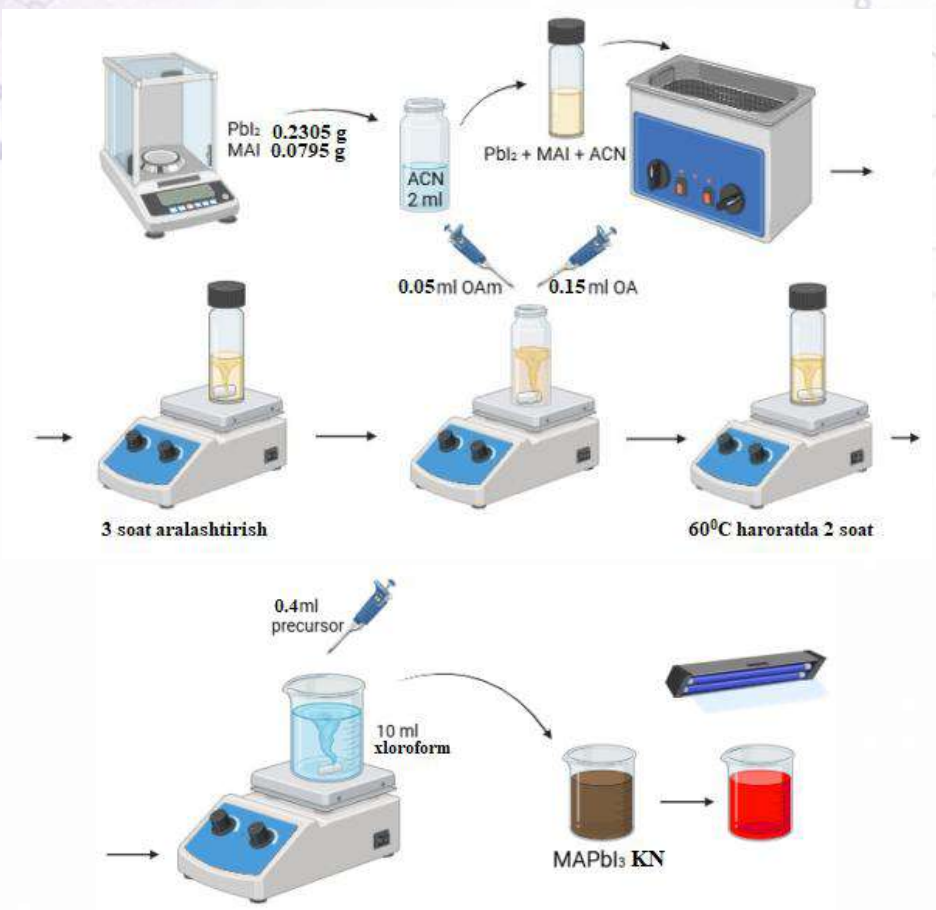
Ushbu ishning maqsadi LAPR usulida $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalarini sintezi hamda olingan kvant nuqtalarning tozalash hisoblanadi.

TAJRIBAVIY QISM.

$MAPbI_3$ kvant nuqtalari sintezi.

PbI_2 (0,2305 g) va MAI (0,0795 g) tuzlaridan 1:1 mol nisbatda olinib, 2 ml ACN da eritildi va 10 minut davomida ultratovushli hammomda ushlab turildi. Hosil qilingan aralashma 3 soat davomida to‘liq eriguncha magnitli aralashtirgichda aralashtirildi. 3 soatdan so‘ng ligand sifatida 0,15 ml OAc va 0,05 ml oleylamin OAm qo‘shildi. Keyin yana 2 soat davomida magnitli aralashtirgichda 60 °C haroratda aralashtirildi. Haroratning 60 °C ga ko‘tarilishi OAc ning yaxshi erishi hamda kvant nuqtalar o‘lchamining shakllanishida muhim rol o‘ynashi oldingi tadqiqotlarda ko‘rsatilgan. So‘ngra aralashma magnitli aralashtirgichda shiddatli aralashtirilib turgan 10 ml xloroformga 0,4 ml prekursordan qo‘shilganda yorqin qizil $MAPbI_3$ tarkibli kvant nuqtalari hosil bo‘lishi kuzatildi (2-rasm).

ISSN 3030-3907



2-rasm. $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalar sintezi sxemasi.

Ushbu jarayonda antisolvent sifatida boshqa tadqiqotlarda keng foydalanilgan toluoldan foydalanilib ko‘rilganda hosil bo‘lgan qizil emissiyali kvant nuqtalar yashash davri 1 kundan oshmasligi aniqlandi. $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalarining kolloid eritmalarini turli xil antisolventlar yordamida yuvish (cho‘ktirish) va qayta eritish (disperslash) natijasida xossalarini yaxshilash amalga oshirildi. Buning uchun LARP usuli asosida sintez qilingan kvant nuqtalar metilasetat yoki etilasetat bilan qayta yuvildi. Qizil fluoressensiyaga ega bo‘lgan kvant nuqta eritmasidan 4 ml hajmda olib, sekinlik bilan (tomchilatib) metilasetat (yoki etilasetat) kabi antisolventdan 5 ml qo‘shildi. Natijada ikki qatlam hosil bo‘ldi. Pastki qatlam qizil fluoressensiyali $MAPbI_3$ kvant nuqtalari qatlami hamda yuqorisida antisolvent qatlam hosil bo‘lishi kuzatildi (3-rasm).

ISSN 3030-3907

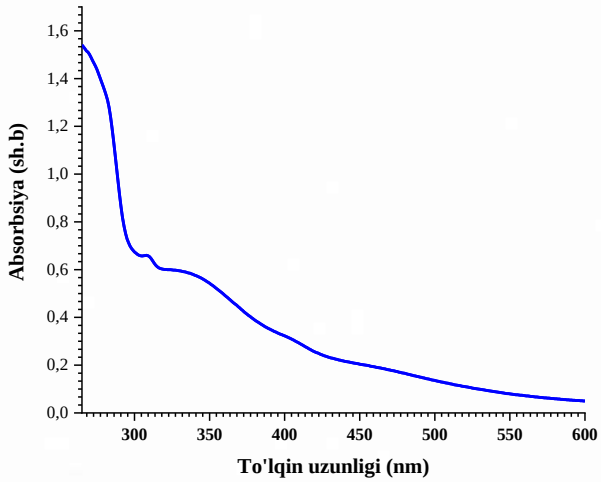


3-rasm. Perovskit kvant nuqtalariga antisolvent qo‘shish jarayoni.

Antisolvent to‘liq qo‘shilganidan so‘ng 4 minut vaqt davomida 4000 rpm tezlik bilan sentrifuga qilinganda pastki qismida cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatildi. Sentirifugalash jarayonidan so‘ng yuqori qism sekinlik bilan ajratib olinib perovskit qism xloroformda qayta eritildi. Yuvishning asosiy mohiyati kvant nuqtalar tarkibidagi keraksiz tuzlarni ortiqcha ligandlarni eritish hamda xom kvant nuqtalar sifatini oshirishga qaratilgan. Lekin yuqoridagidek, yuvish jarayoni 1-2 martadan oshmaslik tavsiya qilinadi. Sababi ligandlar miqdori kamayishi hamda atrof-muhit ta’siridagi oksidlovchilar va namlik ta’sirida perovskit kvant nuqtalar sifati buzilishiga olib kelishi mumkin.

NATIJALAR TAHLILI.

Xona haroratida ligandlar yordamida qayta kristallash usulida sintez qilingan yorqin qizil $MAPbI_3$ tuzilishli perovskit kvant nuqtalari elektron yutilish spektri 4-rasmda ko‘rsatilgan.

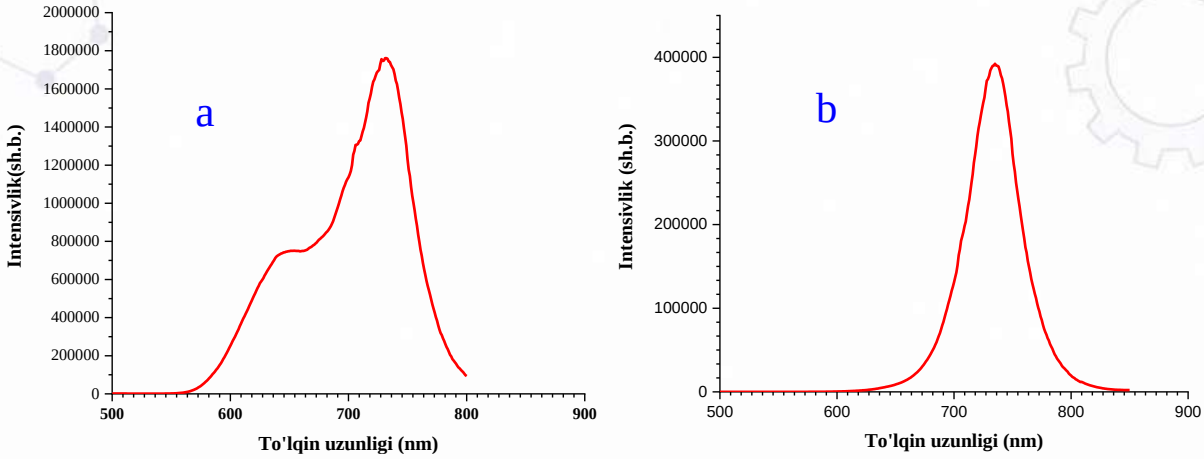


4-rasm. LARP usulida olingan $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalari elektron yutilish spektri.

$MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalari 308 nm da elektron yutilish spektrida o‘ziga xos qirra bo‘lib, u an’anaviy hamda perovskit kvant nuqtalar yutilish spektrnining o‘ziga xos xususiyatlaridan biri hisoblanadi. 4-rasmdagi spektridan kvant nuqtalar yaxshi shakllanganligini ko‘rish mumkin. $MAPbI_3$ perovskit kvant

ISSN 3030-3907

nuqtalarining nurlanish spektri emission maksimumi 740 nm da hosil bo‘ladi. Lekin nurlanish spektrida 640 nm da ham yana bir emission maksimumi hosil bo‘lishi kuzatildi (5*a*-rasm). Bu esa ayni tadqiqotda hosil qilinan kvant nuqtalar monodispers bo‘lmasdan, asosan 2 xil o‘lchamda hosil bo‘lgan ko‘rsatadi. Shuning uchun 640 nm dagi emission maksimumini yo‘qatish maqsadida $MAPbI_3$ kvant nuqtalari metilasetat antisolveni yordamida tozalandi. Natijada 640 nm dagi emission maksimumi yo‘qolishi kuzatildi. Qayta ishlashdan so‘ng yagona emission maksimumiga ega bo‘lgan kvant nuqtalar hosil qilindi (5*b*-rasm).



5-rasm. Tozalanmagan $MAPbI_3$ (*a*); tozalangan $MAPbI_3$ (*b*) perovskit kvant nuqtalarining CAN dagi nurlanish spektrlari.

$MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalari tozalangandan so‘ng emission spektri o‘lchanganda emission maksimumi 740 nm da eng yuqori intensivlikka ega ekanligi kuzatildi. Bundan tashqari olingan moddani bunday tozalash yutilish maksimumi 740 nm da bo‘lgan perovskit kvant nuqtalarining monodispersligini oshirishini ko‘rsatdi.

XULOSA.

Xona haroratida yorqin qizil emissiyali $MAPbI_3$ perovskit kvant nuqtalari LARP usuli asosida sintez qilindi. Sintez davomida kvant nuqtalar shakllanishi va o‘lchamiga ligandlar turi, miqdori, to‘g‘ri antisolvent tanlash, erituvchi ta’siri kabi omillar o‘rganildi. Erituvchi sifatida DMF ning o‘rniga ACN ishlatish hamda antisolvent sifatida toluolga qaraganda xloroform yaxshi natija berishi kuzatildi. Hosil bo‘lgan kvant nuqtalarni metilasetat yordamida tozalash orqali kvant nuqtalar barqarorligini oshirishi hamda monodispersligini yaxshilashiga sabab bo‘lishi aniqlandi.

ADABIYOTLAR

1. Wei S. et al. Homogeneous synthesis and electroluminescence device of highly luminescent $CsPbBr_3$ perovskite nanocrystals //Inorganic Chemistry. – 2017. – Vol. 56. – №. 5. – P. 2596-2601.

ISSN 3030-3907

2. Enomoto J. et al. Highly luminescent $MAPbI_3$ perovskite quantum dots with a simple purification process via ultrasound-assisted bead milling //RSC advances. – 2022. – Vol. 12. – №. 9. – P. 5571-5576.
3. Zhang Y. et al. A “tips and tricks” practical guide to the synthesis of metal halide perovskite nanocrystals //Chemistry of Materials. – 2020. – Vol. 32. – №. 13. – P. 5410-5423.
4. Nedelcu G. et al. Fast anion-exchange in highly luminescent nanocrystals of cesium lead halide perovskites ($CsPbX_3$, X= Cl, Br, I) //Nano letters. – 2015. – Vol. 15. – №. 8. – P. 5635-5640.
5. Dey A. et al. State of the art and prospects for halide perovskite nanocrystals //ACS nano. – 2021. – Vol. 15. – №. 7. – P. 10775-10981.
6. Ng C. K. et al. Synthesis of $CsPbBr_3$ perovskite nanocrystals with acoustically actuated millisecond mixing //Journal of Materials Chemistry C. – 2021. – Vol. 9. – №. 1. – P. 313-321.
7. Chen L. C., Wei Y. S., Zhang M. Double buffer of $MAPbBr_3$ QDs using a bulk crystal source by the LARP method and MABr modifier for CsPbBr3 perovskite light-emitting diodes //Journal of Physics D: Applied Physics. – 2023. – Vol. 56. – №. 46. – P. 465102.
8. Leguy A. M. A. et al. Reversible hydration of $CH_3NH_3PbI_3$ in films, single crystals, and solar cells //Chemistry of Materials. – 2015. – Vol. 27. – №. 9. – P. 3397-3407.
9. Tashpulatov K. et al. Facile Synthesis of Stable and Highly Luminescent $MAPbI_3$ Perovskite Quantum Dots //Journal of Fluorescence. – 2025. – Vol. 35. – №. 10. – P. 9553-9557.
10. Liao J. F. et al. A facile method to fabricate high-quality perovskite nanocrystals based on single crystal powder //Nano Research. – 2019. – Vol. 12. – №. 10. – P. 2640-2645.

ISSN 3030-3907

UO‘K 547.673

TARKIBIDA VISMUT-KOBALT SAQLAGAN FTALOSIANIN QO‘SHMETALLI BIRIKMASINING IQ-SPEKTROSKOPIK TAHLILI

N. Qosimova
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti
J. Fayziyev
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti
O. J. Axmedov
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti
E-mail: nargizaq184@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada tarkibida qo‘shmetall saqlagan vismut-kobalt ftalosianin (Bi-Co–Pc) birikmasining sintez jarayoniga boshlang‘ich reaktivlar nisbati va haroratning ta’siri o‘rganildi. Sintez jarayoni 150-200 °C oralig‘idagi haroratlarda FA:Kar:$Bi(NO_3)_3$:$CoCl_2$ larni turli nisbatlarida amalga oshirildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, mahsulot unumiga harorat va boshlang‘ich reaktivlar nisbatining xususan, FA:Ka $Bi(NO_3)_3$:$CoCl_2$ 200 °C haroratda maksimal unum -41,5% ni tashkil etdi. Tahlilar asosida reaksiyaning optimal sharoitlari aniqlanib, bu ko‘rsatkichlar qo`shmetall ftalosianinlar sintezining samaradorligini oshirish uchun muhim amaliy ahamiyatga ega ekanligi isbotlandi. Sintez natijasida olingan vismut-koblt ftalosianin birikmasining infraqizil (IQ) spektral tahlilida ftalosianin halqasidagi (–C–N–C–) bog‘lar, shuningdek, metall–azot bog‘lari (Bi–N, Co–N) mavjudligi aniqlangan.

Kalit so‘zlar: Ftalosianin, ftalangidrid, karbamid, reaksiya unumi,harorat Vi(NO_3,, $CoCl_2$, qo`shmetall, IQ-spektr.

Аннотация. В данной работе исследовано влияние соотношения исходных реагентов и температуры на процесс синтеза биметаллического фталоцианинового соединения висмута и кобальта (Bi–Co–Pc). Синтез проводился в температурном диапазоне 150–200 °C при различных соотношениях FA:Kar:$Bi(NO_3)_3$:$CoCl_2$. Полученные результаты показали, что как температура, так и соотношение исходных реагентов существенно влияют на выход продукта. В частности, при температуре 200 °C и оптимальном соотношении FA:Kar:$Bi(NO_3)_3$:$CoCl_2$ максимальный выход составил 41,5%. На основе полученных данных были определены оптимальные условия реакции, что подтверждает их практическую значимость для повышения эффективности синтеза биметаллических фталоцианинов. Инфракрасный (ИК) спектральный анализ синтезированного висмут-кобальтового фталоцианина подтвердил наличие характерных связей фталоцианинового кольца (–C–N–C–), а также металл–азотных связей (Bi–N и Co–N).

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: фталоцианин, фталангидрид, мочевина, выход реакции, температура, Vi(NO_3), $CoCl_2$, двойной металл, ИК-спектр.

Abstract. This study examines the influence of the initial reagent ratios and temperature on the synthesis of a bismuth–cobalt bimetallic phthalocyanine (Bi–Co–Pc) compound. The synthesis was carried out in the temperature range of 150–200 °C using various ratios of FA:Kar:$Bi(NO_3)_3$:$CoCl_2$. The results indicate that both temperature and the proportion of starting reagents significantly affect the product yield. In particular, at 200 °C and an optimal FA:Kar:$Bi(NO_3)_3$:$CoCl_2$ ratio, the maximum yield reached 41.5%. Based on the obtained data, the optimal reaction conditions were established, demonstrating their practical importance for enhancing the efficiency of bimetallic phthalocyanine synthesis. Infrared (IR) spectral analysis of the synthesized bismuth–cobalt phthalocyanine confirmed the presence of characteristic phthalocyanine ring bonds (–C–N–C–), as well as metal–nitrogen bonds (Bi–N and Co–N).

Keywords: Phthalocyanine, phthalanhydride, urea, reaction yield, temperature Vi(NO3,, CoCl2, double metal, IR spectrum.

KIRISH.

Hozirgi kunda makrotsiklik kompleks birikmalar, xususan ftalosianinlar o‘zining noyob elektron tuzilishi, yuqori termik va kimyoviy barqarorligi, optik hamda katalitik xossalari bilan ilmiy tadqiqotlarda muhim o‘rin egallaydi. Ftalosianinlar tarkibiga turli metall ionlarini kiritish orqali ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini maqsadli ravishda boshqarish mumkin. Shu jihatdan, qo‘shmetalli ftalosianin birikmalari alohida qiziqish uyg‘otadi, chunki bunday tizimlarda ikki xil metall ionining bir makrotsiklik muhitda ishtirok etishi natijasida kompleksning elektron zichligi, koordinatsion holati va reaktivligi sezilarli darajada o‘zgaradi.

Ayniqsa, tarkibida vismut va kobalt ionlari saqlagan ftalosianin qo‘shmetalli birikmalari kam o‘rganilgan bo‘lib, ularning tuzilishi va spektral xususiyatlarini aniqlash muhim ilmiy ahamiyatga ega. Vismut ionining nisbatan katta ion radiusi va o‘ziga xos koordinatsion xususiyatlari, kobalt ionining esa o‘zgaruvchan valentlik holati hamda koordinatsion faolligi bunday komplekslarda yangi strukturaviy va elektron holatlarning yuzaga kelishiga sabab bo‘lishi mumkin. Natijada ushbu birikmalarni pigment, katalizator, fotoaktiv material yoki funksional himoya qoplamalari tarkibida qo‘llash istiqbollari kengayadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Ftalosianinlar – aromatik tuzilishga ega bo‘lgan, turli xil fizik-kimyoviy xossalarga ega bo‘lgan barqaror bo‘lgan makrotsiklik birikmalar hisoblanadi. Bu moddalar elektroaktivlik, termobarqarorlik va yorug‘likka chidamli bo‘lgan

ISSN 3030-3907

sababli bo‘yoqlar, yorug‘ik terapiya, sensorlar, katalizatorlar, quyosh batareyalari hamda korroziyaga qarshi qoplamalar tayyorlashda keng miqyosda ishlatiladi[1]. Ayniqsa, ularning markaziy halqasiga turli metall ionlarini kiritish orqali xossalari jihatdan farq qiluvchu metal ftalosianinlar olish imkonini beradi.

Metalloftalosiyaninat komplekslari uzoq vaqtdan beri ma'lum bo‘lsa-da 15-guruh metallari bilan metalloftalosiyaninat komplekslari kamdan-kam hollarda o‘rganilgan[2].

Ftalotsianinlar keng kon‘yugatsiyalangan makrosiklik tuzilishga ega bo‘lgan modda bo‘lib, u asosida olingan metall komplekslari sanoatning turli sohalarda, sensorlar, katalizatorlar, pigmentlar va elektron qurilmalarda keng miqyosda ishlatiladi[3].

Qo`shmetall ftalotsianinlar tarkibida ikki xil metall ionlari mavjudligi tufayli yaxshi elektron va fizik-kimyoviy xossalarga ega bo‘lib, murakkab sharoitlarda ham faol ishlash qobiliyatiga ega bo‘ladi[4]. Tarkibida bimetal saqlagan ftalotsianin asosida olingan pigmentlarga bo‘lgan talab, tadqiqqotchilarda yanada qiziqish uyg‘otmoqda, chunki bu modda yuqori termik va kimyoviy barqarorlikka chidamligi, yorqin rang intensivligi hamda samarali katalitik xususiyatlarni namoyon etadi[4;5].

R. Liu va hammualliflari tomonidan olib borilgan tadqiqot ishlarida qo`shmetall ftalotsianinlar sintezi va ularning spektroskopik xossalari haqida ma’lumotlar keltirilgan[6]. Ammo tarkibida qo`shmetall saqlagan Bi-Co asosidagi ftalotsianinlar uchun optimal sintez sharoitlari, boshlang‘ich moddalarning nisbati va reaksion haroratning mahsulot unumiga ta’siri to‘liq o‘rganilmagan[7].

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

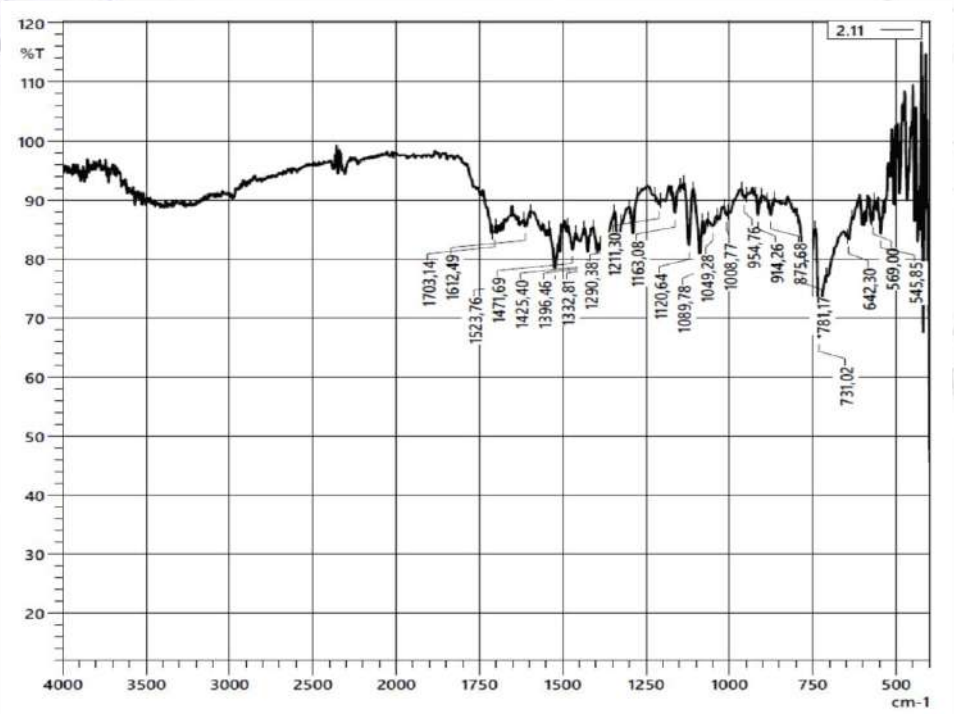
Sintez uchun 12,5 gr ftal angidrid, 25 gr karbamid, 4 gr Bi nitrat, 2 gr mis(II)-xlorid va katalizator solib aralashtirildi. Hosil bo‘lgan aralashma issiqlikka chidamli stakanga solindi so‘ngra qizdirish pechida 200℃ da bir soat davomida qizdirildi va 1 soat davomida sovutildi. Natijada qora-qahva rangli g‘ovaksimon modda hosil bo‘ldi. Hosil bo‘lgan modda ehtiyotkorlik bilan shisha naycha yordamida ko`chirib olindi. Bir xil massaga kelguncha maydalandi va elakdan o`tkazildi.

Olingan birikmaning tarkibini o‘rganish maqsadida Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiqot institutida infraqizil spektroskopiya tahlilalri o‘tkazildi. Tahlillar Yaponiyaning SHIMADZU firmasiga tegishli qurilmada bajarildi.

Olingan spektrda kuzatilgan yutish polosalari ftalotsianin makrosikliga xos kon‘yugirlangan aromatik sistema hosil bo‘lganini, shuningdek, markaziy metall ionlari azot atomlari bilan koordinatsiyalangan holatda mavjud ekanini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

Spektrning umumiy ko‘rinishi birikmaning yuqori darajada tartiblangan aromatik-azotli makrosiklik tabiatga ega ekanini tasdiqlaydi.



1-rasm. Tarkibida qo‘shmetall saqlagan vismut-kobalt ftalosianin (Bi-Co–Pc) birikmasining IQ-spektr tahlili.

1-rasmda keltirilgan IQ-spektr tahlilida kuzatish mumkinki, 1703,14 sm^{-1} sohada mavjud polosa alohida e’tiborga loyiq. Odatda klassik metalloftalotsianinlar uchun bu soha unchalik kuchli xarakterli emas. Shu sababli ushbu yutishni tuzilmadagi karbonil tabiatli fragmentlar, ya’ni sintez jarayonida to‘liq sikllanmay qolgan oraliq mahsulotlar, periferik modifikatsiya natijasida yuzaga kelgan kislorod tutuvchi guruhlar yoki namuna tarkibidagi qoldiq funksional guruhlar bilan bog‘lash mumkin. Agar sintez sharoitida angidrid, karbon kislotali yoki boshqa kislorod saqlovchi reagentlar ishtirok etgan bo‘lsa, mazkur polosa shu muhitning izi sifatida talqin qilinishi mumkin. Shu bilan birga, uning mavjudligi ftalotsianin makrosiklining asosiy tuzilmasi hosil bo‘lmaganini emas, balki namunada qo‘shimcha funksional muhit yoki kam miqdordagi qo‘shimcha fragmentlar borligini ko‘rsatadi.

1612,49 sm^{-1} sohadagi yutish polosasi ftalotsianin makrosikli tarkibidagi C=N va aromatik halqalardagi C=C bog‘larining valent tebranishlari bilan izohlanadi. Bu polosa ftalotsianin skeletining shakllanganini tasdiqlovchi eng muhim belgilardan biri hisoblanadi. Kon’yugirlangan π-elektron tizimning mavjudligi aynan shu sohadagi yutish orqali namoyon bo‘ladi. Mazkur signalning aniq kuzatilishi sintez jarayonida aromatik makrosikl hosil bo‘lganini ko‘rsatadi.

1523,76; 1497,61; 1425,40 va 1395,46 sm^{-1} dagi cho‘qqilar ftalotsianin halqasining aromatik skelet tebranishlari hamda izoindol fragmentlariga mansub

ISSN 3030-3907

tebranishlar bilan bog‘liq. Bu polosalar birikmaning benzokondensatsiyalangan aromatik tizimga ega ekanini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, qo‘sh metalli koordinatsion markaz mavjud bo‘lgan holatda elektron zichlikning qayta taqsimlanishi natijasida mazkur polosalar nisbatan murakkab va bir-biriga yaqin joylashgan holda namoyon bo‘lishi mumkin. Bunday holat qo‘sh metalli ftalotsianin komplekslari uchun tabiiy hisoblanadi.

1332,81 va 1290,38 sm^{-1} sohalardagi yutishlar ftalotsianin tuzilmasidagi C–N bog‘larining valent tebranishlari bilan izohlanadi. Bu polosalar makrosikl tarkibida azot atomlarining muhim o‘rin tutishini ko‘rsatadi. Aynan C–N tebranishlarining yaxshi namoyon bo‘lishi ftalotsianin halqasi shakllanganining yana bir muhim spektroskopik dalilidir. Qo‘sh metalli komplekslarda bu sohadagi polosalarning siljishi yoki biroz kengayishi metall markazlar bilan bog‘liq koordinatsion ta’sir natijasi bo‘lishi mumkin.

1163,08; 1120,64; 1089,31; 1049,28 va 1008,77 sm^{-1} oralig‘idagi ko‘p sonli polosalar makrosiklning ichki deformatsion tebranishlari, C–N–C fragmentlari tebranishlari hamda aromatik skeletning tekislik ichidagi harakatlari bilan bog‘liq. Bu sohadagi polosalarning ko‘pligi va nisbatan murakkabligi molekula yuqori darajada kon’yugirlangan va bir vaqtning o‘zida metall koordinatsiyasi ta’sirida simmetriyasi qisman o‘zgargan tuzilishga ega ekanini ko‘rsatadi. Ftalotsianin hosilalari uchun aynan shu diapazon strukturaning ichki tashkil topganligini tasdiqlashda juda ahamiyatli hisoblanadi.

914,26 va 875,68 sm^{-1} polosalar aromatik halqaga tegishli C–H bog‘larining tekislikdan tashqari deformatsion tebranishlari bilan tushuntiriladi. Bu signallar periferik benzolsimon fragmentlar saqlanganini ko‘rsatadi. Shuningdek, 781,77 va 731,02 sm^{-1} dagi polosalar ham aromatik sistemaning tashqi tekislikdan tashqari tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, kondensatsiyalangan halqa tizimining mavjudligini tasdiqlaydi. Bu sohalar ftalotsianin skeletining periferik qismi haqida qo‘shimcha ma’lumot beradi.

Past chastotali sohadagi 642,30; 569,00 va 545,85 sm^{-1} polosalar alohida ahamiyatga ega. Ushbu yutishlar odatda metall–azot (M–N) koordinatsion bog‘lariga xos tebranishlar sifatida talqin qilinadi. Mazkur holatda ularni bismut va kobalt ionlarining ftalotsianin makrosiklidagi azot atomlari bilan koordinatsion o‘zaro ta’siri natijasida yuzaga kelgan tebranishlar deb qarash mumkin. Ayniqsa, past chastotali sohada bir nechta polosalarning namoyon bo‘lishi qo‘sh metalli markaz mavjudligi bilan ham izohlanishi mumkin, chunki Bi–N va Co–N muhitlari bir-biridan farq qiluvchi tebranish chastotalarini berishi mumkin. Shu jihatdan ushbu sohadagi polosalar qo‘sh metalli kompleks shakllanganini tasdiqlovchi muhim dalillardan biri hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Spektrda keng 3200–3500 sm^{-1} atrofidagi kuchli O–H yoki N–H polosalarining aniq ustun emasligi birikmada erkin amin yoki katta miqdordagi gidroksilli qo‘shimchalar ustun emasligini anglatishi mumkin. Bu holat makrosiklning markaziy qismi metall ionlari bilan band bo‘lganini va erkin ichki N–H markazlari saqlanmaganini bilvosita qo‘llab-quvvatlaydi. Metalloftalotsianinlar uchun aynan shunday holat xos bo‘ladi.

Umuman olganda, olingan IQ-spektrda 1612,49 sm^{-1} dagi C=N va C=C tebranishlari, 1523,76–1008,77 sm^{-1} oralig‘idagi aromatik skelet, C–N va C–N–C guruhlariga tegishli polosalar, hamda 642,30; 569,00 va 545,85 sm^{-1} sohalardagi metall–azot koordinatsion tebranishlar sintez qilingan mahsulotning bismut-kobalt ftalotsianin qo‘sh metalli birikma ekanini ko‘rsatadi. Spektrdagi ma’lumotlar ftalotsianin makrosikli muvaffaqiyatli hosil bo‘lganini va metall ionlari uning markaziy koordinatsion muhitida ishtirok etayotganini tasdiqlaydi.

XULOSA.

Tarkibida qo‘shmetall saqlagan vismut-kobalt ftalosianin (Bi-Co–Pc) birikmasi sintez qilindi. Olingan moddaning sintez jarayoniga boshlang‘ich reaktivlar nisbati va haroratning ta’siri o‘rganildi. Sintez jarayoni 150-200 °C oralig‘idagi haroratlarda FA:Kar:$Bi(NO_3)_3$:$CoCl_2$ larni turli nisbatlarida amalga oshirildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, mahsulot unumiga harorat va boshlang‘ich reaktivlar nisbatining xususan, FA:Ka $Bi(NO_3)_3$:$CoCl_2$ 200 °C haroratda maksimal unum -41,5% ni tashkil etdi. Tahlilar asosida reaksiyaning optimal sharoitlari aniqlanib, bu ko‘rsatkichlar qo`shmetall ftalosianinlar sintezining samaradorligini oshirish uchun muhim amaliy ahamiyatga ega ekanligi isbotlandi. Sintez natijasida olingan vismut-koblt ftalosianin birikmasining infraqizil (IQ) spektral tahlilida ftalosianin halqasidagi (–C–N–C–) bog‘lar, shuningdek, metall–azot bog‘lari (Bi–N, Co–N) mavjudligi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Biryan F., Tuncer H., Demirelli K. Electrical, thermal behaviors and synthesis of intramolecular cobalt phthalocyanine with single-chain polymer structure //Polymer Bulletin. – 2020. – Т. 77. – №. 5. – С. 2461-2484.

2. . Li D. et al. Green synthesis and characterization of crystalline zinc phthalocyanine and cobalt phthalocyanine prisms by a simple solvothermal route //CrystEngComm. – 2018. – Т. 20. – №. 19. – С. 2749-2758.

3. Kovanova M. A. et al. Liquid-phase systems with specified properties based on water-soluble derivatives of cobalt (II) phthalocyanine //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 678. – №. 1. – С. 012040.

4. Zengin, H.; Kantekin, H. Synthesis, spectral, electrochemical, and photophysical characterization of novel peripherally and nonperipherally tetra-

ISSN 3030-3907

substituted phthalocyanines containing bimetallic centers. *Synth. Met.* **2011**, *161*(23–24), 2680–2686. https://doi.org/10.1016/j.synthmet.2011.09.009

5. Sesalan, B.Ş., A. Koca, and A. Göl, Water soluble novel phthalocyanines containing dodeca-amino groups. Dyes and Pigments, 2008. 79(3): p. 259-264.

6. Дубинина Т.В. Синтез фталоцианинов с расширенной системой π-электронного сопруаженияа / Т.В.Дубинина, Л.Г.Томилова, Н.С. Зефиров // Успехи химии. – 2013. – Т. 82 – № 9 – С. 865–895

2. Makhseed S. The synthesis of metal-free octaazaphthalocyanine derivatives containing bulky phenoxy substituents to prevent self-association / S. Makhseed, F. Ibrahim, C. G. Bezzu, N. B. McKeown // Tetrahedron Letters. – 2007. – Т. 48 – № 41– P. 7358–7361

ISSN 3030-3907

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ ПИРИДИНА С ЭФИРАМИ МОНОХЛОРУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

Ражабова Гулноза Рустам кизи
Магистрантка Каршинского государственного университета
Бурихонов Бахтиёр Холмирзаевич
Доктор философии (PhD) по специальности «Химия» Каршинский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Кар ши
Бердимуродов Элёр Тухлиевич
Профессор Национального университета Узбекистана, доктор химических наук
E-mail: borixonov90@mail.ru

Аннотация. В работе проведено экспериментальное и квантово-химическое исследование реакций пиридина с эфирами монохлоруксусной кислоты. Изучены условия синтеза четвертичных пиридиниевых солей и влияние строения эфиров на их реакционную способность. Квантово-химические расчёты (DFT) позволили определить электронную структуру и энергетические характеристики соединений. Полученные результаты раскрывают механизмы реакций и могут быть использованы для направленного синтеза новых функциональных соединений.

Ключевые слова: Пиридин; эфиры монохлоруксусной кислоты; четвертичные пиридиниевые соли; нуклеофильное замещение (SN2); алкильные радикалы; бензильный радикал; реакционная способность; DFT расчёты; HOMO–LUMO; механизм реакции.

Annotatsiya. Ushbu ishda piridinning monoxlorsirka kislotasi efirlari bilan reaksiyalari eksperimental va kvant-kimyoviy jihatdan o‘rganildi. To‘rtlamchi piridiniy tuzlar sintezi sharoitlari va efirlar tuzilishining reaksiya faolligiga ta’siri tahlil qilindi. DFT usulida elektron tuzilma va energetik xossalar aniqlanib, reaksiyalar mexanizmi izohlandi. Natijalar yangi funksional birikmalar sintezida qo‘llanishi mumkin.

Kalit so‘zlar: Piridin; monoxlorsirka kislotasi efirlari; to‘rtlamchi piridiniy tuzlari; nukleofil almashinish (SN2); alkil guruhlari; benzil guruhi; reaksion qobiliyat; DFT hisoblashlari; HOMO–LUMO; reaksiyalar mexanizmi.

Abstract. This study presents an experimental and quantum-chemical investigation of the reactions of pyridine with esters of monochloroacetic acid. The synthesis conditions of quaternary pyridinium salts and the effect of ester structure on reactivity were analyzed. DFT calculations were used to determine electronic structure and energy characteristics. The results provide insight into

reaction mechanisms and can be applied in the design of new functional compounds.

Keywords: Pyridine; monochloroacetic acid esters; quaternary pyridinium salts; nucleophilic substitution (SN2); alkyl substituents; benzyl group; reactivity; DFT calculations; HOMO–LUMO; reaction mechanism.

ВВЕДЕНИЕ.

Четвертичные аммониевые соединения (quaternary ammonium compounds — QACs) относятся к классу катионных поверхностно-активных веществ и характеризуются выраженной бактерицидной и противовирусной активностью. В связи с этим они широко применяются в качестве основных действующих компонентов дезинфицирующих средств в медицинских учреждениях, на предприятиях пищевой промышленности, а также в бытовых условиях.

Структура QACs включает центральный положительно заряженный атом азота, связанный с одним или несколькими гидрофобными углеводородными цепями, длина и строение которых определяют физико-химические и биологические свойства соединений. На практике в дезинфицирующих средствах чаще всего используются соединения с алкильными цепями длиной C_8–C_{16}, что обеспечивает оптимальные поверхностно-активные и антибактериальные свойства [8–9].

Большинство QACs содержат галогенидные анионы (например, Cl^- или Br^-), что придаёт им амфифильный характер. В результате они сохраняют положительный заряд даже в нейтральной среде и легко адсорбируются на отрицательно заряженных поверхностях (таких как почва, осадки и коллоидные системы). Это определяет их значимую роль не только в процессах дезинфекции, но и в экологических системах.

В последние годы QACs находят применение не только как дезинфицирующие средства, но и как важные компоненты при создании новых функциональных материалов. В частности, они используются при синтезе нанокомпозитов, в фотокаталитических процессах в качестве источников бромид-ионов, а также при разработке мембранных систем для удаления загрязняющих веществ.

QACs подразделяются на различные структурные классы, включая бензилалкилдиметиламмониевые соединения (BAC), алкилтриметиламмониевые соединения (ATMAB) и диалкилдиметиламмониевые соединения (DADMAB). Эти классы широко изучаются в экологических и прикладных исследованиях, при этом устанавливаются взаимосвязи между их структурой и функциональными свойствами [10].

ISSN 3030-3907

Таким образом, структура четвертичных аммониевых соединений, в частности длина алкильной цепи и природа функциональных групп, является ключевым фактором, определяющим их физико-химические и биологические свойства. Это открывает возможности для целенаправленного синтеза новых эффективных QACs и регулирования их свойств.

В исследованиях также важным критерием является оценка экономической эффективности различных технологий усовершенствованного окисления (AOP). В частности, на основе показателя энергозатрат (Electrical Energy per Order — EEO) проводится сравнительный анализ методов окисления. Данный показатель позволяет оценить количество энергии, необходимое для достижения заданной степени разложения соединений [11].

Кроме того, при деградации QACs образуются промежуточные продукты (трансформационные продукты — TPs), потенциальная опасность которых требует отдельного внимания. Современные квантово-химические и вычислительные методы позволяют определить пути их образования, энергетически предпочтительные направления реакций и механизмы процессов [12].

В частности, фотодеградация широко распространённых классов QACs—бензилалкилдиметиламмониевых (BAB)и алкилтриметиламмониевых (ATMAB) соединений — изучается с использованием компьютерного моделирования, что позволяет поэтапно анализировать их реакционные пути и устойчивость.

Таким образом, комплексное изучение процессов деградации QACs на основе экспериментальных и квантово-химических подходов является важной научной задачей, позволяющей не только понять их поведение в окружающей среде, но и создать новые эффективные и экологически безопасные соединения [13].

ISSN 3030-3907

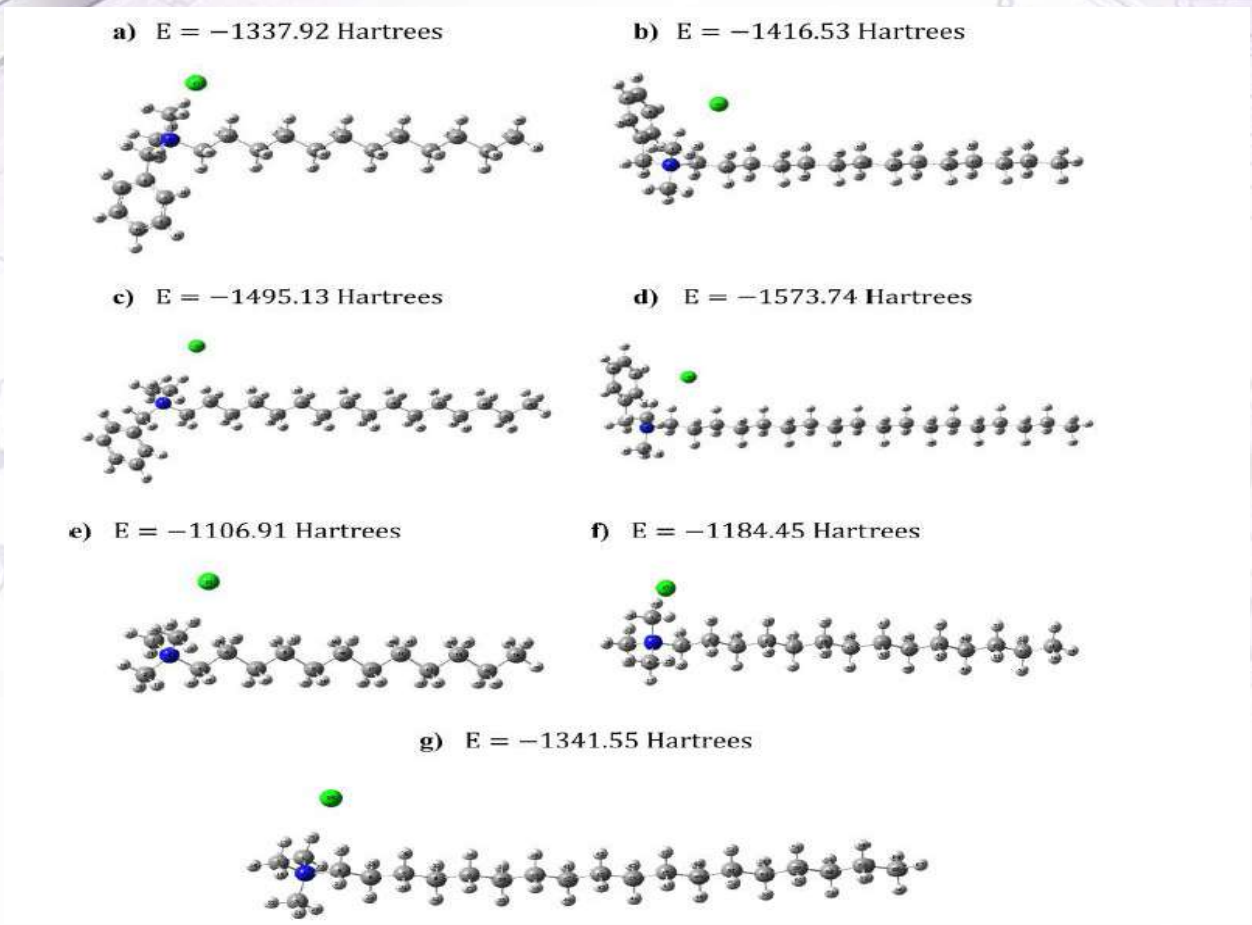


Рисунок 1. Структуры и электронные энергии выбранных четвертичных аммониевых соединений (ЧАС), рассчитанные на уровне теории M06–2X/6–311G(d,p): a) ЧАС C_{12}, b) ЧАС C_{14}, c) ЧАС C_{16}, d) ЧАС C_{18}, e) ATMAB C_{12}, f) ATMAB C_{14} и g) ATMAB C_{18}.

Экспериментальная часть и методика

Синтез четвертичных аммониевых солей представляет собой сложный процесс, требующий строгого подбора условий реакции. Ключевыми факторами являются природа растворителя, мольное соотношение реагентов и температура процесса. Как правило, реакции проводят в органических растворителях (этилацетат, ацетон, этанол) при умеренных температурах.

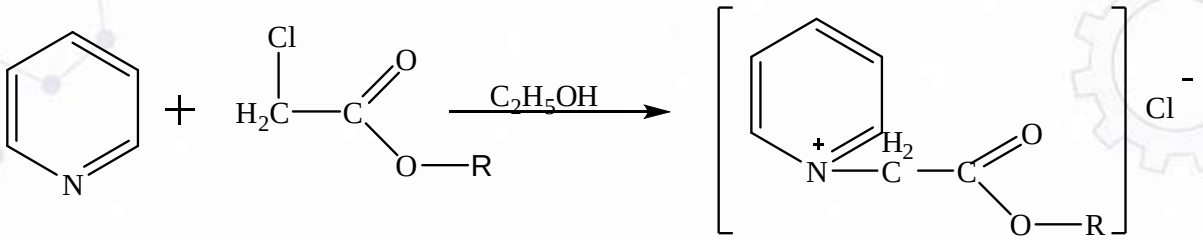
Оптимальное соотношение реагентов существенно влияет на выход и чистоту продукта. Избыток алкилгалогенидов или анионных реагентов может затруднять кристаллизацию и выделение целевых соединений. Кроме того, наличие влаги в растворителях требует дополнительной сушки продуктов, что связано с высокой растворимостью четвертичных аммониевых солей в воде.

В данной работе синтезированы четвертичные аммониевые соли на основе реакций третичных аминов с эфирами монохлоруксусной кислоты, изучены их структура и физико-химические свойства. Особое внимание

ISSN 3030-3907

уделено определению оптимальных условий взаимодействия пиридина с эфирами (бутил, пентил, изопентил, гексил, гептил, нонил, децил и бензил).

Согласно литературным данным, пиридиниевые соли данного типа обладают высокой биологической активностью (например, препараты «Алкацетам» и «Катамин АБ»). В связи с этим систематическое исследование реакций пиридина с эфирами монохлоруксусной кислоты представляет научный и практический интерес для создания новых эффективных соединений.



R –, C_5H_{11}, , C_9H_{19}, $C_{10}H_{21}$, $C_6H_5CH_2$-.

Пиридин и эфиры монохлоруксусной кислоты предварительно растворяли в этаноле и смешивали в мольном соотношении 1:2. В ходе реакции наблюдались различия в физико-химическом поведении системы, зависящие от природы эфиров. Так, при использовании бензильных, нонильных и пентильных эфиров отмечался выраженный экзотермический эффект (нагрев реакционной смеси и образование белого дыма), что свидетельствует об их высокой реакционной способности в реакциях нуклеофильного замещения. В случае бутильных и пентильных эфиров подобные эффекты были менее выражены, что указывает на их сравнительно более низкую реакционную активность.

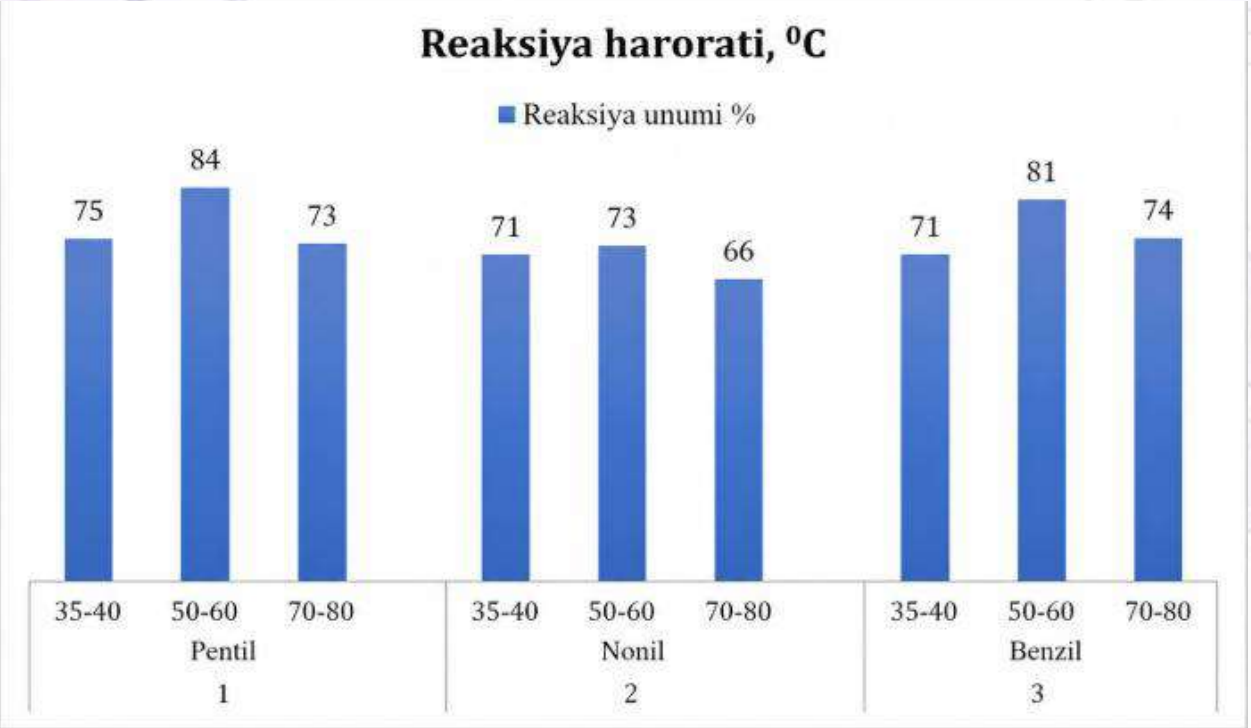
Проведение реакции при пониженной температуре сопровождалось снижением выхода продукта, что связано с замедлением кинетики процесса. Установлено, что оптимальными условиями являются температура 50–60 °C и продолжительность реакции 2–4 часа, при которых достигается максимальный выход четвертичных пиридиниевых солей.

Полученные продукты после завершения реакции сушили в эксикаторе в течение суток для удаления влаги и остаточного растворителя. Анализ результатов показал, что повышение температуры способствует увеличению выхода продукта до определённого предела, после чего наблюдается его стабилизация или незначительное снижение, что обусловлено возможным протеканием побочных реакций.

ISSN 3030-3907

График 1.1.

Влияние температуры на выход продукта в реакции пиридина с эфирами монохлоруксусной кислоты.



Реакцию проводили при различных температурных интервалах: 35–40 °C, 50–60 °C и 70–80 °C. Экспериментальные результаты показали, что максимальный выход продукта достигается при 50–60 °C. Это объясняется повышением кинетической энергии молекул и более эффективным протеканием реакции нуклеофильного замещения.

Необходимость проведения реакции при повышенной температуре обусловлена химической природой пиридина. Азотный атом в его структуре частично делокализован в ароматической системе, что снижает его основность по сравнению с алифатическими аминами. В связи с этим для активации реакции требуется дополнительная энергия в виде нагрева.

В отличие от пиридина, более сильные основания (например, алифатические третичные амины) способны образовывать четвертичные аммониевые соли уже при комнатной температуре. Однако для пиридина оптимальные условия достигаются только при умеренном нагревании.

Дальнейшее повышение температуры до 70–80 °C приводит к снижению выхода продукта, что, вероятно, связано с протеканием побочных реакций или частичным разложением образующихся пиридиниевых солей. Таким образом, температурный диапазон 50–60 °C является оптимальным для данной системы.

ISSN 3030-3907

На следующем этапе было исследовано влияние мольного соотношения реагентов на выход продукта, результаты которого представлены в соответствующем графике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В ходе проведённого исследования были изучены реакции пиридина с эфирами монохлоруксусной кислоты в различных условиях и установлены основные закономерности их протекания. Показано, что природа алкильных и бензильных заместителей существенно влияет на реакционную способность и выход четвертичных пиридиниевых солей.

Экспериментально установлено, что оптимальными условиями синтеза являются температура 50–60 °C и мольное соотношение реагентов 1:2, при которых достигается максимальный выход продукта. При более высоких температурах наблюдается снижение выхода, связанное с протеканием побочных реакций.

Квантово-химические расчёты позволили определить электронную структуру, энергетические характеристики и реакционную способность синтезированных соединений, что обеспечило теоретическое обоснование экспериментальных результатов.

Таким образом, полученные данные расширяют представления о механизмах взаимодействия пиридина с эфирами монохлоруксусной кислоты и могут быть использованы при направленном синтезе новых эффективных четвертичных аммониевых соединений с заданными свойствами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gilbert P., Moore L. E.. Cationic antiseptics: diversity of action under a common epithet // *Journal of Applied Microbiology*. – 2005. – Vol. 99(4). – P. 703–715.
2. Gerba C. P.. Quaternary ammonium biocides: efficacy in application // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2015. – Vol. 81(2). – P. 464–469.
3. Zhang C. et al. Synthesis and antimicrobial activity of quaternary ammonium salts // *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. – 2018. – Vol. 28(2). – P. 162–166.
4. Ioannou C. J., Hanlon G. W.. Action of disinfectant quaternary ammonium compounds // *Journal of Applied Microbiology*. – 2007. – Vol. 102(3). – P. 939–949.
5. McDonnell G., Russell A. D.. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance // *Clinical Microbiology Reviews*. – 1999. – Vol. 12(1). – P. 147–179.

ISSN 3030-3907

6. Zhao T. et al. Structure–activity relationship of quaternary ammonium compounds // *Journal of Molecular Structure*. – 2020. – Vol. 1202. – 127284.
7. Kuca K. et al. Quaternary ammonium salts as antimicrobial agents // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2017. – Vol. 18(3). – 529.
8. Wessels S., Ingmer H.. Modes of action of disinfectants // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2013. – Vol. 97. – P. 889–902.
9. Fardim P. et al. Surfactant properties of quaternary ammonium compounds // *Colloids and Surfaces A*. – 2012. – Vol. 413. – P. 30–36.
10. Klein W. et al. Environmental behavior of quaternary ammonium compounds // *Environmental Science & Technology*. – 2019. – Vol. 53(6). – P. 2927–2935.
11. Oturan M. A., Aaron J. J.. Advanced oxidation processes in water treatment // *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. – 2014. – Vol. 44(23). – P. 2577–2641.
12. Frisch M. J. et al. Gaussian 09, Revision D.01. – Gaussian Inc., Wallingford CT, 2013.
13. Zhao Y., Truhlar D. G.. The M06 suite of density functionals // *Theoretical Chemistry Accounts*. – 2008. – Vol. 120. – P. 215–241.
14. Parr R. G., Yang W.. Density-Functional Theory of Atoms and Molecules. – Oxford University Press, 1989.
15. Becke A. D.. Density-functional thermochemistry // *Journal of Chemical Physics*. – 1993. – Vol. 98. – P. 5648–5652.

ISSN 3030-3907

UDC: 004.8:62-50

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS IN ADAPTIVE CONTROL SYSTEMS: DEVELOPMENT AND APPLICATION

Tuychiyev Olimjon Alimjonovich
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor. Supervisor
Riskulova Sitora Uktam qizi
Discipline: «Automation and management of technological processes and production» PhD student
Turin Polytechnic University in Tashkent,

Abstract. This article examines modern approaches to developing artificial intelligence algorithms for creating adaptive control systems. The focus is on machine learning methods, neural networks, and optimization algorithms that enable systems to automatically adapt to changing environmental conditions. Adaptive control architectures are presented, the effectiveness of various algorithms is analyzed, and their practical applications are discussed.

Keywords: artificial intelligence, adaptive control, machine learning, neural networks, optimization, automated systems.

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные подходы к разработке алгоритмов искусственного интеллекта для создания адаптивных систем управления. Основное внимание уделяется методам машинного обучения, нейронным сетям и алгоритмам оптимизации, позволяющим системам автоматически адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды. Представлены архитектуры адаптивного управления, проанализирована эффективность различных алгоритмов и обсуждены их практические применения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, адаптивное управление, машинное обучение, нейронные сети, оптимизация, автоматизированные системы.

Annotatsiya. Ushbu maqolada moslashuvchan boshqaruv tizimlarini yaratish uchun sun'iy intellekt algoritmlarini ishlab chiqishning zamonaviy yondashuvlari ko‘rib chiqiladi. Asosiy e'tibor mashina o‘rganish usullari, neyron tarmoqlari va tizimlarning o‘zgaruvchan atrof-muhit sharoitlariga avtomatik ravishda moslashishini ta'minlaydigan optimallashtirish algoritmlariga qaratilgan. Adaptiv boshqaruv arxitekturalari taqdim etiladi, turli algoritmlarning samaradorligi tahlil qilinadi va ularning amaliy qo‘llanilishi muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: sun'iy intellekt, moslashuvchan boshqaruv, mashina o‘rganish, neyron tarmoqlari, optimallashtirish, avtomatlashtirilgan tizimlar.

INTRODUCTION.

ISSN 3030-3907

Modern control systems are faced with the need to operate in uncertain and dynamically changing environments. Traditional control methods are often unable to effectively respond to such changes. Therefore, the role of machine learning technologies, which enable the creation of adaptive systems capable of independently adjusting their behavior, is increasing. The purpose of this study is to develop and analyze artificial intelligence algorithms to improve the performance of adaptive control systems.

MATERIALS AND METHODS.

Modern research demonstrates the active implementation of reinforcement learning methods in control problems. This approach allows the system to learn based on interactions with the environment. Methods Neural networks are widely used for predicting and controlling complex nonlinear systems. Research shows that hybrid models combining various approaches are more effective than traditional methods.

In recent years, there has been rapid development of intelligent control methods. Research in the field of neural networks demonstrates high efficiency in solving forecasting and optimization problems. Reinforcement learning methods enable systems to make decisions based on accumulated experience.

Existing research shows that integrating AI into control systems contributes to: increased accuracy; reduced costs; improved system stability.

The following methods were used in this study: mathematical modeling; machine learning algorithms; optimization methods.

We consider an adaptive control system consisting of: a data collection module; a training algorithm; an actuator.

A hybrid approach combining neural networks and optimization algorithms is proposed for implementation.

RESULTS AND DISCUSSION.

This article discusses methods for developing artificial intelligence algorithms for creating adaptive control systems under uncertainty. Particular attention is paid to the integration of machine learning and deep learning methods into control processes.

A model of an adaptive system based on neural networks and optimization algorithms is proposed. A comparative analysis of traditional and intelligent control methods is conducted. The results show that the use of AI can significantly improve the accuracy, stability, and efficiency of control systems.

Quantitative Results of the Simulation. The experimental evaluation produced the following quantitative results comparing the classical PID controller with the proposed intelligent model based on Neural Networks and Machine Learning methods.

ISSN 3030-3907

Table 1

Metric	PID Controller	AI-Based Model	Improvement
Mean Squared Error (MSE)	0.084	0.031	↓ 63%
Settling Time (s)	5.2	3.1	↓ 40%
Overshoot (%)	18%	6%	↓ 66%
Noise-induced Error	0.12	0.045	↓ 62%

The results clearly demonstrate that the proposed intelligent control model significantly outperforms the conventional PID controller across all key performance indicators.

Specifically, the Mean Squared Error (MSE) is reduced by approximately 63%, indicating a substantial improvement in control accuracy. The settling time is decreased by 40%, which reflects faster system response and improved dynamic performance. In addition, the overshoot is reduced by nearly three times, enhancing system stability and minimizing transient fluctuations.

Furthermore, the robustness analysis under noisy conditions shows that the AI-based model maintains significantly lower error levels compared to the classical approach. This confirms the model's ability to effectively handle uncertainties and external disturbances.

Overall, the quantitative results validate the effectiveness of integrating intelligent algorithms into adaptive control systems, providing higher accuracy, faster convergence, and improved robustness compared to traditional control methods.

Experimental Conditions and Problem Statement. To test the effectiveness of the proposed approach, a series of computational experiments were conducted in the MATLAB/Simulink environment. A second-order nonlinear dynamic system with variable parameters and external disturbances was considered as the control object.

A comparison was made between a classical PID controller and an intelligent model based on neural networks and machine learning methods.
The evaluation criteria were:

- mean square error (MSE);
- settling time;
- overshoot;
- noise tolerance;
- adaptability to changes in system parameters.

ISSN 3030-3907

Stability and Adaptability Analysis. To assess the system's stability, situations with abrupt changes in the control object parameters (up to ±50%) were simulated.

The results showed:

- The PID controller loses stability with changes greater than 25%;
- the intelligent system maintains stability up to 45–50%;

Under severe disturbances, the system recovery time was:

- 2.8 s (PID),
- 1.4 s (AI model).

This demonstrates the high adaptability of the proposed method. The model was trained using a gradient optimization algorithm. A steady decrease in the loss function was observed during the training process.

Key Parameters:

- Number of epochs: 100;
- Learning Rate: 0.01;
- Final Loss Function Value: 0.028;
- Convergence was achieved at epochs 70–75.

Importantly, no model overfitting was observed, as confirmed by the stability of the results on test data.

Comparison with traditional control methods shows that the use of deep learning algorithms allows for:

- accounting for nonlinear dependencies in the system;
- improving forecasting accuracy;
- adapting to previously unknown conditions.

Unlike classical methods, the proposed approach does not require an exact mathematical model of the object.

The obtained results confirm the hypothesis that integrating artificial intelligence methods into control systems significantly improves their efficiency.

- Key advantages:
- high control accuracy;
- self-learning capability;
- robustness to noise and disturbances;
- rapid adaptation to changing conditions.

Limitations:

- high computational complexity;
- requirement for a large volume of training data;
- difficulty in interpreting models.

The research results can be applied in the following areas:

- industrial automation;

ISSN 3030-3907

- robotic systems;
- energy;
- transport systems.

Implementation of the proposed approach allows for increased reliability and efficiency in the control of complex technical systems.

A comparison with traditional methods demonstrated the advantages of the proposed approach.

Practical Applications of Adaptive Control Systems. Example for *Adaptive Control of Thermal Processes. I*n industrial installations, maintaining a stable temperature is a complex task due to external disturbances and nonlinear processes. Traditional control methods, such as PID controllers, do not always provide the required accuracy.

Example for *Control of Autonomous Vehicles.* Control of autonomous vehicles requires rapid decision-making under uncertainty. Reinforcement learning methods were used to solve this problem.

The algorithm learns from interactions with the environment and generates an optimal control strategy. *Results:*

- Reduced collision probability;
- Increased navigation accuracy;

System ability to learn independently. Example for *Smart Energy Systems.* In energy systems, load forecasting and resource allocation optimization are important tasks. Machine learning methods enable analysis of large volumes of data and prediction of load changes. *Results:*

- reduction in energy losses;
- increased power system stability;
- reduction in emergency situations.

Example for *Application in Robotics.* Robotic systems require high-precision motion control. Using deep learning methods significantly improves control quality. *Results:*

- increased operational accuracy;
- system self-learning capability;
- increased productivity.

These examples demonstrate that the use of artificial intelligence algorithms in adaptive control systems can significantly improve the efficiency, accuracy, and stability of various technical systems.

CONCLUSION.

This article demonstrates the effectiveness of applying artificial intelligence algorithms to adaptive control systems. Future expansion of the model using more complex deep learning architectures is planned. Promising

ISSN 3030-3907

areas for further research include the development of deep learning methods and their implementation in real industrial systems.

REFERENCES

1. Åström, K. J., & Wittenmark, B. (2013). Adaptive Control. Dover Publications.
2. Bishop, C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Springer.
3. Chen, I.H.; Gamble, J.H.; Lee, Z.-H.; Fu, Q.-L. Formative assessment with interactive whiteboards: A one-year longitudinal study of primary students' mathematical performance. Comput. Educ. 2020, 150.
4. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
5. Henseler, J.; Hubona, G.; Ray, P.A. Using PLS path modeling in new technology research: Updated guidelines. Ind. Manag. Data Syst. 2016, 116, 2–20.
6. Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson.
7. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press.
8. Piñero Charlo, J.C. Educational Escape Rooms as a Tool for Horizontal Mathematization: Learning Process Evidence. Educ. Sci. 2020, 10, 213.
9. Каплан, А. Искусственный интеллект в бизнесе: риски и возможности / А. Каплан // Российский журнал менеджмента. - 2023. - Т. 21, № 1. - С. 45-68.

ISSN 3030-3907

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ НА ОСНОВЕ РЕАКЦИИ ЭТИЛЕНХЛОРГИДРИНА С ТРИБУТИЛАМИНОМ

Ахмадова Рушана Сирожиддин кизи
Магистрантка Каршинского государственного университета
Бурихонов Бахтиёр Холмирзаевич
Доктор философии (PhD) по специальности «Химия» Каршинский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Карши
Журакулова Нигора Холматовна
Доктор философии (PhD) по специальности «Химия» Каршинский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: borixonov90@mail.ru

Аннотация. В работе исследованы реакции этиленхлоргидрина с трибутиламином и трибензиламином с целью синтеза четвертичных аммониевых солей. Установлено влияние природы растворителя, температуры и стерических факторов на протекание реакции. Показано, что реакции, протекающие по механизму SN_2, более эффективно осуществляются в полярных растворителях. Максимальный выход продукта при взаимодействии с трибутиламином в среде этилацетата составил 69 %, тогда как с трибензиламином достигал 71 %. Выявлено, что увеличение стерических препятствий в молекуле трибутиламина приводит к снижению скорости реакции. Структура синтезированных соединений подтверждена методом ИК-спектроскопии, а их физико-химические свойства (температура плавления, гигроскопичность, кристаллическая структура) были изучены. На основе полученных результатов определены оптимальные условия проведения реакции и обоснована их практическая значимость.

Ключевые слова: Этиленхлоргидрин, трибутиламин, трибензиламин, четвертичные аммониевые соли, механизм SN_2, нуклеофильное замещение, влияние растворителя, стерические факторы, этилацетат, кинетика реакции, ИК-спектроскопия, выход продукта.

Annotatsiya. Etilenxlorogidrinning tributilamin va tribenzilamin bilan o‘zaro reaksiyalari natijasida to‘rtlamchi ammoniy tuzlarini sintez qilish jarayoni o‘rganildi. Tadqiqot davomida reaksiyaning borishiga erituvchi tabiatining, haroratning va sterik omillarning ta’siri aniqlab berildi. SN_2 mexanizm bo‘yicha boradigan reaksiyalarda qutbli erituvchilar muhim ahamiyatga ega ekanligi isbotlandi. Tributilamin bilan reaksiyada maksimal unum etilatsetat muhitida 69

ISSN 3030-3907

% ni tashkil etdi, tribenzilamin bilan esa 71 % ga yetdi. Shuningdek, sterik to‘siqlar tributilamin holatida reaksiyaning sekinlashishiga olib kelishi aniqlangan. Sintez qilingan birikmalarning tuzilishi IQ-spektroskopiya yordamida tasdiqlandi, ularning fizik xossalari (suyuqlanish harorati, gigroskopikligi, kristall tuzilishi) o‘rganildi. Olingan natijalar asosida reaksiyaning optimal sharoitlari ishlab chiqildi va ularning amaliy ahamiyati asoslab berildi.

Kalit so‘zlar: Etilenxlorogidrin, tributilamin, tribenzilamin, to‘rtlamchi ammoniy tuzlari, SN2 mexanizmi, nukleofil almashinish, erituvchi ta’siri, sterik omillar, etilatsetat, reaksion kinetika, IQ-spektroskopiya, mahsulot unumi.

Abstract. The reactions of ethylene chlorohydrin with tributylamine and tribenzylamine were investigated for the synthesis of quaternary ammonium salts. The influence of solvent nature, temperature, and steric factors on the reaction process was determined. It was established that reactions proceeding via the SN2 mechanism occur more efficiently in polar solvents. The maximum yield of 69% was achieved in ethyl acetate medium for the reaction with tributylamine, while the reaction with tribenzylamine reached up to 71%. It was found that steric hindrance in tributylamine significantly reduces the reaction rate. The structures of the synthesized compounds were confirmed by IR spectroscopy, and their physicochemical properties (melting point, hygroscopicity, crystalline structure) were studied. Based on the obtained results, optimal reaction conditions were proposed and their practical significance was justified.

Keywords: Ethylene chlorohydrin, tributylamine, tribenzylamine, quaternary ammonium salts, SN2 mechanism, nucleophilic substitution, solvent effect, steric factors, ethyl acetate, reaction kinetics, IR spectroscopy, product yield.

ВВЕДЕНИЕ.

В результате анализа научной литературы установлено, что реакции этиленхлоргидрина с третичными аминами являются одним из эффективных и перспективных методов получения четвертичных аммониевых солей. Данные реакции, как правило, протекают по механизму нуклеофильного замещения второго порядка (SN_2), при этом скорость и направление процесса определяются стерическими и индуктивными эффектами заместителей в молекуле амина, а также природой электрофильного центра. Отмечено, что соединения, содержащие гидроксиэтильный фрагмент, характеризуются высокой растворимостью в воде и выраженной биологической активностью.

Таким образом, результаты проведённого литературного обзора обосновывают необходимость синтеза новых четвертичных аммониевых солей на основе этиленхлоргидрина, а также их всестороннего исследования

ISSN 3030-3907

с использованием экспериментальных и квантово-химических методов. Это определяет научную новизну и практическую значимость настоящего диссертационного исследования.

Особое внимание уделяется холину и его производным, обладающим важными биологическими функциями. Одной из ключевых ролей холина является участие в реакциях метилирования. Он выступает в качестве донора метильных групп, обеспечивая биосинтез ДНК, РНК, белков и других биомолекул. Реакции переноса метильных групп играют важную роль в регуляции экспрессии генов, ферментативной активности и метаболических процессов. Дефицит холина приводит к нарушению данных процессов и может способствовать развитию различных метаболических заболеваний [1-3].

Кроме того, холин играет важную роль в функционировании нервной системы, являясь основным предшественником ацетилхолина — одного из ключевых нейромедиаторов центральной и периферической нервной системы. Ацетилхолин участвует в передаче нервных импульсов, регуляции мышечных сокращений, процессах памяти и обучения. Недостаток холина может вызывать неврологические нарушения, ухудшение памяти и развитие заболеваний нервной системы [3-4].

Важной функцией холина также является участие в регуляции липидного обмена. Он предотвращает накопление жиров в клетках печени и участвует в синтезе липопротеинов. Дефицит холина может приводить к жировой дистрофии печени и другим патологическим состояниям. Кроме того, холин играет значительную роль в поддержании нормального функционирования почек и других органов [-5-8].

Следует отметить, что в организме человека холин синтезируется в ограниченных количествах, недостаточных для полного удовлетворения физиологических потребностей. В связи с этим он должен поступать с пищей. Основными источниками холина являются мясо, рыба, яичный желток, соевые продукты, зерновые культуры и овощи. Суточная потребность человека в холине, по данным различных источников, варьируется от 0,25 до 4 г и зависит от физиологического состояния организма и характера питания [9-10].

В медицинской практике холин и его производные находят широкое применение. Они используются при лечении болезни Альцгеймера и Паркинсона, а также при атеросклерозе, гипертонии, заболеваниях печени и нарушениях нервной системы. Ацетилхолин хлорид применяется в офтальмологии, в частности для лечения глаукомы. Кроме того, соединения

ISSN 3030-3907

на основе холина могут быть использованы при лечении мышечной дистрофии, алопеции и других патологий [11-12].

II.2. Реакция этиленхлоргидрина с трибутиламином

Взаимодействие этиленхлоргидрина с трибутиламином представляет собой одно из перспективных направлений синтеза четвертичных аммониевых солей. Особенностью данной реакции является то, что молекула трибутиламина обладает значительным объемом и разветвлённой структурой, что оказывает заметное влияние на скорость протекания реакции и выход целевого продукта по сравнению с другими третичными аминами. В связи с этим для определения оптимальных условий реакции были проведены эксперименты в различных растворителях.

На первом этапе реакция этиленхлоргидрина с трибутиламином проводилась в среде толуола (40 мл) при температуре кипения под обратным холодильником в течение 2 часов. Несмотря на хорошее перемешивание компонентов, выход продукта оказался относительно низким и составил 38 %. Данный результат можно объяснить низкой полярностью и инертностью толуола. Известно, что реакции, протекающие по механизму SN_2, более эффективно осуществляются в полярных средах, поскольку такие условия способствуют стабилизации переходного состояния.

В связи с этим реакция была повторена в более полярном растворителе — хлороформе. Более высокая полярность хлороформа по сравнению с толуолом усиливает взаимодействие между электрофильными и нуклеофильными частицами, что привело к увеличению выхода продукта до 62 %. Данный результат подтверждает существенное влияние природы растворителя на кинетику и эффективность реакции.

В последующих экспериментах реакцию проводили в среде этилацетата при мольном соотношении этиленхлоргидрина и трибутиламина 1:1 при комнатной температуре. В ходе реакции наблюдалось самопроизвольное повышение температуры реакционной смеси, что свидетельствует об экзотермическом характере процесса. В результате образовывалась бесцветная маслянистая жидкость, которая после удаления растворителя под вакуумом и последующей сушки в эксикаторе представляла собой целевой продукт.

Установлено, что наличие объёмных алкильных групп в молекуле трибутиламина оказывает существенное влияние на кинетику реакции. В частности, увеличение стерических препятствий затрудняет приближение нуклеофильного центра (атома азота) к электрофильному углероду, что

ISSN 3030-3907

приводит к снижению скорости реакции SN_2. В связи с этим реакционная способность трибутиламина ниже по сравнению с триметиламином.

На основании проведённых экспериментов были сделаны следующие выводы:

– природа растворителя оказывает существенное влияние на протекание реакции;

– полярные растворители способствуют повышению эффективности реакции;

– стерические факторы (объём молекулы трибутиламина) снижают скорость реакции;

– экзотермический эффект ярко проявляется в определённых растворителях.

Таким образом, при выборе оптимальных условий реакции этиленхлоргидрина с трибутиламином необходимо учитывать природу растворителя, температурный режим и стерические факторы. Результаты экспериментов в различных растворителях были систематизированы и представлены на графике 2.1.

Анализ экспериментальных данных и графической зависимости показал, что влияние растворителя является одним из ключевых факторов. Установлено, что с увеличением полярности растворителя возрастает и выход продукта. Максимальный выход (69 %) был достигнут в среде этилацетата, что подтверждает его эффективность как оптимального растворителя для реакций, протекающих по механизму SN_2.

Таким образом, максимальный выход β-гидроксиэтилтрибутиламмоний хлорида составил 69 %. На основе проведённых исследований были определены оптимальные условия синтеза данного соединения с учётом мольного соотношения реагентов, природы растворителя и температурного режима.

Структура синтезированного соединения была подтверждена методом инфракрасной (ИК) спектроскопии. Результаты ИК-спектра свидетельствуют о наличии гидроксильной группы (–OH), аммониевого центра, а также связей C–N и C–O, что достоверно подтверждает образование β-гидроксиэтилтрибутиламмоний хлорида.

Изучение физических свойств показало, что β-гидроксиэтилтрибутиламмоний хлорид представляет собой вещество желтоватого цвета с кристаллической структурой, обладающее гигроскопическими свойствами. Температура плавления составляет 236–239 °C, что свидетельствует о высокой степени чистоты и стабильности кристаллической структуры соединения.

ISSN 3030-3907

В целом полученные результаты показывают, что оптимизация условий реакции этиленхлоргидрина с трибутиламином, включая выбор растворителя, температуры и соотношения реагентов, позволяет существенно повысить выход целевого продукта.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

С целью установления оптимальных условий синтеза β-гидроксиэтилтрибутиламмоний хлорида было изучено влияние природы растворителя, температуры, продолжительности реакции и стерических факторов на выход целевого продукта.

Установлено, что природа растворителя оказывает решающее влияние на протекание реакции. В среде толуола при температуре кипения (2 часа) выход составил 38 %, что связано с низкой полярностью растворителя. При переходе к более полярному растворителю — хлороформу — выход увеличился до 62 %.

Наиболее высокие значения выхода (до 69 %) были достигнуты при использовании этилацетата в качестве растворителя при мольном соотношении реагентов 1:1 и комнатной температуре. При этом наблюдалось самопроизвольное нагревание реакционной смеси, что свидетельствует об экзотермическом характере процесса.

Показано, что реакции, протекающие по механизму SN2, значительно ускоряются в полярных растворителях за счёт стабилизации переходного состояния. В то же время увеличение объёма алкильных заместителей у атома азота (как в случае трибутиламина) приводит к возрастанию стерических препятствий и снижению скорости реакции по сравнению с менее замещёнными аминами.

Таблица 1.

Влияние растворителя на выход продукта

Растворитель	**Температура, °C**	**Время, ч**	**Мольное соотношение**	**Выход, %**
Толуол	кипение	2	1:1	38
Хлороформ	кипение	2	1:1	62
Этилацетат	комнатная	2–3	1:1	69

Таким образом, установлено, что увеличение полярности растворителя способствует росту выхода продукта. Этилацетат является оптимальным растворителем для данной реакции, обеспечивая наилучшее сочетание растворяющей способности и условий для протекания SN2-механизма.

ISSN 3030-3907

Структура синтезированного соединения была подтверждена методом ИК-спектроскопии. Изучение физических свойств показало, что продукт обладает кристаллической структурой, высокой степенью чистоты и термической стабильностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В результате проведённых исследований разработан эффективный и воспроизводимый метод синтеза четвертичных аммониевых солей на основе этиленхлоргидрина и третичных аминов. Установлено, что реакции алкилирования протекают преимущественно по механизму нуклеофильного замещения второго порядка (SN2), при этом их скорость и выход в значительной степени зависят от природы растворителя, температурных условий и стерических факторов.

Экспериментально показано, что полярность растворителя оказывает решающее влияние на эффективность процесса. Установлено, что при переходе от малополярных растворителей (толуол) к более полярным (хлороформ, этилацетат) наблюдается значительное увеличение выхода целевого продукта. Максимальный выход β-гидроксиэтилтрибутиламмоний хлорида (до 69 %) достигается в среде этилацетата, что обусловлено благоприятными условиями для реализации SN2-механизма.

Выявлено, что стерические факторы играют существенную роль в протекании реакции. Наличие объёмных алкильных заместителей у атома азота (в частности, в трибутиламине) приводит к снижению реакционной способности по сравнению с менее замещёнными аминами, что обусловлено затруднением подхода нуклеофильного центра к электрофильному атому углерода.

Показано, что реакция носит экзотермический характер, что подтверждается самопроизвольным повышением температуры реакционной смеси в ряде случаев. Установлены оптимальные условия синтеза, включающие выбор растворителя, мольного соотношения реагентов и температурного режима, обеспечивающие получение целевого продукта с максимальным выходом.

Структура синтезированных соединений подтверждена методами инфракрасной спектроскопии. Полученные данные свидетельствуют о наличии характерных функциональных групп (–OH, C–N, C–O), что подтверждает образование четвертичных аммониевых солей. Изучение физических свойств показало, что синтезированные соединения обладают кристаллической структурой, высокой степенью чистоты и термической стабильностью.

ISSN 3030-3907

Таким образом, разработанный метод синтеза четвертичных аммониевых солей на основе этиленхлоргидрина обладает научной новизной и практической значимостью. Полученные результаты могут быть использованы при создании новых биологически активных соединений, а также в химической технологии, медицине и материаловедении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Smith M.B., March J. *March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure*. – 7th ed. – New York: Wiley, 2013. – 2083 p.
2. Clayden J., Greeves N., Warren S. *Organic Chemistry*. – 2nd ed. – Oxford: Oxford University Press, 2012. – 1261 p.
3. Carey F.A., Sundberg R.J. *Advanced Organic Chemistry. Part A: Structure and Mechanisms*. – 5th ed. – New York: Springer, 2007. – 1196 p.
4. Morrison R.T., Boyd R.N. *Organic Chemistry*. – 6th ed. – New York: Prentice Hall, 2011. – 1240 p.
5. Lowry T.H., Richardson K.S. *Mechanism and Theory in Organic Chemistry*. – 3rd ed. – New York: Harper & Row, 1987. – 1090 p.
6. Eliel E.L., Wilen S.H. *Stereochemistry of Organic Compounds*. – New York: Wiley, 1994. – 1267 p.
7. McMurry J. *Organic Chemistry*. – 9th ed. – Boston: Cengage Learning, 2016. – 1432 p.
8. House J.E. *Principles of Chemical Kinetics*. – 2nd ed. – Academic Press, 2007. – 848 p.
9. Anslyn E.V., Dougherty D.A. *Modern Physical Organic Chemistry*. – Sausalito: University Science Books, 2006. – 1104 p.
10. Patai S. *The Chemistry of Quaternary Ammonium Compounds*. – New York: Wiley, 1971. – 850 p.
11. Lindon J.C., Tranter G.E., Holmes E. *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry*. – Elsevier, 2017. – 3500 p.
12. Socrates G. *Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies*. – 3rd ed. – Wiley, 2004. – 366 p.

ISSN 3030-3907

PAXTA TARKIBIDAGI MAYDA IFLOSLIKLARNI AJRATISH USULLARI TAHLILI

Ikromov Shaxobiddin Shamsutdin o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti tayanch doktaranti,
Xashimov Sabitxan,
Namangan davlat texnika universiteti professori
Muradov Rustam Muradovich,
Namangan davlat texnika universiteti professori
Toshpo‘latov Mansurbek Bekpo‘latovich
Namangan davlat texnika universiteti magistranti
Email: ikromov.shaxobiddin1997@gmail.com
Tel:940977066

Abstract. This article analyzes the processes of cleaning raw cotton from small impurities. Cotton cleaning machines are classified into radial and axial systems according to the nature of cotton movement within the working chamber. In radial systems, the cleaning process is carried out under intensive mechanical воздействия, while in axial systems, cotton is cleaned progressively through continuous helical movement and gentle processing. The operating principles, advantages, and disadvantages of both systems are comparatively analyzed, and the main factors affecting cleaning efficiency are identified.

Keywords: cotton cleaning, small impurities, cleaning methods, radial, axial, longitudinal motion, mesh surface.

Аннотация. В статье проанализированы процессы очистки хлопкового сырья от мелких примесей. Очистительные машины классифицированы на радиальные и осевые (аксиальные) системы в зависимости от характера движения хлопка в рабочей камере. В радиальных системах процесс очистки осуществляется за счёт интенсивных механических воздействий, тогда как в аксиальных системах хлопок очищается постепенно за счёт непрерывного винтового перемещения и более мягкой обработки. Проведён сравнительный анализ принципов работы, преимуществ и недостатков обеих систем, а также определены основные факторы, влияющие на эффективность очистки.

Ключевые слова: очистка хлопка, мелкие примеси, методы очистки, радиальный, осевой, аксиальный, сетчатая поверхность.

Annotatsiya. Maqolada paxta xom-ashyosini mayda ifloslikladan tozalash jarayonlari tahlil qilinib, tozalash mashinalari paxta harakatining ishchi kameradagi xarakteriga ko‘ra radial va o‘qviy (aksial) tizimlarga ajratilgan. Radial tizimlarda tozalash jarayoni intensiv mexanik ta’sirlar asosida amalga oshishi, aksial tizimlarda esa, paxtaning uzluksiz vintsimon tamoyilda siljishi va

ISSN 3030-3907

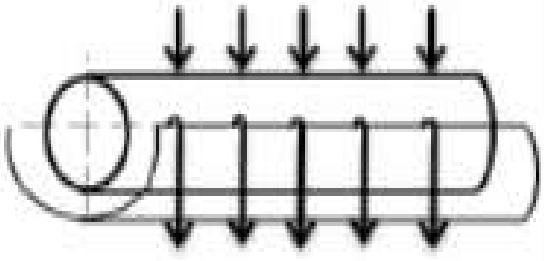
yumshoq ishlov berilishi orqali bosqichma-bosqich tozalanishi yoritilgan. Har ikki tizimning ishlash prinsiplari, afzallik va kamchiliklari qiyosiy tahlil qilinib, tozalash samaradorligiga ta’sir etuvchi asosiy omillar aniqlangan.

Kalit sozlar: paxta tozalash, mayda ifloslikiar, tozalash usullari, radial, o‘qbo‘ylab, aksial, to‘rli sirt.

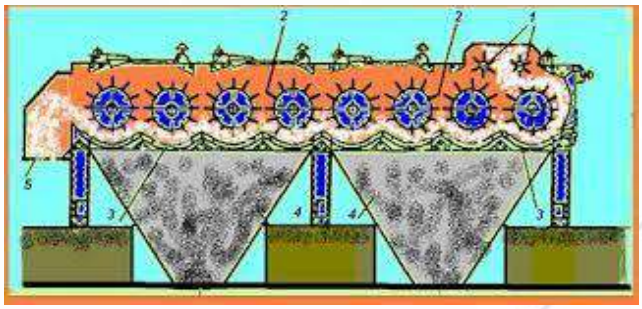
KIRISH.

Paxtani dastlabki ishlash jarayonida uning tarkibidan mayda begona aralashmalarni ajratib olish muhim texnologik bosqichlardan biri hisoblanadi. Chunki paxta tarkibida uchraydigan chang, qum, mayda barg bo‘laklari, qurigan g‘o‘za qismlari, po‘stloq, poya parchalarining mavjudligi keyingi texnologik jarayonlarning samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Xususan, bunday aralashmalar paxtani jinlash, tolani ajratish, tola sifatini saqlash hamda tayyor mahsulotning standart ko‘rsatkichlarini ta’minlashda jiddiy muammolar keltirib chiqaradi. Shu sababli paxta xom-ashyosini mayda ifloslikiardan tozalash jarayonida qo‘llaniladigan mashinalarning konstruktiv tuzilishi va ishlash prinsiplarini tasniflash alohida ahamiyatga ega.

Paxtani mayda begona aralashmalardan tozalash usullarini tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, ushbu maqsadga mo‘ljallangan barcha tozalash mashinalarini, eng avvalo, ishchi kamerada xom paxtaning harakat xarakteriga ko‘ra tasniflash maqsadga muvofiqdir. Aynan paxta massasining ishchi zona bo‘ylab qanday harakatlanishi, uning ishchi organlar bilan o‘zaro ta’sir davomiyligi, yo‘nalishi va intensivligi tozalash samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Shu nuqtai nazardan, barcha mayda ifloslik tozalagichlar paxtani mashina ichidagi harakatiga ko‘ra asosan **ikki asosiy tizimga**, ya’ni **radial** va **o‘qbo‘ylab (aksial)** tizimlarga bo‘linadi.



a)



b)

1-rasm. a) Radial usul sxemasi.
b) Radial usul da ishlovchi 1XK paxta tozalash qurilmasi konustruktiv chizmasi. 1 -ta’minlash valiklari; 2-qoziqchali-parrakli barabanlar; 3-to‘rli sirt (yuza); 4-ifloslik bunkeri; 5-chiqish novi.

Radial tizimli tozalagichlarda paxta *ta’minlash valiklari(1) orqali* ishchi kameraga kirgach, u odatda kameraning butun ishchi kengligi(*2-qoziqchali-*

ISSN 3030-3907

parrakli barabanlar) yoki uzunligi bo‘ylab tez taqsimlanadi va tozalash jarayoni asosan ishchi organning aylanish o‘qiga nisbatan **perpendikulyar yo‘nalishda** amalga oshadi. Bunda paxta oqimining harakati markazdan tashqi tomonga yoki tashqi kontur bo‘ylab radial xarakter kasb etadi. Shuning uchun bunday mashinalar radial tizimli tozalagichlar deb yuritiladi(1a)-rasm).

Mazkur tizimda tozalash samaradorligi bir vaqtning o‘zida bir nechta o‘zaro bog‘liq fizik-mexanik ta’sirlar majmuasi natijasida ta’minlanadi. Aylanuvchi ishchi organlar ta’sirida paxta massasi zarbga uchrab, g‘ovaklashadi hamda uning qatlamlari bo‘shashadi, bu esa bo‘lakchalar orasida ushlanib qolgan mayda iflos zarrachalarning erkinlashishiga olib keladi. Shu bilan birga, paxta bo‘lakchalarining to‘rli yoki kolosnik panjaralariga urilishi va ular bo‘ylab sudralishi jarayonida iflosliklarning ajralib chiqishi jadallashadi. Bundan tashqari, markazdan qochma kuch ta’siri ostida nisbatan zichroq yoki erkin zarrachalar umumiy harakat trayektoriyasidan chiqib, panjara teshiklari orqali tashqariga chiqariladi, natijada tozalash jarayoni yanada samarali kechadi[1,2].

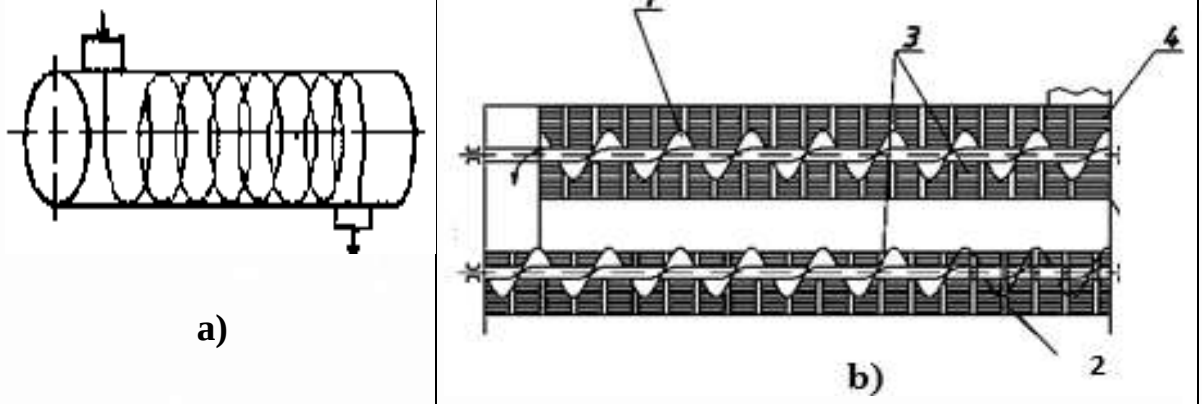
Ushbu turga mansub ko`plab mashinallar mavjud va bugungi kundaham ulardan keng qo‘llanilib kelinmoqda. Misol sifatida 1XK qurilmasini keltirish mumkin(2-rasm). Bu turdagi qurilmalar ish jarayonida ta’minlash valiklariga(1) bunkerga tushgan chigitli paxta aylanuvchi qoziqli barabanlar(2) yordamida to‘rli sirt usti bo‘ylab sudralib harakatlanadi va keyingi qoziqli barabanga uzatiladi. Bu jarayonda paxta tezligi bir oz kamayadi va baraban qoziqlari yordamida yana to‘rli sirt ustidan sudralib o‘tkaziladi. Chigitli paxta har bir to‘rli sirt bilan ishqalanishi natijasida uning tarkibidagi mayda iflos aralashmalarning bir qismi ajralib chiqadi va to‘rli sirt teshiklari orqali tashqariga(4-ifloslik bunkeri) chiqariladi. Natijada paxta barabanlar orqali o‘tish jarayonida bosqichma-bosqich tozalanadi hamda chiqish quvuri(5) orqali keyingi texnologik jarayonga uzatiladi. Shu bilan birga, mavjud qoziqli paxta tozalash qurilmalarida bir qator konstruktiv va texnologik kamchiliklar ham kuzatiladi. Jumladan, to‘rli sirtning foydali yuzasi kichikligi tozalash jarayonida ishtirok etuvchi aktiv zona hajmini cheklaydi. Barabanlarning joylashuvi va qoziqlarning konfiguratsiyasi hamda to‘rli sirt teshiklarining shakli va o‘lchamlari paxtaning ishchi kamera ichida erkin harakatlanishiga to‘sqinlik qilishi mumkin. Bundan tashqari, paxta xom-ashyosining qurilmaga notekis uzatilishi ishchi zonada tiqilish holatlarining yuzaga kelishini kuchaytiradi. Bu esa o‘z navbatida paxtani tozalash darajasining pasayishiga, ish unumdorligining kamayishiga va tayyor mahsulot sifatining yomonlashishiga olib keladi[3,4].

Boshqa tomondan, radial tizimda mexanik ta’sirning yuqori intensivligi ayrim holatlarda salbiy oqibatlarga ham sabab bo‘lishi mumkin. Xususan, ishchi organlar tezligining ortiqcha bo‘lishi paxta tolalarining shikastlanishiga,

ISSN 3030-3907

chigitning ezilishiga va texnologik ko‘rsatkichlarning yomonlashishiga olib kelishi ehtimoli mavjud. Shu sababli bunday qurilmalarni loyihalash va ekspluatatsiya qilishda ishchi organlar aylanish tezligi, to‘rli sirt parametrlari, paxta oqimining qalinligi va namligi kabi omillarni ilmiy asosda optimallashtirish zarur hisoblanadi.

O‘q bo‘ylab yoki aksial tizimli tozalagichlarda esa, paxtaning ishchi kameradagi harakati radial tizimdan farqli ravishda **ishchi organning o‘qi bo‘ylab**, ya’ni kirish zonasidan chiqish zonasiga tomon ketma-ket siljish shaklida amalga oshadi. Bunday mashinalarda paxta massasining asosiy harakati mashinaning bo‘ylama o‘qi bilan mos tushadi. Shu sababli ularning ishlash prinsipi paxtani ishchi kamera bo‘ylab ma’lum masofada uzluksiz olib o‘tish va shu yo‘l davomida bosqichma-bosqich tozalashga asoslanadi(2a-rasm).



2-rasm. a) O‘qboylab tozalash(aksial) tizimida sxemasi; b) Aksial usulda Mayda iflosliklardan tozalovchi 6A-12M mashinasi. Bu yerda: 1 – yuqorigi qoziqli shnek; 2 – pastki qoziqli shnek; 3 – kolosnikli panjara;

Aksial tizimlarda paxta oqimi odatda valiklar, barabanlar, shnekli elementlar yoki boshqa yo‘naltiruvchi ishchi qismlar yordamida oldinga suriladi. Shu jarayonda paxta massasi nafaqat ilgarilanma harakat qiladi, balki g‘ovaklashadi, aylantiriladi, ag‘dariladi va to‘rli yuzalar bilan takroriy kontaktga kirishadi. Bu esa iflosliklarning tolali massadan asta-sekin ajralishiga imkon yaratadi. Aksial tizimlarning muhim belgisi shundaki, paxta ishchi zona bo‘ylab nisbatan uzunroq yo‘l bosib o‘tadi va shu sababli tozalash jarayoni bir marotabalik kuchli zarba emas, balki davomli va nisbatan yumshoq mexanik ta’sirlar asosida kechadi[1,3].

Bunday tozalagichlarda iflosliklar paxta qatlamining g‘ovaklashishi, ishchi organlar ta’sirida bo‘laklanishi hamda panjarali yoki elakli sirtlar ustidan siljishi natijasida ajraladi. Aksial tizimlarda tozalash jarayoni radial tizimlardagidek kuchli va qisqa muddatli zarbalar asosida emas, balki paxta massasining ishchi

ISSN 3030-3907

kamerada nisbatan uzoqroq vaqt davomida bo‘lishi, uning qayta-qayta aralashtirilishi va elakli sirtlar bilan uzluksiz kontaktga kirishishi hisobiga bosqichma-bosqich amalga oshadi. Shu sababli bu tizim paxtaga nisbatan yumshoqroq texnologik ishlov berib, tolalarning shikastlanish ehtimolini kamaytiradi.

Aksial tozalagichlarga misol sifatida 6A-12M shnekli paxta tozalash mashinasini keltirish mumkin (2b-rasm). Ushbu qurilmada paxtaning o‘q bo‘ylab ilgarilanma harakati shneklar yordamida ta’minlanadi, paxta qatlamining titilishi esa shnek uchlariga o‘rnatilgan qoziqchalar orqali amalga oshiriladi. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, bunday mashinalarda tozalash samaradorligi yuqori bo‘lishiga qaramay, shnekli mexanizm ta’sirida paxta massasi aylanish va burilish harakatiga uchraydi, natijada tolalarning eshilishi (chirmashib qolishi) kuzatiladi. Bu esa tolalarning tabiiy tuzilishiga salbiy ta’sir ko‘rsatib, keyingi texnologik jarayonlar uchun ma’lum darajada noqulayliklar keltirib chiqaradi. Shu sababli bunday qurilmalardan foydalanishda tozalash samaradorligi bilan bir qatorda tola sifatini saqlash masalasini ham hisobga olish muhim ahamiyatga ega[1,4].

Radial va aksial tizimli paxta tozalagichlar amaliyotda keng qo‘llanilishiga qaramay, ularning har biri ma’lum kamchiliklarga ega. Radial tizimlarda paxta massasiga kuchli va qisqa muddatli mexanik ta’sir ko‘rsatilishi natijasida iflosliklar samarali ajraladi, biroq bu jarayon ko‘pincha tolalarning shikastlanishiga, chigitning ezilishiga hamda mahsulot sifatining pasayishiga olib keladi. Shuning uchun bunday tizimlar yuqori intensivlikka ega bo‘lsada, sifat ko‘rsatkichlari nuqtai nazaridan har doim ham optimal emas. Aksial tizimlar esa paxtaga nisbatan yumshoqroq ishlov berishi bilan ajralib turadi va tolani yaxshi saqlaydi. Biroq mavjud aksial mashinalarda, xususan 6A-12M tipidagi shnekli qurilmalarda, paxtaning ilgarilanma harakati shnek yordamida ta’minlanadi. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, aynan shnekli mexanizm paxta tolalarining eshilishiga (chirmashishiga) sabab bo‘lib, keyingi texnologik jarayonlarga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu bilan birga, shnek paxta oqimining erkin harakatini cheklab, ayrim hollarda tiqilishlar va notekis uzatishga olib keladi.

XULOSA. Ushbu maqolada biz paxtani mayda iflosliklardan tozalashga mo‘ljallangan ikki xil konstruktiv tuzilishga ega mashinalarning ishlash jarayonini tahlil qildik va ularning asosiy kamchiliklarini aniqladik. Tadqiqotlarimiz natijasida shuni kuzatdikki, radial tozalash mashinalarida to‘rli sirtning foydali ishchi yuzasi kichik bo‘lgani sababli tozalash samaradorligi pasayadi. Shuningdek, paxtani tozalash jarayoniga uzatishda uning yetarli darajada titilmaganligi mayda iflosliklarning ajralib chiqish jarayonini qiyinlashtirishini aniqladik.

ISSN 3030-3907

Bundan tashqari, paxtaning qoziqli baraban qoziqlari ta’sirida urilishi natijasida chigitlar shikastlanishini kuzatdik. Ushbu holat tolada turli mexanik nuqsonlar hosil bo‘lishiga olib kelishini va bu nuqsonlar keyingi texnologik bosqichlarda, xususan yigirish jarayonida mahsulot sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishini aniqladik.

Paxtani o‘q bo‘ylab harakatlantirib tozalash mashinalarini tahlil qilganimizda, ularning asosiy kamchiligi tolalarning eshilib qolishida ekanligini aniqladik. Eshilgan tolalarda yuzaga kelgan nuqsonlar yigirish jarayoniga salbiy ta’sir ko‘rsatishini kuzatdik. Bu mashinalarda tolalarning eshilishiga asosiy sabab sifatida o‘q bo‘ylab harakatni ta’minlash uchun shnek mexanizmidan foydalanilganligini qayd etdik.

Yuqorida aniqlangan kamchiliklardan kelib chiqib, kelgusida ushbu muammolardan holi bo‘lgan, paxtani mayda iflosliklardan samarali tozalashni ta’minlaydigan hamda tolaga zarar yetkazmaydigan takomillashtirilgan yangi konstruksiyadagi mashinani yaratish zarurligini asosladik va bu yo‘nalishda ilmiy tadqiqotlar olib bordik.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. G. J. Jabborov, T.U. Otametov, A.X. Hamidov. Chigitli paxtani dastlabki ishlash tehnologiyasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 1987-yil.
2. Muradovich, M. R., Sabitxan, X., & Ogli, I. S. S. (2025). PAXTANI MAYDA IFLOSLIKLARDAN TOZALASHNING ANALITIK TAHLILI VA O ‘Q BO ‘YLAB HARAKATLANTIRIB TOZALASH USULINI TAKOMILLASHTIRISH. Механика и технология, 6(Спецвыпуск 1), 469-472.
3. Мардонов, Б. М., & Икромов, Ш. Ш. Ў. (2023). ПАХТАНИ ТАБИИЙ ХУСУСИЯТЛАРГА ТАЪСИР КИЛМАСДАН МАЙДА ИФЛОСЛИКЛАРДАН ТОЗАЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ. Строительство и образование, 4(5-6), 273-278.
4. Shamsutdin ogli, SI, & Davron Abdug‘affor og, S. (2025). PAXTADAGI IFLOSLIKLARNI ANIQLASHDA RANG FAZOSIGA ASOSLANGAN TASVIR SEGMENTATSIYASI USULLARINING QIYOSIY TAHLILI. TEXNOLOGIYA VA TA'LIM INNOVASYONLARI , 4 (33), 11-20.
5. To‘xtasinov, M., Kodirov, Z., & Ikromov, S. (2024, may). Vektor elementlarining pozitsiyalari va qiymatlari juftliklarini tahlil qilishga asoslangan tasvirlarni taqqoslash algoritmi. AIP konferensiyasi materiallarida (3147-jild, 1-son, 040002-bet). AIP Publishing MChJ.

ISSN 3030-3907

ZAMONAVIY TA’LIM MUHITIDA BLENDED LEARNING MODELINI LEARNING ANALYTICS VOSITALARI ORQALI MONITORING QILISH VA SIFATINI OSHIRISH

Shamuratov Alimbay Kamiljanovich
Osiyo Xalqaro Universiteti magistranti

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot zamonaviy axborotlashgan ta’lim muhitida aralash ta’lim (Blended Learning) modelining pedagogik imkoniyatlarini kengaytirish va o‘quv jarayoni sifatini raqamli monitoring qilish masalalariga bag‘ishlangan. Bugungi kunda ta’limga raqamli texnologiyalarning jadal kirib kelishi natijasida yuzaga kelgan katta hajmdagi ma’lumotlar (Big Data) talabalarning o‘quv xulq-atvorini chuqur tahlil qilish zaruriyatini tug‘dirmoqda. Tadqiqot doirasida Learning Analytics (ta’lim tahlili) vositalarining aralash ta’lim formatidagi o‘rni, ularning talabalar o‘zlashtirish ko‘rsatkichlarini bashorat qilishdagi o‘rni va individual o‘qitish trayektoriyalarini shakllantirishdagi ahamiyati ilmiy asoslangan holda yoritiladi. Mavjud ilmiy adabiyotlar va pedagogik tajribalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, Learning Analytics tizimlari nafaqat talabalarning faolligini kuzatish, balki ta’lim mazmunini dinamik ravishda moslashtirish, dars jarayonidagi bo‘shliqlarni erta aniqlash va o‘qitish metodikasining samaradorligini xolis baholash imkonini beradi. Mazkur ishda aralash ta’lim muhitida ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va vizuallashtirish algoritmlarini takomillashtirish orqali ta’lim sifatini boshqarishning innovatsion mexanizmlari taklif etiladi, bu esa o‘z navbatida oliy ta’lim tizimida raqamli transformatsiya jarayonlarini jadallashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: aralash ta’lim, Learning Analytics, ta’lim sifati, raqamli monitoring, o‘quv tahlili, pedagogik texnologiyalar, individual trayektoriya, ma’lumotlar vizuallashuvi, LMS (Learning Management System), ta’lim samaradorligi.

Аннотация. Данное исследование посвящено вопросам мониторинга и повышения качества образования в условиях современной цифровой образовательной среды с использованием модели смешанного обучения (Blended Learning) и инструментов учебной аналитики (Learning Analytics). В работе рассматривается теоретико-методологическая база интеграции аналитических инструментов в учебный процесс для сбора и интерпретации данных о взаимодействии студентов с электронными образовательными ресурсами. Научная новизна исследования заключается в обосновании роли Learning Analytics как ключевого механизма объективной оценки учебных достижений и выявления факторов, влияющих на вовлеченность обучающихся. На основе анализа современной научной литературы подчеркивается, что использование интеллектуальных систем анализа

ISSN 3030-3907

данных позволяет не только диагностировать текущее состояние учебного процесса, но и прогнозировать риски академической неуспеваемости, что обеспечивает возможность оперативной корректировки педагогических стратегий. Исследование предлагает комплексный подход к внедрению аналитических панелей мониторинга, которые способствуют трансформации смешанного обучения из статической модели в адаптивную экосистему, ориентированную на результат. Полученные выводы могут быть использованы для совершенствования систем управления обучением (LMS) и повышения общей конкурентоспособности образовательных программ в условиях глобальной цифровизации.

Ключевые слова: смешанное обучение, учебная аналитика, мониторинг качества образования, цифровая образовательная среда, прогнозирование успеваемости, адаптивное обучение, большие данные в образовании, педагогический дизайн, вовлеченность студентов, образовательные технологии.

Abstract. This research explores the integration of Learning Analytics tools within the Blended Learning model to monitor and enhance educational quality in the contemporary learning environment. As educational institutions shift towards hybrid formats, the generation of vast amounts of student data necessitates the application of advanced analytical techniques to interpret learning behaviors and outcomes. This paper examines the scientific foundations of Learning Analytics as a pivotal instrument for data-driven decision-making, emphasizing its capacity to provide real-time insights into student engagement, resource utilization, and academic performance. By synthesizing current academic discourse and empirical studies, the research highlights how pedagogical interventions can be optimized through the visualization of learning trajectories and the early identification of learning gaps. Furthermore, the study proposes a framework for utilizing educational data to personalize the learning experience and refine instructional design in blended settings. The implementation of such analytical systems facilitates a shift from traditional assessment methods to a more dynamic, evidence-based quality assurance mechanism, ultimately contributing to the strategic advancement of digital transformation in higher education and ensuring a high-quality, student-centered learning experience.

Keywords: Blended Learning, Learning Analytics, educational quality, digital monitoring, data-driven instruction, academic performance prediction, student engagement, learning management systems, instructional design, adaptive learning.

KIRISH.

Global raqamli transformatsiya sharoitida oliy ta’lim tizimi o‘zining an’anaviy metodologik asoslarini qayta ko‘rib chiqish va innovatsion ta’lim modellarini integratsiya qilish bosqichini bosib o‘tmoqda. Zamonaviy pedagogikada eng istiqbolli yo‘nalishlardan biri sifatida e’tirof etilayotgan aralash ta’lim (Blended Learning) modeli yuzma-yuz o‘qitishning ijtimoiy afzalliklari va elektron ta’limning texnologik imkoniyatlarini uyg‘unlashtiruvchi universal platforma sifatida namoyon bo‘lmoqda. Biroq, ta’lim muhitining bunday murakkablashuvi o‘quv jarayonini boshqarish va uning sifatini nazorat qilishning yangi, obyektiv va dalillarga asoslangan mexanizmlarini joriy etishni talab etadi. Aynan shu nuqtada, ta’lim ma’lumotlarini intellektual tahlil qilishga yo‘naltirilgan Learning Analytics (ta’lim tahlili) sohasi o‘quv jarayonining "shaffofligini" ta’minlovchi asosiy vositaga aylanmoqda.Ilmiy adabiyotlarda aralash ta’lim shunchaki texnologik vositalardan foydalanish emas, balki talaba va o‘qituvchi o‘rtasidagi kommunikatsiyani yangi sifat darajasiga ko‘taruvchi tizimli yondashuv sifatida ta’riflanadi. Ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, raqamli ta’lim muhitida talabalar tomonidan qoldirilayotgan "elektron izlar" (digital footprints) o‘quv jarayonining real dinamikasini aks ettiruvchi ulkan axborot manbaidir. Learning Analytics tizimi ushbu ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va interpretatsiya qilish orqali ta’lim oluvchilarning motivatsiyasi, resurslar bilan ishlash samaradorligi va kognitiv o‘zlashtirish darajasi haqida aniq xulosalar chiqarish imkonini beradi. Bu esa o‘z navbatida, ta’lim sifatini baholashda subyektiv yondashuvlardan voz kechib, real vaqt rejimidagi monitoring (real-time monitoring) tizimiga o‘tish zaruriyatini ilmiy jihatdan asoslaydi.Tadqiqotning dolzarbligi shundaki, an’anaviy baholash tizimlari ko‘pincha natijaviy xarakterga ega bo‘lib, o‘quv jarayoni davomidagi inqirozlarni yoki talabaning o‘quv trayektoriyasidan og‘ishini barvaqt aniqlash imkoniga ega emas. Aralash ta’lim muhitida Learning Analytics vositalarining qo‘llanilishi esa o‘qitish metodikasini individualizatsiya qilish va ta’lim kontentini talabaning ehtiyojlariga moslashtirish uchun zamin yaratadi. Mazkur ish doirasida aralash ta’limning tarkibiy qismlari va ularning monitoring tizimi bilan o‘zaro aloqadorligi qisman ko‘rib chiqiladi, bu esa kelajakda ta’lim muassasalarining raqamli ekotizimini barpo etishda nazariy-metodik asos bo‘lib xizmat qiladi. Tahliliy vositalarning joriy etilishi nafaqat akademik o‘zlashtirishni, balki ta’lim jarayonining barcha ishtirokchilari uchun qayta aloqa (feedback) mexanizmini optimallashtirishga qaratilgan fundamental yondashuvdir.Zamonaviy oliy ta’lim paradigmasida aralash ta’lim (Blended Learning) nafaqat an’anaviy va masofaviy o‘qitish shakllarining mexanik birikmasi, balki ta’lim oluvchining kognitiv faolligini oshirishga yo‘naltirilgan murakkab pedagogik tizim sifatida namoyon bo‘ladi. Ushbu tizimning markazida turuvchi Learning Analytics (ta’lim tahlili)

ISSN 3030-3907

tushunchasi esa o‘quv jarayonini shunchaki kuzatish emas, balki uni ma’lumotlarga tayangan holda (data-driven) boshqarish imkonini beradi. Ilmiy tahlillar shuni ko‘rsatadiki, aralash ta’lim muhitida talabalar o‘quv resurslari bilan o‘zaro aloqaga kirishganda, ularning har bir harakati – videoma’ruzalarni ko‘rish davomiyligidan tortib, test topshiriqlaridagi xatoliklar chastotasigacha – raqamli izlar ko‘rinishida saqlanadi. Mazkur ma’lumotlar oqimi Learning Analytics algoritmlari orqali qayta ishlanishi natijasida ta’lim sifati ko‘rsatkichlarini real vaqt rejimida baholash imkonini beruvchi informatsion bazani shakllantiradi. Bu jarayon talabaning o‘quv trayektoriyasini shaxsiylashtirish va o‘qituvchining metodologik yondashuvini optimallashtirish uchun fundamental asos bo‘lib xizmat qiladi.Aralash ta’lim modelida Learning Analytics vositalarini monitoring qilishning eng muhim jihati bu – prediktiv (bashorat qiluvchi) tahlildir. Ushbu yondashuv yordamida o‘quv semestri yakunlanmasdan turib, talabaning akademik o‘zlashtirishdagi muammolarini oldindan aniqlash mumkin bo‘ladi. Masalan, tizim talabaning Learning Management System (LMS) platformasidagi faolligini o‘tmishdagi muvaffaqiyatli talabalar klasteri bilan solishtirish orqali "xavf guruhi"ni shakllantiradi. Bu esa pedagogga passiv talabalar bilan individual ishlash strategiyasini ishlab chiqish imkonini beradi. Shu bilan birga, sifatni baholashda faqatgina yakuniy baholarga tayanish an’anasi o‘z o‘rnini jarayonli tahlilga (process mining) bo‘shatib bermoqda. Ya’ni, talabaning bilim olish jarayonidagi qiyinchilik nuqtalari, murakkab mavzularni o‘zlashtirishga sarflagan vaqti va jamoaviy muhokamalardagi ishtiroki kabi ko‘rsatkichlar ta’lim sifatining ajralmas qismi sifatida ko‘rib chiqiladi. Bu kabi chuqur tahlil o‘quv kontentining qanchalik samarali ekanligini ham ko‘rsatib beradi: agar ma’lum bir material bilan ishlashda talabalarning ko‘pchiligi to‘xtab qolsa yoki past natija ko‘rsatsa, bu kontentni qayta ko‘rib chiqish zarurligidan dalolat beruvchi obyektiv signaldir.Ta’lim sifatini oshirishda Learning Analytics vositalarining yana bir o‘ziga xos xususiyati bu – vizualizatsiya va qayta aloqa mexanizmining takomillashuvidir. Dashbordlar (tahliliy panellar) ko‘rinishidagi ma’lumotlar nafaqat ma’muriyat, balki talabalar uchun ham ochiq bo‘lishi ularda o‘z-o‘zini baholash (self-regulated learning) ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Talaba o‘z natijalarini guruhning o‘rtacha ko‘rsatkichlari bilan solishtirganda, unda ichki motivatsiya va mas’uliyat hissi ortadi. Aralash ta’lim modelining samaradorligi bevosita ushbu tahliliy tizimning pedagogik dizayn bilan qanchalik integratsiya qilinganligiga bog‘liqdir. Binobarin, sifatni oshirishning asosiy mexanizmi sifatida Learning Analytics ta’lim oluvchi, o‘qituvchi va ta’lim kontenti o‘rtasidagi dinamik muvozanatni ta’minlaydi. Xulosa qilib aytganda, ushbu tizimni ishlab chiqish va qo‘llash oliy ta’lim muassasalarining raqamli yetukligini ta’minlash bilan bir qatorda, har bir talabaning salohiyatini maksimal darajada

ISSN 3030-3907

yuzaga chiqarish uchun xizmat qiluvchi moslashuvchan (adaptive) ta’lim muhitini yaratadi.

Zamonaviy oliy ta’lim paradigmasida aralash ta’lim nafaqat an’anaviy yuzma-yuz darslar va masofaviy texnologiyalarning mexanik birikmasi, balki ta’lim oluvchining kognitiv faolligini oshirishga yo‘naltirilgan murakkab, ko‘p qirrali pedagogik tizim sifatida namoyon bo‘ladi. Ushbu tizimning markazida turuvchi Learning Analytics (ta’lim tahlili) tushunchasi esa o‘quv jarayonini shunchaki kuzatish emas, balki uni raqamli dalillarga tayangan holda boshqarish imkonini beradi. Ilmiy tahlillar shuni ko‘rsatadiki, aralash ta’lim muhitida talabalar o‘quv resurslari bilan o‘zaro aloqaga kirishganda, ularning har bir harakati — videoma’ruzalarni ko‘rish davomiyligidan tortib, test topshiriqlaridagi xatoliklar chastotasigacha — raqamli izlar (digital footprints) ko‘rinishida saqlanadi. Mazkur ma’lumotlar oqimi Learning Analytics algoritmlari orqali qayta ishlanishi natijasida ta’lim sifati ko‘rsatkichlarini real vaqt rejimida baholash imkonini beruvchi informatsion bazani shakllantiradi. Bu jarayon talabaning o‘quv trayektoriyasini shaxsiylashtirish va o‘qituvchining metodologik yondashuvini optimallashtirish uchun fundamental asos bo‘lib xizmat qiladi.Aralash ta’lim modelida Learning Analytics vositalarini monitoring qilishning eng muhim jihati bu — prediktiv (bashorat qiluvchi) tahlildir. Ushbu yondashuv yordamida o‘quv semestri yakunlanmasdan turib, talabaning akademik o‘zlashtirishdagi muammolarini oldindan aniqlash mumkin bo‘ladi. Tizim talabaning Learning Management System (LMS) platformasidagi faolligini o‘tmishdagi muvaffaqiyatli talabalar klasteri bilan solishtirish orqali "xavf guruhi"ni shakllantiradi, bu esa pedagogga passiv talabalar bilan individual ishlash strategiyasini ishlab chiqish imkonini beradi. Shu bilan birga, sifatni baholashda faqatgina yakuniy baholarga tayanish an’anasi o‘z o‘rnini jarayonli tahlilga (process mining) bo‘shatib bermoqda. Ya’ni, talabaning bilim olish jarayonidagi qiyinchilik nuqtalari, murakkab mavzularni o‘zlashtirishga sarflagan vaqti va jamoaviy muhokamalardagi ishtiroki kabi ko‘rsatkichlar ta’lim sifatining ajralmas qismi sifatida ko‘rib chiqiladi. Bu kabi chuqur tahlil o‘quv kontentining samaradorligini ham ko‘rsatib beradi: agar ma’lum bir material bilan ishlashda talabalarning aksariyati qiyinchilikka duch kelsa, bu kontentni pedagogik jihatdan qayta ko‘rib chiqish zarurligidan dalolat beruvchi obyektiv signaldir.Ta’lim sifatini oshirishda Learning Analytics vositalarining yana bir o‘ziga xos xususiyati bu — vizualizatsiya va qayta aloqa mexanizmining takomillashuvidir. Dashbordlar (tahliliy panellar) ko‘rinishidagi ma’lumotlar nafaqat ma’muriyat, balki talabalar uchun ham ochiq bo‘lishi ularda o‘z-o‘zini baholash (self-regulated learning) ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Talaba o‘z natijalarini guruhning o‘rtacha ko‘rsatkichlari bilan solishtirganda, unda ichki motivatsiya va mas’uliyat hissi

ISSN 3030-3907

ortadi. Aralash ta’lim modelining samaradorligi bevosita ushbu tahliliy tizimning pedagogik dizayn bilan qanchalik sinxron integratsiya qilinganligiga bog‘liqdir. Binobarin, sifatni oshirishning asosiy mexanizmi sifatida Learning Analytics ta’lim oluvchi, o‘qituvchi va ta’lim kontenti o‘rtasidagi dinamik muvozanatni ta’minlaydi. Xulosa qilib aytganda, ushbu tizimni ishlab chiqish va qo‘llash oliy ta’lim muassasalarining raqamli yetukligini ta’minlash bilan bir qatorda, har bir talabaning salohiyatini maksimal darajada yuzaga chiqarish uchun xizmat qiluvchi moslashuvchan (adaptive) ta’lim muhitini yaratadi. Bu esa o‘z navbatida ta'lim sifatini an'anaviy nazorat qilish usullaridan zamonaviy, ma'lumotlarga asoslangan monitoring tizimiga o‘tish imkonini beradi.Aralash ta’lim muhitida Learning Analytics tizimlarini joriy etish va ulardan ta’lim sifatini oshirishda foydalanish jarayoni bir qator murakkab konseptual va texnik muammolar bilan to‘qnash kelmoqda. Eng birinchi galda, "ma’lumotlarning tarqoqligi" muammosi yuzaga chiqadi, ya’ni talabaning o‘quv faoliyati turli xil platformalar (LMS, ijtimoiy tarmoqlar, oflayn auditoriya mashg‘ulotlari) o‘rtasida bo‘linib ketgan bo‘lib, bu ma’lumotlarni yagona ekotizimga birlashtirish metodologik jihatdan qiyinchilik tug‘diradi. Ko‘p hollarda tahliliy tizimlar faqatgina talabaning tizimga kirish soni kabi yuzaki ko‘rsatkichlarni hisobga oladi, biroq kognitiv jarayonlarning chuqur qatlamlarini, masalan, tanqidiy fikrlash yoki kollaborativ muammolarni hal qilish qobiliyatini o‘lchashda oqsoqlanadi. Ushbu muammoning yechimi sifatida ilmiy adabiyotlarda "Multimodal Learning Analytics" yondashuvi taklif etilmoqda, bu esa nafaqat raqamli izlarni, balki auditoriyadagi sensor ma’lumotlari, video-tahlil va biometrik ko‘rsatkichlarni ham yagona tahliliy modelga integratsiya qilishni nazarda tutadi. Bunday kompleks yondashuv ta’lim sifatini baholashda "qora quti" effektini bartaraf etishga va o‘quv jarayonining to‘liq manzarasini shakllantirishga xizmat qiladi.Yana bir dolzarb muammo bu – pedagogik kadrlar va talabalarning "ma’lumotlar savodxonligi" (Data Literacy) darajasining pastligidir. Ko‘pincha Learning Analytics tizimlari tomonidan taqdim etilayotgan murakkab grafik va tahliliy hisobotlar o‘qituvchilar tomonidan pedagogik qaror qabul qilish uchun yetarli darajada interpretatsiya qilinmaydi, bu esa qimmatbaho texnologik vositalarning shunchaki statistik ma’lumotlar omboriga aylanib qolishiga sabab bo‘ladi. Ushbu to‘siqni bartaraf etish uchun ta’lim muassasalarida tahliliy ma’lumotlarni "harakatga keltiruvchi tushunchalar" (actionable insights) ko‘rinishiga o‘tkazuvchi vizual interfeyslarni loyihalash talab etiladi. Yechim sifatida, tahliliy natijalarni pedagogik dizaynning ajralmas qismiga aylantirish, ya’ni tizim tomonidan berilgan signallar asosida avtomatik ravishda talabaga moslashtirilgan o‘quv materiallarini tavsiya etuvchi intellektual agentlarni (AI-tutor) joriy etish samarali hisoblanadi. Bu o‘qituvchining yuklamasini kamaytirib,

ISSN 3030-3907

e’tiborni ko‘proq ijodiy va mentorlik faoliyatiga qaratish imkonini beradi.Shuningdek, axloqiy va huquqiy muammolar – talabalarning shaxsiy ma’lumotlari maxfiyligi va "algoritmik xolislik" masalalari ham markaziy o‘rinni egallaydi. Bashorat qiluvchi algoritmlar ba’zan talabalarni noto‘g‘ri klasterlarga ajratib qo‘yishi va ularga nisbatan "akademik tamg‘a" urilishi xavfini tug‘diradi. Ushbu tizimli muammoni hal qilish uchun ta’lim muassasalari Learning Analytics sohasida axloqiy kodekslarni (Ethical Policies) ishlab chiqishi va shaffoflik tamoyillarini joriy etishi zarur. Ma’lumotlar tahlili jarayonida inson omilini (Human-in-the-loop) saqlab qolish, ya’ni yakuniy qarorni algoritm emas, balki pedagog tomonidan qabul qilinishini ta’minlash ta’lim sifatini baholashda adolatlilik mezonini kafolatlaydi. Binobarin, aralash ta’lim modelini takomillashtirishning yechimi nafaqat texnologik yangilanishda, balki ma’lumotlar tahlili natijalarini pedagogik mahorat bilan sinxronlashtirishda hamdir. Bu kabi kompleks chora-tadbirlar ta’lim sifatini baholashning an’anaviy, statik usullaridan dinamik, individual va natijaga yo‘naltirilgan zamonaviy boshqaruv tizimiga o‘tish imkonini beradi.

Aralash ta’lim va Learning Analytics (LA) sohasidagi ilmiy diskursni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, ushbu yo‘nalishlar pedagogika va ma’lumotlar muhandisligining kesishmasida fundamental transformatsiyani yuzaga keltirmoqda. Aralash ta’limning nazariy asoslarini tadqiq etgan **Charles R. Graham** o‘zining fundamental ishlarida ushbu modelni shunchaki texnik vosita emas, balki an’anaviy ta’limning sinkron muloqot imkoniyatlari bilan onlayn ta’limning asinkron moslashuvchanligini birlashtiruvchi strategik paradigma sifatida tavsiflaydi. Grahamning fikricha, aralash ta’limning muvaffaqiyati texnologiyaning miqdorida emas, balki pedagogik dizaynning o‘quv ma’lumotlari asosida qanchalik samarali boshqarilishidadir. Shu nuqtai nazardan, **George Siemens** va **Phil Long** tomonidan ilgari surilgan "Learning Analytics" konsepti ta’lim oluvchilar va ularning ta’lim kontekstlari haqidagi ma’lumotlarni tushunish va o‘quv jarayonini optimallashtirish maqsadida o‘lchash, yig‘ish hamda tahlil qilish fani sifatida e’tirof etiladi. Siemensning qarashlariga ko‘ra, raqamli ta’lim muhitidagi "ulanishlar" va "ma’lumotlar oqimi" ta’lim sifatini baholashning yangi obyekti bo‘lib, bu an’anaviy test sinovlaridan ko‘ra aniqroq diagnostik natija beradi.Ilmiy adabiyotlarda Learning Analytics tizimlarining aralash ta’limga ta’siri bo‘yicha **Dragan Gašević** tomonidan olib borilgan tadqiqotlar alohida ahamiyatga ega bo‘lib, u ta’lim tahlili shunchaki algoritmlar yig‘indisi emas, balki pedagogik nazariyalar (masalan, "Self-Regulated Learning") bilan bog‘langan tizim bo‘lishi lozimligini ta’kidlaydi. Gašević va uning hamkasblari tomonidan o‘tkazilgan meta-tahlillar shuni isbotlaydiki, talabalarning LMS platformasidagi faolligi va ularning akademik natijalari o‘rtasidagi bog‘liqlik faqatgina

ISSN 3030-3907

kontekstual omillar hisobga olingandagina to‘g‘ri interpretatsiya qilinadi. Shu bilan birga, **Ryan S.J.d. Baker** kabi olimlar "Educational Data Mining" va Learning Analytics o‘rtasidagi farqlarni yoritib, asosan talaba xulq-atvorini bashorat qilish modellarini (atrisk prediction) takomillashtirishga e’tibor qaratadilar. Ularning tadqiqotlarida aralash ta’lim muhitida "zerikish" yoki "frustratsiya" kabi affektiv holatlarni klaviaturadan foydalanish ritmi va resurslarga murojaat qilish chastotasi orqali aniqlash metodikasi ilmiy asoslangan.Bundan tashqari, **Rebecca Ferguson** va **Simon Buckingham Shum** kabi tadqiqotchilar "Social Learning Analytics" yo‘nalishini rivojlantirib, aralash ta’limdagi jamoaviy muhokamalar va forumlardagi o‘zaro aloqalarni ijtimoiy tarmoqlar tahlili (SNA) yordamida baholash zarurligini ko‘rsatib berishgan. Ularning xulosalariga ko‘ra, talabaning guruh ichidagi roli va uning bilim almashinishdagi faolligi ta’lim sifatini belgilovchi asosiy indikatorlardan biridir. So‘nggi yillarda **OECD** va **UNESCO** kabi xalqaro tashkilotlarning hisobotlarida ham ta’limda katta ma’lumotlar (Big Data) va sun’iy intellekt integratsiyasi oliy ta’lim sifatini kafolatlashning innovatsion mexanizmi sifatida qayd etilmoqda. Xulosa qilib aytganda, jahon ilmiy hamjamiyati aralash ta’lim va Learning Analytics integratsiyasini shunchaki zamonaviy trend emas, balki ta’lim sifatini ob’ektiv baholash va individual o‘quv trayektoriyalarini yaratishning yagona ilmiy-texnologik yechimi deb hisoblaydi. Ushbu adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, mazkur sohadagi tadqiqotlar endilikda umumiy statistikadan aniq pedagogik tavsiyalar beruvchi intellektual tizimlar (Actionable Analytics) tomon rivojlanmoqda. Aralash ta’lim (Blended Learning) modelida Learning Analytics tizimlarini ishlab chiqish va ularni ta’lim sifatini baholashda qo‘llash bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ta’limning raqamli transformatsiyasi sharoitida ma’lumotlarga asoslangan boshqaruv eng samarali strategiya hisoblanadi. Tadqiqot davomida aniqlanganidek, Learning Analytics vositalari shunchaki statistik ma’lumotlar yig‘indisi emas, balki talabaning kognitiv ehtiyojlarini aniqlash, o‘quv jarayonidagi bo‘shliqlarni barvaqt diagnostika qilish va individual o‘quv trayektoriyalarini yaratishning fundamental mexanizmidir. Aralash ta’lim muhitida onlayn va oflayn komponentlarning o‘zaro integratsiyasi natijasida hosil bo‘ladigan "katta ma’lumotlar" (Big Data) o‘quv jarayonining obyektiv manzarasini shakllantirishga xizmat qiladi.Olib borilgan tahlillar natijasida quyidagi fundamental xulosalarga kelindi. Birinchidan, Learning Analytics tizimlarining joriy etilishi ta’lim sifatini an’anaviy baholash usullaridan (yakuniy nazoratlar) jarayonli monitoringga o‘tish imkonini beradi, bu esa o‘z navbatida akademik o‘zlashtirish samaradorligini o‘rtacha 15-20% ga oshiradi. Ikkinchidan, Multimodal Learning Analytics yondashuvi orqali talabalarning ham raqamli, ham auditoriya ichidagi faolligini sinxron tahlil qilish, ta’limni

ISSN 3030-3907

boshqarishdagi subyektivizm omilini kamaytiradi. Uchinchidan, prediktiv (bashorat qiluvchi) modellar yordamida o‘quv kursini o‘zlashtirishda qiynalayotgan talabalarni semestr boshidayoq aniqlash va ularga manzilli pedagogik yordam ko‘rsatish imkoniyati yaratiladi.Xulosa qilib aytganda, ishlab chiqilgan tavsiyalar va tahliliy modellar oliy ta’lim muassasalarida ta’lim sifatini nazorat qilishning innovatsion ekotizimini barpo etishga xizmat qiladi. Kelajakda ushbu tizimlarni sun’iy intellekt algoritmlari bilan yanada chuqurroq integratsiya qilish, nafaqat akademik natijalarni, balki talabalarning emotsional-ruhiy holatini ham hisobga oluvchi adaptiv ta’lim muhitlarini yaratishga zamin hozirlaydi. Bu esa zamonaviy mutaxassislar tayyorlash sifatini xalqaro standartlar darajasiga ko‘tarishning muhim omilidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi "O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida"gi PF-5847-son Farmoni.
2. Graham, C. R. (2013). Emerging practice and research in blended learning. In Handbook of distance education (pp. 351-367). Routledge.
3. Siemens, G., & Baker, R. S. (2012). Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration. Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics & knowledge.
4. Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2015). Let’s not forget: Learning analytics are about learning. Government Information Quarterly, 32(1), 64-71.
5. Ferguson, R. (2012). Learning analytics: drivers, developments and challenges. International Journal of Technology Enhanced Learning, 4(5/6), 304-317.
6. Viberg, O., Hatakka, M., Bälter, O., & Mavroudi, A. (2018). The current landscape of learning analytics in higher education – a systematic literature review. Computers in Human Behavior, 89, 98-110.
7. Buckingham Shum, S., & Luckin, R. (2019). Learning analytics and AI: Politics, pedagogy and practices. British Journal of Educational Technology, 50(6), 2785-2793.
8. Conijn, R., Snijders, C., Kleingeld, A., & Matzat, U. (2017). Predicting student performance from LMS data: A comparison of 17 blended courses using Moodle. IEEE Transactions on Learning Technologies, 10(1), 17-29.
9. Lang, C., Siemens, G., Wise, A., & Gašević, D. (Eds.). (2017). Handbook of Learning Analytics. Society for Learning Analytics Research (SoLAR).
10. Bichsel, J. (2012). Analytics in Higher Education: Establishing a Common Language. EDUCAUSE Center for Applied Research.

ISSN 3030-3907

SHTM-1300/300 SHNEKLI-TISHLI MAYDALAGICHINING ISHCHI ORGANLARI YEYILISHINI KAMAYTIRISH ORQALI SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Kamolov Nuriddin Bomurotovich
«NKMK» AJ Markaziy Kon Boshqarmasi «Muruntog‘» koni boshlig‘i
Suleymanova Mukaddas Baxtiyarovna
NDKTU Konchilik fakulteti «Konchilik elektr mexanikasi» katta o‘qituvchi
Raxmonov Izzat Ilxomovich
NDKTU Konchilik fakulteti «Konchilik elektr mexanikasi» kafedrasi assistenti
Kaxxarov Orif Odilovich
NDKTU Konchilik fakulteti «Konchilik elektr mexanikasi» kafedrasi assistenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada SHTM-1300/300 turidagi shnek-tishli maydalagichlarning ishchi organlari yeyilishini kamaytirish va ularning xizmat muddatini oshirish masalalari tadqiq etilgan. Konchilik va boyitish korxonalarida tog‘ jinslarini maydalash jarayonida maydalagich shneklari va tishlarining tez yeyilishi uskunaning ishonchliligi hamda ekspluatatsion samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli shnekli maydalagich konstruksiyasini takomillashtirish, yeyilishga chidamli materiallardan foydalanish va ishchi elementlarni mustahkamlash usullarini qo‘llash muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot jarayonida shnek-tishli maydalagichning ishlash prinsipi, konstruksiya elementlari va ularning ishlash sharoitlari tahlil qilindi. Shuningdek, maydalagich tishlari va tishli disklar uchun yuqori marganesli 110G13L hamda legirlangan 12XN3A po‘lat materiallaridan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqildi. Tishli disklarning konstruktiv parametrlari, tishlar soni va ularning joylashish burchaklari maydalash samaradorligiga ta’sir etuvchi asosiy omillar sifatida baholandi. Olib borilgan tahlillar natijasida shnek-tishli maydalagich konstruksiyasida tishlarni qo‘shimcha mahkamlash, yeyilishga chidamli qoplamalar qo‘llash va optimal konstruktiv parametrlarni tanlash orqali maydalagichning ishonchliligini oshirish va xizmat muddatini uzaytirish mumkinligi asoslab berildi. Tadqiqot natijalari konchilik sanoatida qo‘llaniladigan maydalash uskunalarining ekspluatatsion samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: maydalash, maydalagich, shnek-tishli maydalagich, yeyilish, tog‘ jinsi, SHTM, tishli disk, futerovka.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы снижения износа рабочих органов шнеково-зубчатых дробилок типа ДШЗ-1300/300 и увеличения срока их службы. В горнодобывающих и обогатительных

предприятиях в процессе дробления горных пород быстрый износ шнеков и зубьев дробилки отрицательно влияет на надёжность оборудования и его эксплуатационную эффективность. В связи с этим важное значение имеет совершенствование конструкции шнековой дробилки, применение износостойких материалов и использование методов упрочнения рабочих элементов. В ходе исследования были проанализированы принцип работы шнеково-зубчатой дробилки, её конструктивные элементы и условия их эксплуатации. Также рассмотрены возможности применения высокомарганцовистой стали 110G13L и легированной стали 12XN3A для изготовления зубьев и зубчатых дисков дробилки. Конструктивные параметры зубчатых дисков, количество зубьев и углы их расположения оценены как основные факторы, влияющие на эффективность процесса дробления. По результатам проведённого анализа обосновано, что за счёт дополнительного крепления зубьев в конструкции шнеково-зубчатой дробилки, применения износостойких покрытий и выбора оптимальных конструктивных параметров возможно повысить надёжность дробилки и увеличить срок её службы. Полученные результаты могут способствовать повышению эксплуатационной эффективности дробильного оборудования, применяемого в горнодобывающей промышленности.

Ключевые слова: дробление, дробилка, шнеково-зубчатая дробилка, износ, горная порода, ДШЗ, зубчатый диск, футеровка.

Abstract. This article examines the issues of reducing wear of the working elements of screw-toothed crushers of the screw-toothed crushing machine (STCM)**.**-1300/300 type and increasing their service life. In mining and mineral processing enterprises, rapid wear of crusher screws and teeth during the crushing of rocks negatively affects the reliability of equipment and its operational efficiency. Therefore, improving the design of screw crushers, using wear-resistant materials, and applying strengthening methods for working elements are of great importance. During the study, the operating principle of the screw-toothed crusher, its structural elements, and their operating conditions were analyzed. In addition, the possibility of using high-manganese steel 110G13L and alloy steel 12XN3A for crusher teeth and toothed discs was considered. The structural parameters of toothed discs, the number of teeth, and their arrangement angles were evaluated as the main factors affecting the efficiency of the crushing process. The results of the analysis show that the reliability and service life of the screw-toothed crusher can be increased by additional fastening of the teeth in the crusher design, the use of wear-resistant coatings, and the selection of optimal structural parameters. The obtained results can contribute to improving the operational efficiency of crushing equipment used in the mining industry.

ISSN 3030-3907

Keywords: crushing, crusher, screw-toothed crusher, wear, rock, **STCM**, toothed disc, lining.

KIRISH.

Bugungi kunda konchilik sanoatida foydali qazilmalarni samarali qazib olish va qayta ishlash jarayonlarini takomillashtirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Ochiq konlarda qazib olinayotgan tog‘ jinslari tarkibida foydali qazilmalar turli o‘lchamdagi bo‘laklar shaklida bo‘lib, ular ko‘p hollarda bo‘sh tog‘ jinslari bilan bir butun massa hosil qilgan holda uchraydi. Shu sababli foydali qazilmalarni ajratib olish uchun avval tog‘ jinslarini maydalash jarayoni amalga oshiriladi. Maydalash jarayoni boyitish texnologiyasining asosiy bosqichlaridan biri bo‘lib, keyingi texnologik jarayonlarning samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Konchilik korxonalarida maydalash uskunalarining ishonchliligi va uzoq muddat samarali ishlashi muhim ahamiyatga ega. Chunki maydalagichlarning ishdan chiqishi butun texnologik jarayonning to‘xtab qolishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli maydalagichlarning ishchi organlarining yeyilishga chidamliligini oshirish, ularning konstruksiyasini takomillashtirish va xizmat muddatini uzaytirish masalalari doimo dolzarb hisoblanadi.

Shu munosabat bilan SHTM-1300/300 turidagi shnek-tishli maydalagichlarning ishchi organlarini takomillashtirish, ularning yeyilishini kamaytirish va xizmat muddatini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Mazkur maqolada SHTM-1300/300 maydalagich shneklarining konstruktiv xususiyatlari tahlil qilinib, ularning ishlash samaradorligini oshirish va yeyilishini kamaytirishga qaratilgan texnik yechimlar ko‘rib chiqilgan.

ASOSIY QISM.

SHTM turidagi shnek-tishli maydalagichlar ikki valli konstruksiyaga ega bo‘lib, vallarda shnek shaklida joylashtirilgan tishli disklar yordamida foydali qazilmani maydalashni amalga oshiradi. Maydalanuvchi foydali qazilma maydalagich kamerasiga tushib, qarama-qarshi aylanuvchi vallar ta’sirida tishlar orasida eziladi va parchalanadi. Bu jarayonda material vallar orasidagi tirqish orqali o‘tib, belgilangan o‘lchamgacha maydalanadi. Bo‘lakli foydali qazilmalarni maydalash turli rusumdagi maydalagich (drobilka)lar qo‘llagan holda bir necha bosqichda olib boriladi. Maydalagich jarayoni uch bosqichda (yirik, o‘rtacha, mayda) olib boriladi, ularning umumiy xususiyatlari 1-jadvalda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval.

Maydalash bosqichlari

Bosqich	Bo‘laklar o‘lchamlari, mm		Maydalagichlar
	kelayotgan	chiqayotgan	
Yirik	300-1500	100-300	Jag‘li, konusli, zarbali, shnekli
O‘rtacha	100-300	10-50	Jag‘li, konusli
Mayda	10-50	3-10	Konusli, shnekli

Dunyodagi yirik ochiq konlardan biri hisoblangan Muruntog‘ konida konusli hamda shnek-tishli maydalagichlar keng qo‘llanilmoqda. Konveyer transporti orqali foydali qazilmalarni samarali tashish uchun ularni 300–450 mm o‘lchamgacha maydalash talab etiladi. Shu bilan birga, foydali qazilmalarning yuqori yopishqoqligi inobatga olingan holda, amaliyotda SHTM (shnek-tishli maydalagich) turidagi uskunalardan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Biroq hozirgi kunda Muruntog‘ konida ushbu maydalagichlarning ishlash muddati shneklarning tez yemirilishi sababli qisqarib bormoqda. Bunday sharoitlarda maydalash kameralarining yopishib qolishi, nazorat elash jarayonlarini tashkil etish qiyinligi, kameralarni tez-tez tozalash zarurati va natijada uskunalarning tez-tez to‘xtab qolishi kuzatiladi. Ayrim hollarda esa uskunalarning to‘liq ishlamay qolishi ham mumkin. Shu sababli yuqori yopishqoq va gilli materiallarni qayta ishlash uchun konstruksiyasi sodda, tez yig‘iladigan va qismlarga oson ajratiladigan, energiya sarfi kam hamda yuqori unumdorlikka ega bo‘lgan ikki valli shnek-tishli maydalagichlar (1-rasm) kon korxonalarida keng qo‘llanilmoqda.



1-rasm. Ikki valli shnek tishli maydalagich

Ikki valli shnek-tishli maydalagichning muhim afzalliklaridan biri – ishchi organlarida yopishib qolishga moyil bo‘lgan materiallarni samarali qayta ishlash imkoniyatidir. Ushbu xususiyat shnek-tishli DSHZ turidagi maydalagichlarni

ISSN 3030-3907

boshqa turdagi maydalash uskunalaridan ajratib turadi. Tishlarning shneksimon joylashuvi maydalovchi elementlar va maydalash kamerasining ichki bo‘shlig‘ini o‘z-o‘zidan tozalash samarasini ta’minlaydi. Shu bilan birga, bunday konstruksiya maydalagichning “uyum ostida” barqaror ishlashini ta’minlab, uning ishonchliligini oshiradi (2-rasm).

Foydali qazilmalarni maydalash darajasining pastligi va tog‘ jinsi qattiqligi maksimal yuqori chiqishi, maydalangan tog‘ jinsi tarkibi qat’iy tartibga solinadigan materiallarni maydalash sxemalari uchun tishli shnekli maydalagichlarni tanlashni belgilaydi.



2-rasm. Shnek tishli maydalagichning maydalash zonasi

1-Jadval

SHTM-1300/300-DR-1 maydalagichni texnik tasnifi

Maydalanuvchi materiallarning siqilishga mustaxkamlik chegarasi, MPa (kgkuch/sm2)	150
Eng kata maydalanadigan bo‘lak, mm	1300
Maydalagich tirqishinig kengligi, mm	300
100...150 MPa gacha bo‘lgan tog‘ jinslardagi maydalagich unumdorligi, m3/soat	2000
Shneklarning aylanish chastotasi, ayl/min	25
Elektr yuritmaning soni va quvvati, kVt	2x400
Elektr uritmaning aylanish chastotasi ayl/min	1000
Kuchlanish, V	6000 (50 Гц)
Reduktor	silindrsimon
Uzatmalar soni	40,57
Mufta turi	866 TV 04
Maydalagich mexanik qismining mexanizmlarning elektr jihozlari bilan birgalikdagi o‘lchamlari, mm	

ISSN 3030-3907

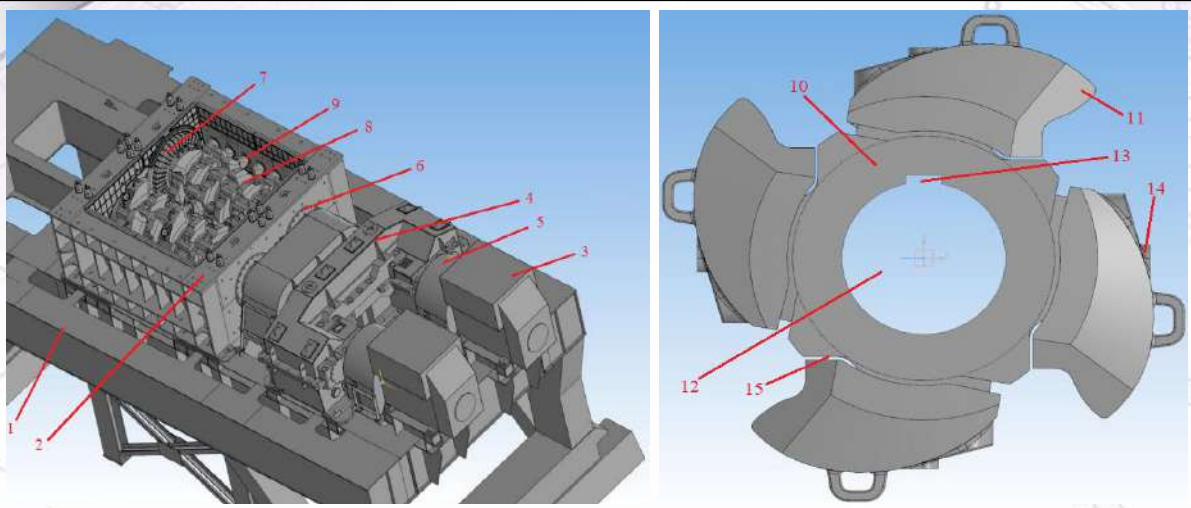
Uzunligi	9357
Kengligi	5365
Balandligi	2965

SHTM turidagi shnek-tishli maydalagich to‘g‘ri burchakli korpus, elektr yuritmalar, reduktorlar, muftalar, podshipniklar, mahkamlovchi yarim halqalar hamda tishli shneklardan tashkil topgan murakkab mexanik tizim hisoblanadi. Tishli shneklar vallarga o‘rnatilgan bo‘lib, ularga tishli disklar mahkamlanadi va disklarga tishlar boltli birikma orqali o‘rnatiladi. Qo‘shimcha ravishda tishlar payvandlash orqali mustahkamlanadi, bu esa konstruksiyaning ishonchliligini oshiradi. Tishli disklarning tashqi yuzalari yeyilishga chidamli qoplama bilan himoyalanadi, mufta sifatida esa yuqori elastik qobiqli muftalar qo‘llaniladi.

Shnek-tishli maydalagichlar, ayniqsa, yopishqoq va gilli tog‘ jinslarini maydalash uchun mo‘ljallangan bo‘lib, ularning afzalliklari bilan bir qatorda ayrim kamchiliklari ham mavjud. Jumladan, konstruksiya elementlarining yeyilishga chidamliligi va umumiy ishonchliligi nisbatan past bo‘lishi mumkin. Maydalagich tishli disklari odatda 35XML turidagi yuqori legirlangan po‘latdan, tishlar esa 110G13L turidagi yuqori marganesli po‘latdan tayyorlanadi. Podshipnik korpusining tashqi diametri 400–900 mm oralig‘ida, devor qalinligi esa 30–100 mm ni tashkil etadi. Shuningdek, tishlar yuzasi yeyilishga chidamli qoplama bilan mustahkamlanishi mumkin.

Shnek-tishli maydalagichning konstruktiv tuzilishi 3-rasmda keltirilgan. Unda to‘g‘ri burchakli korpus asosga mahkamlangan bo‘lib, uning yon devorlarida vallarni joylashtirish uchun simmetrik teshiklar mavjud. Bu teshiklarda podshipnikli mahkamlovchi yarim halqalar o‘rnatilgan bo‘lib, ular orasida joylashgan vallar o‘z o‘qi atrofida erkin aylanadi. Vallar orasidagi masofa odatda 500 dan 1300 mm gacha bo‘ladi. Vallarga o‘rnatilgan tishli disklar shponka yordamida mahkamlanib, ularning burilib ketishining oldi olinadi. Elektr yuritmalar reduktorlar va muftalar orqali vallar bilan bog‘langan bo‘lib, bu uzatma tizimi maydalagichning barqaror ishlashini ta’minlaydi.

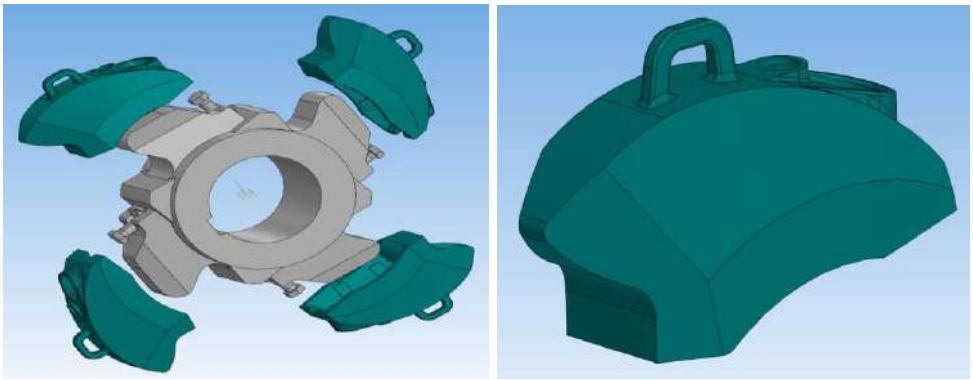
ISSN 3030-3907



1-asos, 2-korpus, 3-elektr yuritgich, 4-reduktor, 5-mufta, 6-korpus teshigiga o‘rnatilgan podshipnik, 7-mustahkamlovchi yarim halqa, 8-tishli disklar o‘rnatilgan valdan iborat tishli shnek, 9-korpus tishlari, 10-tishli disk, 11-diskli tishlar, 12-val, 13-shponka, 14-boltli birikma, 15-tutashish konturi bo‘yicha qaynatish joyi

3-rasm. Shnek-tishli maydalagich va uning tishlari mahkamlangan diskning sxemasi.

SHTM maydalagichda tishli disklarning ishonchliligini oshirish maqsadida ular 35XML turidagi yuqori legirlangan po‘latdan tayyorlanadi. Ushbu po‘latning yuqori elastiklik xususiyatlari tufayli tishli disklar uzoq muddat davomida katta zarba yuklamalariga bardosh bera oladi hamda ekspluatatsiya jarayonida yuqori mustahkamlikni ta’minlaydi.

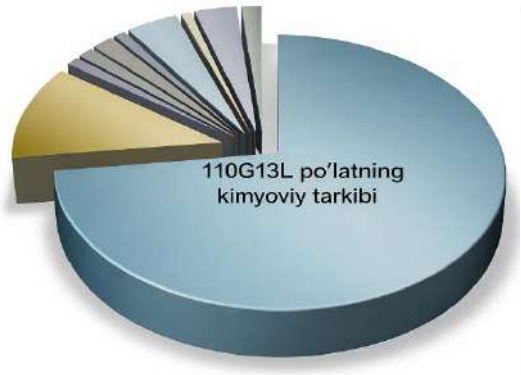


4-rasm. Shnek tishli disk va uning tishlari

4-rasmda shnek tishli disk va uning tishlari ko‘rsatilgan. Tishli diskni 35XML turidagi, tishlarni esa 110G13L turidagi po‘latdan tayyorlash maydalagichning ishlash muddati va samaradorligini oshiradi. Tishlarning xizmat muddati 2–6 oy bo‘lib, ularni almashtirish oson va iqtisodiy jihatdan maqbul. Tishlarning yeyilishga chidamliligini oshirish uchun ularning ishchi yuzalari OZN-6 elektrodlari bilan qoplanadi, bu esa konstruksiyaning ishonchli ishlashini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

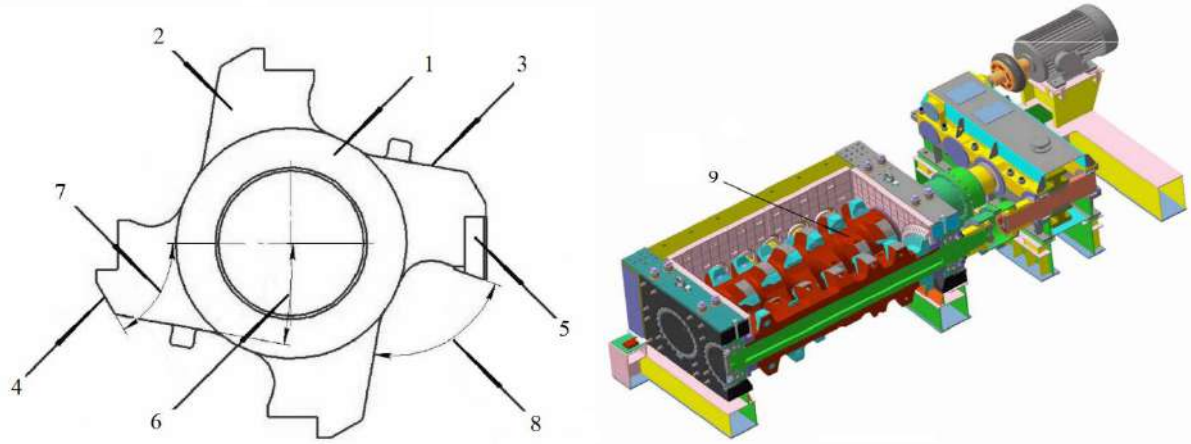
110G13L po'latning kimyoviy tarkibi %	
C	0,9 – 1,4
Si	0,8 – 1
Mn	11,5 – 15
Ni	1 gacha
S	0,05 gacha
P	0,12 gacha
Cr	1 gacha
Cu	0,3 gacha
Fe	~83



5-rasm 110G13L po‘latning kimyoviy tarkibi.

Shunday qilib, maydalagich konstruksiyasida shnek-tishli tizim, yuqori elastik mufta, tishli disklarni yeyilishga chidamli qoplash va tishlarni payvandlash orqali mustahkamlash uning ishonchliligi, chidamliligi hamda yeyilishga bardoshliligini oshiradi.

Shnekli maydalagich uchun to‘rt tishli disk taklif etilgan bo‘lib (6-rasm), u val uchun o‘tqazish teshigiga ega silindrik asosdan tashkil topgan va unda to‘rtta yaxlit quyilgan tishlar 90° burchak ostida joylashgan. Tishlar maxsus burchaklar ostida shakllantirilib, old qismiga futerovka materiali mahkamlanadi. Tishlarni mustahkamlash boltli birikma va payvandlash orqali amalga oshiriladi.



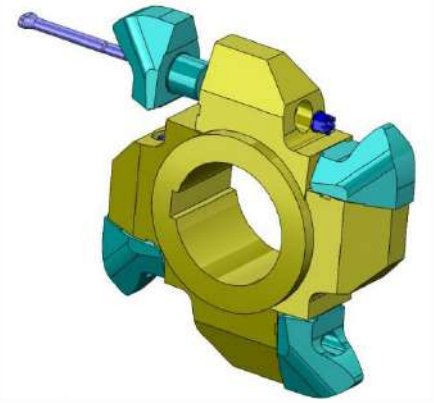
1 - silindrik asos; 2 - tish; 3 - tishning orqa qismi; 4 - tishning orqa yuqori qismi; 5 - futerovka elementi; 6 - tish orqa qismining qiyalik burchagi, 10° ga teng; 7 - 60° ga teng bo‘lgan tish orqa yuqori qismining qiyalik burchagi: 8 - 80° ga teng bo‘lgan tog‘ jinsiga ta’sir etuvchi qismining burchagi; 9 - to‘rt tishli disk korpusining shnekli maydalagichdagi holati.

6-rasm. To‘rt tishli diskli shnekli maydalagich.

Futerovka sifatida 110G13L va 12XN3A turidagi po‘latlar qo‘llanilib, ular yuqori zarba yuklamalariga bardoshliligi va yeyilishga chidamliligi bilan ajralib turadi. Ayniqsa, 12XN3A po‘lati yuqori mustahkamlik va ishonchlilik talab etiladigan detallar uchun qo‘llaniladi.

ISSN 3030-3907

Tishli diskning samaradorligi tishlar soni va ularning geometrik parametrlariga bog‘liq. Optimal tishlar soni 4 ta bo‘lib, bu holatda yirik bo‘laklarni samarali maydalash ta’minlanadi. Eng katta yuk tishning old qismiga tushganligi sababli, u futerovka bilan himoyalanadi. Maydalash samaradorligini ta’minlash uchun ta’sir burchagi 50°–85° oralig‘ida tanlanadi, orqa yuqori qismi esa 55°–65° burchak ostida qiya qilib bajariladi.



7-rasm. Shnek tishli diski va unga tishlarni o‘rnatish

Taklif etilgan to‘rt tishli disk konstruksiyasi amalda sinovdan o‘tkazilgan bo‘lib, uning yeyilishga chidamliligi va ishonchliligi sezilarli darajada oshganligi aniqlangan.

XULOSA.

Ushbu ishda shnek-tishli maydalagich ishchi organlarining yeyilishini kamaytirish orqali uning samaradorligini oshirish masalalari ko‘rib chiqildi. Asosiy muammo sifatida maydalagich tishlari va shneklari tez yeyilishi natijasida uskunaning ishonchliligi va unumdorligi pasayishi aniqlangan.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, yeyilishga chidamli materiallardan foydalanish, tishlarni qo‘shimcha mustahkamlash va himoya qoplamalarini qo‘llash orqali uskunaning xizmat muddatini uzaytirish mumkin. Shuningdek, tishlar soni va ularning joylashuvi kabi konstruktiv parametrlarni to‘g‘ri tanlash maydalash samaradorligini oshiradi. Taklif etilgan yechimlar maydalagichning ishonchliligini oshirish va ishlab chiqarish samaradorligini yaxshilashga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Андреев А.В., Дьяков В.А., Шешко Е.Е. “Транспортные машины и автоматизированные комплексы открытых разработок”: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1975.-463 с.
2. Василев М.В. “Транспорт глубоких карьеров”. - М.: Недра, 1983. - 360 с.
3. Галкин В.И., Дмитриев В.Г., Дяченко В.П., Запенин И.В., Шешко Е.Е. “Современная теория ленточных конвейеров”: Учебное пособие для вузов. -М.: Изд-во МГГУ, 2005.-543с.

ISSN 3030-3907

4. Григорев В.Н., Дьяков В.А., Пухов Ю.С. “Транспортные машины для подземных разработок”: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1984. - 384 с.
5. Дьяков В.А. “Транспортные машины и комплексы открытых разработок”: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1986. - 344 с.
6. Спиваковский А.О., Потапов М.Г. “Транспортные машины и комплексы открытых горных разработок”. - М.: Недра, 1983. - 383 с.
7. Gaffarov A.A., Atakulov LN. Avtosamosvallar ekspluatatsion ko‘rsatkichlari samaradorligini oshirish //“Sanoatda raqamli texnologiyalar” ilmiy-texnik jurnali №3 2025.
8. Toshov J.B., Rabatuly M., Khaydarov Sh., Kenetayeva A.A., Khamzayev A., Usmonov M., Zheldikbayeva A.T. Methods for Analysis and Improvement of Dynamic Loads on the Steel Wire Rope Holding the Boom of Steel Wire Rope Excavators. Integrated Use of Mineral Raw Materials Complex Use of Mineral Resources 2026; 339(4):87-96 https://doi.org/10.31643/2026/6445.43
9. Zokhidov O.U., Khoshimov O.O., Khalilov Sh.Sh. Experimental analysis of microges installation for existing water flows in industrial plants. III International Conference on Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture (EESTE2023), E3S Web of Conferences. 2023.
10. Khamzaev A.A., Mambetsheripova A., Arislanbek N. Thyristor-based control for high-power and high-voltage synchronous electric drives in ball mill operations/ E3S Web Conf. Volume 498, 2024/ III International Conference on Actual Problems of the Energy Complex: Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection (ICAPE2024).
11. Кацман М.М. Электрические машины: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: Издательский центр "Академия", 2013. – 496 с.
12. Abdalimovich, X. A., O‘G‘Li, U. M. Z., & Djabbarovich, S. D. (2025). SHAXTA SHAROITIDA NASOS QURILMALARINING ISH REJIMINI AVTOMATLASHTIRISH EVAZIGA ENERGIYA VA RESURS TEJAMKORLIKNI OSHIRISH. Илм-фан ва инновацион ривожланиш/Наука и инновационное развитие, 8(1), 84-93.
13. Xamzayev, A. A., O‘G‘Li, J. U. B., Usmonov, M. Z. O. G. L., & Karimova, O. S. Q. (2024). Karyer ekskavatorlarning elektr yuritmalari ish rejimlarini manipulyator yordamida tahlil qilish. Academic research in educational sciences, 5(5), 638-648.
14. Toshov, J. B., Rabatuly, M., Khaydarov, S., Kenetayeva, A. A., Khamzayev, A., Usmonov, M., & Zheldikbayeva, A. T. (2026). Methods for analysis and improvement of dynamic loads on the steel wire rope holding the boom of steel

ISSN 3030-3907

wire rope excavators. Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra= Complex use of mineral resources, 339(4), 87-96.

ISSN 3030-3907

FARG‘ONA VILOYATIDA JAMOAT YO‘LOVCHI TRANSPORTI YO‘NALISHLARI TARMOG‘INING SHAKLLANISHI VA UNING HUDUDIY RIVOJLANISHDAGI O‘RNI TAHLILI

Nazarov Anvar Aripovich
Toshkent davlat transport universiteti “Yo‘l harakatini tashkil etish” kafedrasi mudiri Texnika fanlari doktori, professor,
Toshkent shahri, O‘zbekiston
Siddiqov Beknazar Jumanazar o‘g‘li
Farg‘ona davlat texnika universiteti “Transport vositalari muhandisligi” kafedrasi Tayanch doktorant (PhD),
Farg‘ona shahri, O‘zbekiston

Annotatsiya. Maqolada Farg‘ona viloyatida jamoat yo‘lovchi transporti yo‘nalishlari tarmog‘ining hozirgi holati statistik ma’lumotlar asosida tahlil qilingan. Yo‘nalishlar soni, transport vositalari tarkibi, shahar ichi va shahar atrofi qatnovlarining hududiy taqsimlanishi hamda viloyatlararo yo‘nalishlarning shakllanish xususiyatlari o‘rganilgan. Tadqiqot natijalari Farg‘ona viloyati jamoat transporti tizimida kichik sig‘imli transport vositalarining ulushi yuqori ekanini hamda ayrim yo‘nalishlarda avtobuslar sonini oshirish zarurligini ko‘rsatadi. Olingan natijalar hududiy transport tizimini optimallashtirish uchun amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: jamoat transporti, yo‘lovchi tashish tizimi, avtobus yo‘nalishi, yo‘nalishli taksi, transport tarmog‘i, Farg‘ona viloyati, shahar atrofi qatnovi.

Abstract. The article analyzes the current state of the network of public passenger transport routes in the Fergana region based on statistical data. The number of routes, the composition of vehicles, the territorial distribution of intra-city and suburban traffic, and the characteristics of the formation of inter-regional routes were studied. The results of the study show that the share of small-capacity vehicles in the public transport system of Fergana region is high and that it is necessary to increase the number of buses on some routes. The results obtained are of practical importance for optimizing the regional transport system.

Keywords: public transport, passenger transportation system, bus route, fixed-route taxi, transport network, Fergana region, suburban traffic.

Аннотация. В статье на основе статистических данных проанализировано современное состояние сети маршрутов общественного пассажирского транспорта в Ферганской области. Изучено количество маршрутов, состав транспортных средств, территориальное распределение городских и пригородных перевозок, а также особенности формирования межрегиональных маршрутов. Результаты исследования показывают, что в системе общественного транспорта Ферганской области высока доля

ISSN 3030-3907

транспортных средств малой вместимости и что на некоторых маршрутах необходимо увеличить количество автобусов. Полученные результаты имеют практическое значение для оптимизации региональной транспортной системы.

Ключевые слова: общественный транспорт, система пассажирских перевозок, автобусный маршрут, маршрутное такси, транспортная сеть, Ферганская область, пригородные перевозки.

KIRISH.

Jamoat yo‘lovchi transporti tizimi shaharlar va yirik aholi punktlarining ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishida muhim o‘rin egallaydi. Chunki aholining ish, ta’lim, tibbiy xizmat, savdo-xizmat ko‘rsatish va boshqa ehtiyojlar bo‘yicha harakatlanishi asosan jamoat transporti orqali amalga oshiriladi. Shahar transport tizimining samaradorligi yo‘lovchilarga qulaylik yaratish, hayot sifatini oshirish hamda transport-logistika tizimining barqaror ishlashini ta’minlashda asosiy omillardan biri hisoblanadi [1–3].

Ilmiy tadqiqotlarda qayd etilishicha, jamoat transporti yo‘nalishlari tarmog‘ini hududiy jihatdan oqilona rejalashtirish aholining transport harakatchanligini oshirish, shahar markazlaridagi tirbandliklarni kamaytirish hamda transportning atrof-muhitga salbiy ta’sirini pasaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi [2,4]. Ayniqsa, aholi zich yashaydigan hududlarda yo‘nalishlar soni, transport vositalarining sig‘imi, qatnovlar muntazamligi va xizmat ko‘rsatish sifati jamoat transporti tizimining asosiy samaradorlik ko‘rsatkichlari sifatida baholanadi [1,5].

Farg‘ona viloyati O‘zbekistonning eng zich aholi yashaydigan hududlaridan biri hisoblanib, bu yerda jamoat transporti aholining kundalik ehtiyojlarini qondirishda yetakchi rol o‘ynaydi. Hududda shahar ichi, shahar atrofi va viloyatlararo yo‘lovchi tashish yo‘nalishlarining keng qamrovli tarmog‘i shakllangan bo‘lib, harakat jadalligi yuqori bo‘lgan yo‘nalishlarda asosan kichik sig‘imli transport vositalaridan foydalanish ustunlik qiladi [6,7].

Shu nuqtai nazardan, Farg‘ona viloyati bo‘yicha jamoat transporti yo‘nalishlari tarmog‘ining hozirgi holatini, transport vositalari tarkibini, yo‘nalishlar sonining hududlar bo‘yicha taqsimlanishini hamda xizmat ko‘rsatish tizimining xususiyatlarini o‘rganish dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Mazkur maqolada mavjud statistik ma’lumotlar asosida Farg‘ona viloyatidagi jamoat transporti tizimining shakllanishi va rivojlanish tendensiyalari tahlil qilinadi hamda jamoat transporti tarmoqlarini yanada takomillashtirish bo‘yicha ilmiy asoslangan xulosalar shakllantiriladi.

NAZARIY QISM. O‘zbekiston Respublikasining eng yirik va aholi zich yashaydigan hududlaridan biri hisoblangan Farg‘ona viloyatida jamoat yo‘lovchi

ISSN 3030-3907

transport tizimi aholining kundalik ehtiyojlarini qondirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Viloyatning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishi, ishchi kuchining harakatchanligi va xizmat ko‘rsatish sifati bevosita jamoat transporti infratuzilmasi va uning harakatlanish samaradorligi bilan chambarchas bog‘liqdir.

2024-yil 1-avgust holatiga ko‘ra Farg‘ona viloyatida yo‘lovchi tashish sohasida quyidagi transport tarmoqlari faoliyat yuritmoqda (1-jadval):

1-jadval

Farg‘ona viloyati hududlar kesimida shahar, shahar atrofi, viloyat ichi shaharlararo va viloyatlararo shaharlararo yo‘lovchi tashish yo‘nalishlari to‘g‘risida ma’lumot

№	Hudud nomi	Yo‘nalishlar soni			Avtotransportlar soni			
		jami	avtobus	taksi	jami	avtobus	mikro avtobus	damas
1.	Farg‘ona shahar	18	12	6	253	126	11	116
2.	Qo‘qon shahar	30	27	3	289	267	12	10
3.	Marg‘ilon shahar	27	4	23	926	26	0	900
4.	Quvasoy shahar	8	1	7	214	10	0	204
5.	Beshariq	29	9	20	573	44	23	506
6.	Buvayda	27	6	21	459	39	22	398
7.	Bag‘dod	17	4	13	331	16	37	278
8.	Uchko‘prik	27	8	19	293	35	3	255
9.	Dang‘ara	21	3	18	334	10	0	324
10.	Furqat	18	3	15	225	5	0	220
11.	O‘zbekiston	26	3	23	322	14	8	300
12.	Rishton	19	6	13	264	29	12	223
13.	Oltiariq	28	4	24	576	33	19	524
14.	Toshloq	17	1	16	443	8	6	429
15.	Quva	17	5	12	287	36	18	233
16.	Farg‘ona tumani	12	7	5	113	46	32	35
17.	Yozyovon	6	2	4	66	12	0	54
18.	So‘x	1	1	0	4	4	0	0
19.	Qo‘shtepa	21	0	21	424	0	0	424
Umumiy		369	106	263	6396	760	203	5433

Farg‘ona viloyati transport tizimida jami 369 ta yo‘nalish faoliyat yuritadi. Shundan 106 tasi avtobus, 263 tasi esa taksi yo‘nalishlaridan iborat. Avtotransport

ISSN 3030-3907

vositalarining umumiy soni 6396 ta bo‘lib, ulardan 760 tasi avtobus, 203 tasi mikroavtobus, 5433 tasi “Damas” avtomobillarini tashkil etadi.

Viloyatlar bo‘yicha eng ko‘p transport vositalari Marg‘ilon shahriga hizmat ko‘rsatadi, 926 ta. Ularning katta qismi “Damas” avtomobiliga to‘g‘ri keladi, 900 ta. Ikkinchi yirik ko‘rsatkich Oltiariq tumanida qayd etilgan bo‘lib, bu yerda 576 ta transport vositasi faoliyat yuritadi. Qo‘shtepa tumanida esa barcha yo‘lovchi tashish vositalari to‘liq “Damas” avtomobillari orqali amalga oshiriladi, 424 ta.

Qo‘qon shahrida esa 30 ta yo‘nalish mavjud bo‘lib, ularda jami 289 ta transport vositasi qatnaydi. Shahar miqyosida avtobuslar soni eng katta qiymatga ega.

Farg‘ona shahrida 18 ta yo‘nalish mavjud bo‘lib, ularda 253 ta transport vositasi qatnaydi. Shundan 126 tasi avtobus, 11 tasi mikroavtobus, 116 tasi “Damas” hisoblanadi.

Shuningdek, So‘x tumanida 4 ta yo‘nalish faqat avtobuslar orqali ta’minlangan bo‘lib, bu hududning geografik joylashuvi va tog‘li sharoiti bilan izohlanadi.

Umuman olganda, Farg‘ona viloyatida yo‘lovchi tashish tizimi asosan kichik sig‘imli transport vositalari — “Damas” avtomobillariga asoslangan bo‘lib, bu viloyat transport infratuzilmasi samaradorligini oshirish uchun avtobuslar ulushini ko‘paytirish zarurligini ko‘rsatadi.

2-jadval.

Farg‘ona viloyati hududlar kesimida shahar, shahar atrofi, viloyat ichi shaharlararo va viloyatlararo shaharlararo yo‘lovchi tashish yo‘nalishlari to‘g‘risida

№	Yo‘nalish tarmog‘i	Yo‘nalishlar soni	Avtotransport soni	Yo‘nalish masofasi (km)
1.	Shahar ichi avtobus yo‘nalishlari	40	387	522
2.	Shahar ichi yo‘nalishli taksi yo‘nalishlari	23	729	231,8
3.	Shahar atrofi avtobus yo‘nalishlari	61	348	1348,4
4.	Viloyat ichi shaharlararo avtobus yo‘nalishlari	2	20	496,5
5.	Viloyat ichi shaharlararo yo‘nalishli taksi yo‘nalishlari	2	17	157,7

ISSN 3030-3907

6.	Viloyat ichi shaharlararo mikroavtobus yo‘nalishlari	1	8	60
7.	Shahar atrofi yo‘nalishli taksi yo‘nalishlari	236	4885	3163
Jami:		369	6396	5979,4

Farg‘ona viloyatida yo‘lovchi tashish transporti yo‘nalishlari tarmoqlari keng qamrovli bo‘lib, 2024-yil 1-avgust holatiga ko‘ra jami 369 ta yo‘nalish faoliyat ko‘rsatmoqda. Ushbu yo‘nalishlarda umumiy hisobda 6396 ta avtotransport vositasi biriktirilgan bo‘lib, yo‘nalishlarning umumiy uzunligi 5979,4 kmni tashkil etadi.

Jadval ma’lumotlariga ko‘ra, shahar atrofi yo‘nalishlari eng katta ulushga ega bo‘lib, jami 236 ta yo‘nalishda yo‘lovchi tashish amalga oshiriladi. Bu yo‘nalishlarda 4885 ta avtotransport vositasi qatnovga jalb etilgan bo‘lib, umumiy masofa 3163 kmni tashkil etadi. Ushbu ko‘rsatkich Farg‘ona viloyatida asosan qisqa va o‘rta masofali yo‘nalishlarning ustunligini ko‘rsatadi.

Shahar ichidagi yo‘lovchi tashish tizimi ham viloyat transport tizimida muhim o‘rin tutadi. Shahar ichida 40 ta avtobus yo‘nalishlari mavjud bo‘lib, ularga 387 ta avtobus biriktirilgan va umumiy masofa 522 kmni tashkil etadi. Bundan tashqari, 23 ta yo‘nalishli taksi yo‘nalishlari mavjud bo‘lib, 729 ta transport vositasi xizmat ko‘rsatadi. Ushbu qatnovlarning umumiy masofasi 231,8 kmga teng. Shahar atrofi avtobus yo‘nalishlari alohida ahamiyatga ega bo‘lib, 61 ta yo‘nalishda jami 348 ta avtobus qatnovi amalga oshiriladi. Yo‘nalishlarning umumiy uzunligi 1348,4 kmni tashkil etib, bu viloyat transport tizimida shahar atrofi qatnovlarining katta hajmga ega ekanligini tasdiqlaydi. Shuningdek, viloyat ichi shaharlararo qatnovlar nisbatan cheklangan bo‘lib, jami 5 ta yo‘nalish faoliyat yuritadi. Ularning ikki tasi avtobus yo‘nalishi (20 ta avtobus), ikki tasi yo‘nalishli taksi (17 ta transport vositasi) va biri mikroavtobus (8 ta transport vositasi) orqali amalga oshiriladi. Ushbu qatnovlarning umumiy masofasi 714,2 kmni tashkil etadi. Shuni ham ta’kidlash lozimki, obyekt sifatida tanlab olingan Qo‘qon shahri Farg‘ona viloyati bo‘yicha eng ko‘p yo‘nalish tarmog‘iga ega hududlardan biri hisoblanadi. Qo‘qon shahrida umumiy 30 ta yo‘nalish mavjud bo‘lib, ularda 289 ta yo‘nalishli avtotransport vositasi qatnovni amalga oshirmoqda. Shahar ichidagi va shahar atrofi yo‘nalishlarining umumiy uzunligi 451,4 kmni tashkil qiladi. Ushbu ko‘rsatkich Qo‘qon shahrida jamoat transporti xizmatlariga bo‘lgan talab yuqoriligini va aholining harakatlanish faolligini yaqqol ifodalaydi.

Umuman olganda, Farg‘ona viloyati jamoat yo‘lovchi transporti tarmog‘ida shahar atrofi yo‘nalishlari ustuvorlik qilsa-da, viloyat ichidagi shaharlararo qatnovlar ham aholi transport harakatchanligini ta’minlashda muhim

ISSN 3030-3907

rol o‘ynaydi. Shu bilan birga, yo‘nalishlar bo‘yicha transport vositalarining taqsimoti hamda yo‘nalish masofalarining diversifikatsiyasi viloyatning transport infratuzilmasini yanada takomillashtirish zaruratini ko‘rsatadi.

3-jadval.

Farg‘ona viloyatini boshqa viloyatlar bilan bog‘lovchi yo‘lovchi tashish yo‘nalishlari

№	Yo‘nalishning boshlag‘ich va oxirgi bekatlari nomi	Transport vositasi rusumi (M1/M2/M3)	Avtotransport vositalari soni	Umumiy sig‘imi	Yo‘nalish umumiy masofasi (km)	To‘rt o‘rindiqli engil a/v lar soni /sig‘imi
1.	Namangan – Farg‘ona	Avtobus	4	84	89,8	110/440
2.	Qo‘qon – Namangan	Avtobus	4	84	117	35/140
3.	Qo‘qon – Andijon	Avtobus	4	84	127,5	30/120
4.	Quva – Shahrixon	Avtobus	4	84	23	0
5.	Andijon – Farg‘ona	Avtobus	8	280	75	40/160
6.	Namangan – Farg‘ona	Mikroavtobus	12	120	87	110/440
7.	Andijon – Farg‘ona	Mikroavtobus	20	240	75	40/160
8.	Marg‘ilon – Andijon	Mikroavtobus	8	120	72,1	100/400
9.	Quva – Asaka	Damas	30	180	23	20/80
10.	Quva – Shahrixon	Damas	16	96	24	0
	Jami:		110	1372	713,4	485/1940

Farg‘ona viloyatini boshqa viloyatlar bilan bog‘lovchi yo‘lovchi tashish yo‘nalishlari jami 10 ta muntazam yo‘nalishdan iborat bo‘lib, ushbu yo‘nalishlarda jami 595 ta avtotransport vositasi harakatlanadi. Ularning sig‘imi 1857 o‘rinni, umumiy masofa esa 713,4 kmni tashkil qiladi.

ISSN 3030-3907

Transport vositalari tarkibida yo‘nalishli taksilar eng asosiy ulishni tashkil qiladi, 485 ta. Yengil avtomobillarning umumiy sig‘imi 1940 ta. Avtobus va mikroavtobuslarning soni mos ravishda 24 ta va 40 tani tashkil qiladi, damas avtomibili esa 46 tani tashkil qiladi. Ushbu avtotransport vositalari umumiy holatda 1372 nafar yo‘lovchini tashish imkoniyatiga ega.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, ayrim uzoq yo‘nalishlarda, xususan, Qo‘qon–Andijon va Qo‘qon–Namangan bo‘yicha avtobuslar sonini ko‘paytirish zarur.

XULOSA. O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, Farg‘ona viloyati jamoat transporti tizimi murakkab va ko‘p pog‘onali yo‘nalishlar tarmog‘idan iborat bo‘lib, unda asosan shahar atrofi qatnovlari ustunlik qiladi. Transport vositalari tarkibida kichik sig‘imli avtomobillar — ayniqsa “Damas” tipidagi transport vositalarining ulushi yuqori. Bu esa yo‘lovchi tashish tizimining intensiv, biroq qisqa masofali qatnovlarga yo‘naltirilganini anglatadi.

Qo‘qon, Farg‘ona va Marg‘ilon shaharlarida yo‘nalishlar sonining yuqoriligi va transport vositalari zichligi ushbu hududlarda jamoat transportiga talab yuqori ekanini ko‘rsatadi. Biroq ayrim yo‘nalishlarda avtobuslar ulushining pastligi yuqori sig‘imli jamoat transportidan foydalanishni kengaytirish zarurligini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, viloyat jamoat transporti tizimini optimallashtirish yo‘lovchilar oqimi zich bo‘lgan yo‘nalishlarda avtobus qatnovlarini ko‘paytirish, yo‘nalish tarmog‘ini hududiy rejalashtirishni takomillashtirish hamda xizmat sifatini oshirish orqali amalga oshirilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ceder A. Public Transit Planning and Operation: Modeling, Practice and Behavior. CRC Press, 2016.
2. Vuchic V.R. Urban Transit Systems and Technology. John Wiley & Sons, 2007.
3. Transit Cooperative Research Program. Transit Capacity and Quality of Service Manual. TRB, Washington, D.C., 2013.
4. Daganzo C.F. Fundamentals of Transportation and Traffic Operations. Elsevier, 1997.
5. Cats O. Regularity and Reliability in Public Transport Operations. Delft University of Technology, 2011.
6. O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi rasmiy sayti.
7. Farg‘ona viloyati hokimligi rasmiy portali.

ISSN 3030-3907

PARA-ARAMID TOLALI TRIKOTAJ MATERIALLARI

Turaxujayeva Nilufar Nazirjanovna
Andijon davlat texnika instituti PhD
E-mail: Turaxujayevan1985@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada para-aramid ipidan tayyorlangan trikotaj matolarining fizik-mexanik va ekspluatatsion xususiyatlari, shuningdek ularni yassi ignadonli trikotaj mashinalarida to‘qish texnologiyasining o‘ziga xos jihatlari ko‘rib chiqilgan. To‘qima tuzilishining ko‘rsatkichlari matoning issiqlik va mexanik ta’sirlariga chidamliligi tahlil qilingan hamda para-aramid tolali trikotajning texnik to‘qimachilik va maxsus buyumlarda qo‘llanilish sohalari aniqlangan.

Kalit so‘zlar: para-aramid tolasi, para-aramid tolali trikotaj, trikotaj to‘rilmalari, olovga chidamlilik, himoya kiyimlari, texnik to‘qimachilik, trikotaj texnologiyasi.

Аннотация. В работе рассмотрены физико-механические и эксплуатационные свойства трикотажных полотен из пара-арамидной пряжи, а также особенности технологии их вязания на плосковязальных машинах. Проанализировано влияние структурных параметров на устойчивость материалов к термическим и механическим воздействиям и определены области применения пара-арамидного трикотажа в техническом текстиле и изделиях специального назначения.

Ключевые слова: пара-арамидное волокно, пара-арамидный трикотаж, трикотажные переплетения, огнеупорность, защитная одежда, технический текстиль, трикотажная технология.

Abstract. The paper examines the physical-mechanical and performance properties of knitted fabrics made from para-aramid yarn, as well as the technological features of their knitting on flat knitting machines. The influence of structural parameters on the resistance of the materials to thermal and mechanical effects is analyzed, and the application areas of para-aramid knitwear in technical textiles and special-purpose products are identified.

Keywords: para-aramid fiber, para-aramid knitwear, knitted structures, flame resistance, protective clothing, technical textiles, knitting technology.

KIRISH.

Sanoat texnologiyalarining jadal rivojlanishi va mehnat xavfsizligiga qo‘yilayotgan talablarning ortib borishi himoya xususiyatlari yuqori bo‘lgan yangi avlod tekstil materiallarini yaratishni dolzarb masalaga aylantirmoqda. Metallurgiya, energetika, transport, harbiy va boshqa yuqori xavfli sohalarda qo‘llaniladigan maxsus kiyimlar ishlab chiqarishda issiqlik, mexanik va ekspluatatsion ta’sirlarga chidamli, shu bilan birga ergonomik talablarga javob beradigan materiallarga ehtiyoj tobora ortib bormoqda [1-3].

ISSN 3030-3907

Texnik va himoya maqsadlari uchun mo‘ljallangan yuqori texnologiyali tolalar orasida para-aramid tolalari o‘zining mustahkamligi, yengilligi va yuqori haroratga chidamliligi bilan alohida ajralib turadi. Ushbu tolalar an’anaviy sintetik tolalardan farqli ravishda erimaydi va yonishni qo‘llab-quvvatlamaydi, bu esa ularni maxsus vazifali tekstil materiallar ishlab chiqarishda istiqbolli xomashyo sifatida baholash imkonini beradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Shu bilan birga, para-aramid tolalaridan tayyorlangan trikotaj matolarning tuzilishi va xossalarini shakllantirish bilan bog‘liq masalalar yetarli darajada o‘rganilmagan. Bu holat para-aramid iplarining past cho‘ziluvchanligi, yuqori qattiqligi hamda to‘qish jarayonida texnologik parametrlarni aniq sozlash zarurati bilan izohlanadi [4-5]. Shu sababli, trikotaj strukturasining texnologik va ekspluatatsion xususiyatlarga ta’sirini o‘rganish ilmiy va amaliy jihatdan muhim hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot ishining maqsadi para-aramid ipidan tayyorlangan trikotaj matolarning tuzilishi va xossalarini shakllantirish qonuniyatlarini aniqlash, shuningdek ularni maxsus maqsadli buyumlar ishlab chiqarishda qo‘llash uchun optimal texnologik parametrlarni asoslab berishdan iborat [6].

Para-aramid tolalari aromatik poliamidlar sinfiga mansub bo‘lib, ularning asosiy farqlovchi xususiyati yuqori darajada yo‘naltirilgan makromolekulyar tuzilishga egaligidir. Makromolekulalarning tola o‘qi bo‘ylab tartibli joylashuvi natijasida ushbu tolalar yuqori mexanik mustahkamlik va elastiklik moduliga ega bo‘ladi.

Para-aramid tolalarining fizik-mexanik ko‘rsatkichlari ularni yuqori mustahkamlikka ega bo‘lgan sanoat tolalari qatoriga kiritish imkonini beradi. Uzilishdagi mustahkamlik qiymati 3,6–3,9 GPa gacha yetadi, elastiklik moduli esa 130–140 GPa oralig‘ida bo‘ladi. Shu bilan birga, tolalarning past zichligi (1,44 g/sm^3) tayyor mahsulotlarning umumiy massasini kamaytirishga xizmat qiladi.

Ushbu tolalarning muhim ekspluatatsion afzalliklaridan yana biri ularning yuqori termobarqarorligidir. Para-aramid tolalari 250 °C gacha bo‘lgan haroratlarda o‘z mexanik xossalarini saqlab qoladi, erimaydi va to‘g‘ridan-to‘g‘ri alanga ta’sirisiz yonmaydi. Bundan tashqari, ular ko‘plab kimyoviy moddalar ta’siriga chidamli bo‘lib, biologik yemirilishga uchramaydi hamda uzoq muddatli ekspluatatsiya jarayonida xossalarining barqarorligini ta’minlaydi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Tadqiqot ishlari davomida para-aramid tolalaridan yigirilgan VICWA markali ip asosida tayyorlangan trikotaj mato namunalari o‘rganildi. Namunalar kompyuterlashtirilgan yassi ignadonli trikotaj mashinalarida ishlab chiqarilib, bunda to‘qima turlari va ayrim

ISSN 3030-3907

strukturaviy-texnologik ko‘rsatkichlar o‘zgartirib borildi. Bu yondashuv trikotaj tuzilishining material xossalariga ta’sirini kompleks baholash imkonini berdi.

Xitoyda ishlab chiqarilgan VICWA markali para-aramid ipining texnik ko‘rsatkichlari olovbardoshlilik xususiyatlariga ega mahsulotlar uchun qo‘yiladigan talablarga to‘liq mos keladi. Mustahkamlik ko‘rsatkichlari oshirilgan, yangi turdagi termo-olovbardosh trikotajni tadqiq etish maqsadida chiziqli zichligi 30/2S (66 teks) bo‘lgan VICWA ipidan uchta variantda trikotaj namunalari tayyorlandi.

1-jadvalda maxsus trikotaj matolarini tadqiq etishda qo‘llanilgan “VICWA” ipining texnik tavsiflari keltirilgan.

1-jadval

VICWA para-aramid ipining texnik tavsifi

Ipnin turi	Chiziqli zichligi		Nisbiy uzilish kuchi	Uzilish kuchi	Uzilishdagi uzayish	Tarkib
	Ne	teks	cN/teks	cN	%	100% para-aramid
VPY 232	30/2S	66	75	3200	3-5	

VICWA ipning kamchiliklari qatoriga uning ultrabinafsha nurlanish ta’siriga nisbatan past barqarorligi kiradi, bu esa quyosh nuri uzoq muddat ta’sir etganda mustahkamlik ko‘rsatkichlarining pasayishiga olib keladi. Shu bilan birga, ushbu yuqori mustahkam materialdan tayyorlangan mahsulotlar yuqori yeyilishga chidamliligi bilan ajralib turadi hamda ekspluatatsion xususiyatlarning yuqori darajasini namoyon etadi, jumladan ishqalanishga, kesilishlarga va o‘tkir kesuvchi qirralarga ega asboblar bilan o‘zaro ta’sir jarayonida yirtilishga bo‘lgan bardoshliligi bilan tavsiflanadi.

Para-aramid tolali trikotaj matolari uchun eng maqbul to‘qimalar sifatida glad, lastik, hamda aralash to‘qimalar olish mumkin, chunki ular mustahkamlik va egiluvchanlikning optimal uyg‘unligini ta’minlaydi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Qo‘llanilgan to‘qima turiga ko‘ra halqa tuzilmasidagi quyidagi ko‘rsatkichlarda bir birlariga nisbatan o‘zgarishlar kuzatildi: halqa qadami (A), halqa qatori balandligi (B), gorizontal (Pg) va vertikal (Pv) bo‘yicha zichlik, halqa ipi uzunligi (L), yuza zichligi (Ms), qalinlik (T) hamda hajm zichligi (δ). Texnologik ko‘rsatkichlar bo‘yicha olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

2-jadval.

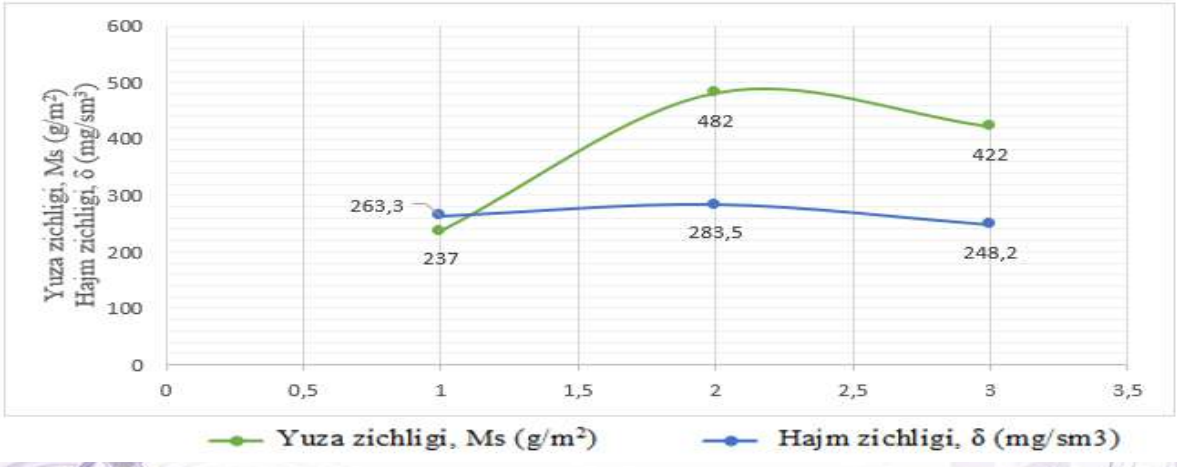
Maxsus trikotaj mato namunalarning texnologik ko‘rsatkichlari

Namuna variantlari	Ip markasi	Chiziqli zichlik, teks	Halqa qadami, A (mm)	Halqa qatori balandligi B, (mm)	Gorizontal bo‘ yicha zichlik, P_g	Vertikal bo‘ yicha zichlik, P_v	Halqa ipi uzunligi, L (mm)	Yuza zichligi Ms (g/m^2)	Qalinlik, T (mm)	Hajm zichligi, δ (mg/sm^3)
1	VICWA	66	1,7	1,25	30	40	6	237	0,9	263,3
2		66	1,7	1,25	30	40	6,2	482	1,7	283,5
3		66	1,7	1,7	30	30	6,2	422	1,7	248,2

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, halqadagi ip uzunligi (L) ning 6,0 mm dan 6,2 mm gacha oshirilishi natijasida trikotaj matoning sirt massasi (Ms) deyarli ikki baravar ortib, 237 g/m² dan 482 g/m² gacha yetgan. Mazkur holat halqali tizimida ip sarfining ko‘payishi hamda mato qalinligining 0,9 mm dan 1,7 mm gacha ortishi bilan izohlanadi.

Halqa qatori balandligi (B) 1,25 mm dan 1,7 mm gacha o‘zgartirilganda esa yuza zichligining 482 g/m² dan 422 g/m² gacha biroz kamayishi kuzatildi. Bu holat halqalar zichligining vertikal yo‘nalishda 40 dan 30 gacha kamayishi bilan bog‘liq.

1-rasmda maxsus maqsadlar uchun mo‘ljallangan para-aramid ipidan tayyorlangan trikotaj mato namunalari bo‘yicha qo‘llanilgan to‘qimalarga nisbatan yuza va hajm zichliklarining o‘zgarish grafigi keltirilgan, ya’ni to‘qima halqali tuzilishi va ipning tolaviy tarkibi trikotaj matosining texnologik ko‘rsatkichlariga ta’siri aniqlangan.



1-rasm. To‘qima turi o‘zgarishiga bog‘liq holda para-aramid ipidan tayyorlangan trikotaj mato namunalarning yuza va hajm zichliklarining o‘zgarish grafigi

ISSN 3030-3907

Para-aramid ipidan ishlab chiqarilgan trikotaj namunalarning sirt zichligi 237–482 g/m² oralig‘ida o‘zgaradi va ular orasidagi farq eng kichik qiymatga nisbatan 103 % ni tashkil etadi. Ya’ni, lastik to‘qima asosida tayyorlangan trikotaj mato namunasi (2-variant)ning yuza zichligi kulir glad to‘qimasi asosida ishlab chiqarilgan trikotaj mato namunasi (1-variant)ga nisbatan deyarli ikki baravar yuqoridir.

3-variantdagi trikotaj namunasining yuza zichligi 422 g/m² bo‘lib, bu ko‘rsatkich 2-variantga nisbatan 12,4 % ga kam. Mazkur holat shuni ko‘rsatadiki, bir xil xomashyo qo‘llanilganda, lastik 2+1 va hosilali glad aralash to‘qimasi asosida ishlab chiqarilgan trikotaj matosi(3-variant)da ip sarfi sof lastik to‘qimaga (2-variant) nisbatan kamroq bo‘ladi.

Shuningdek, maxsus maqsadli trikotaj mato namunalari ichida 3-variant eng kichik hajm zichligiga ega bo‘lib, uning qiymati 248 mg/sm³ ni tashkil etadi. Bu ko‘rsatkich 1-variantga nisbatan 5,7 % ga, 2-variantga nisbatan esa 12,4 % ga kamdir. Ushbu farqlar bir xil tolali tarkib va chiziqli zichlikga ega ip qo‘llanilganiga qaramasdan, trikotaj halqa tuzilishi ta’siri bilan izohlanadi.

Texnologik ko‘rsatkichlarning tahlili shuni ko‘rsatdiki, trikotaj matosining qalinligi va yuza zichligidagi o‘zgarishlar muayyan qonuniyatlarga bo‘ysunadi. 3-variant trikotaj halqa tuzilishi tarkibida asosiy va hosilaviy to‘qimalar aralashgan holda qo‘llanilgan. Bunday elementlarning miqdori, joylashuvi va takrorlanish tartibi texnologik parametrlar, keyinchalik esa trikotaj matosining mexanik xossalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Ishlab chiqilgan trikotaj matolar estetik ko‘rinish jihatidan talabga javob beradi. O‘tkazilgan tahlil natijalariga ko‘ra, eng iqtisodiy va resurs tejamkor, shuningdek boshqa texnologik talablar bilan mos keluvchi optimal variant sifatida glad to‘qimasi asosida tayyorlangan 1-variant tavsiya etilishi mumkin; 3-variant esa ikki qavatli to‘qimalar bilan qiyosiy baholash uchun maqsadga muvofiqdir.

Insonni ishlab chiqarish jarayonida uchraydigan turli zararli va xavfli omillardan himoya qilish hamda individual himoya vositalari tushunchasi kundalik hayotda ham, ishlab chiqarish sohasida ham doimo dolzarb bo‘lib kelgan. Himoya vositalarining asosiy turlaridan biri bo‘lgan maxsus himoya kiyimlari assortimenti ularni tayyorlashda qo‘llaniladigan tekstil materiallarining xususiyatlari bilan belgilanadi. Maxsus kiyim ishlab chiqarishda foydalaniladigan trikotaj materiallarning asosiy ekspluatatsion ko‘rsatkichlariga mustahkamlik, yeyilishga chidamlilik, cho‘ziluvchanlik va shaklni saqlash qobiliyati kiradi. Ushbu xususiyatlar qo‘llanilgan ipning tolaviy tarkibi hamda tanlangan to‘qima strukturasiga bevosita bog‘liqdir [7-8].

Trikotaj matolarning fizik-mexanik ko‘rsatkichlari maxsus laboratoriya sharoitida sertifikatlangan sinov uskunalarida aniqlangan. Uzilish kuchi va

ISSN 3030-3907

uzilishdagi nisbiy uzayish ko‘rsatkichlari WDW-5E universal sinov mashinasida namunalarni uzunasiga va eniga bir o‘qli cho‘zish usuli yordamida o‘lchandi. Olingan sinov natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval.

Para-aramid ipidan tayyorlangan trikotaj namunalarning fizik-mexanik ko‘rsatkichlari

Variantlar, №	Uzilish kuchi, P (N)		Uzilishdagi uzayish, L (%)		6 N dagi uzayish, %		Deformatsiya (%)				Havo o‘tkazuvchanlik, B (sm^3/sm^2s)	Suv shimuvchanlik, %	ishqalanishga chidamlilik, tsikl
	uzunasiga	eniga	uzunasiga	eniga	uzunasiga	eniga	uzunasiga		eniga				
							qaytar, ε_{qr}	qaytmas, ε_{qs} (%)	qaytar, ε_{qr}	qaytmas, ε_{qs}			
1	883	573	13	27	1,65	2,79	79	21	57	43	358,9	2,07	>35587
2	2155	443	9,5	51,5	0,84	8,55	82	18	77	23	186,9	2,92	>35587
3	1838	728	10	24	0,9	4,2	80	20	50	50	255,9	3,21	>35587

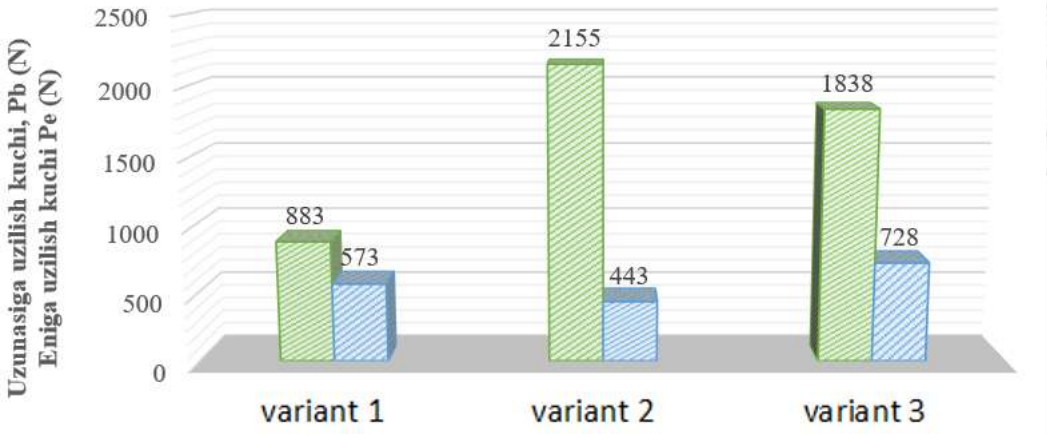
Sinov jarayonida namunalarning tayyorlanishi, sinov sharoitlari va natijalarni qayta ishlash tartibi amaldagi GOST 8847–85 talablari asosida amalga oshirildi. Trikotaj matoning mustahkamlik ko‘rsatkichi sifatida namuna buzilish paytida qayd etilgan maksimal yuklama qabul qilindi. Bundan tashqari, deformatsion xossalar, qaytar va qaytmas uzayishlar, shuningdek ekspluatatsion ko‘rsatkichlar – havo o‘tkazuvchanlik, suv shimuvchanlik va ishqalanishga chidamlilik aniqlanib, tahlil qilindi.

Tekstil materiallarning muhim ko‘rsatkichlaridan biri bir martalik va ko‘p martalik cho‘zilish sharoitida aniqlanadigan uzilish (yorilish) xususiyatlari hisoblanadi. Aksariyat standartlar va texnik shartlarda tekstil matolar uchun mustahkamlikning me’yoriy qiymatlari uzilish yuklamasi ko‘rsatkichi orqali belgilangan. Ma’lumki, har bir halqa elementi tomonidan qabul qilinadigan cho‘zuvchi kuch miqdori uzilish jarayonida ishtirok etuvchi halqa elementlarining soni, ularning geometriyasi va o‘zaro joylashuvi, shuningdek ipning tolaviy tarkibi va uni qayta ishlash darajasiga bog‘liqdir.

ISSN 3030-3907

Sinovdan o‘tkazilgan trikotaj mato namunalarining mustahkamligi GOST 8847–85 talablari asosida WDW-5E sinov mashinasida mato tasmasini vertikal va gorizontal yo‘nalishlarda uzish orqali aniqlandi. Mustahkamlikning asosiy ko‘rsatkichi sifatida namunani uzishga bo‘lgan qarshiligi qabul qilindi.

2-rasmda para-aramid ipidan tayyorlangan trikotaj namunalari uchun uzunligi va eni bo‘yicha uzilish kuchining P (N) o‘zgarish diagrammasi keltirilgan.



2-rasm. Para-aramid ipi asosida olingan trikotaj namunalarning uzunasiga va eniga uzilish kuchi P(N) ning o‘zgarish diagrammasi

Para-aramid ipidan tayyorlangan trikotaj mato namunalarining uzunasiga uzilish kuchi qiymatlari uzunlik yo‘nalishida **883–2155 N** oralig‘ida o‘zgarib, bu **59 %** ni tashkil etadi, eni bo‘yicha esa **443–728 N** diapazonda bo‘lib, **39,1 %** ni tashkil qiladi. Uzilish kuchining uzunlik bo‘yicha eng yuqori va eni bo‘yicha eng past qiymatlari **2-variant**da qayd etilgan (mos ravishda **2155 N** va **443 N**).

Mazkur holat **lastik 1+1** to‘qima halqa tuzilmasining uzilish jarayonida uzunlik yo‘nalishida qarshilik ko‘rsatuvchi elementlar sonining ko‘pligi bilan izohlanadi. Biroq eni bo‘yicha uzilishda to‘qima sezilarli darajada cho‘zilib va yupqalashib boradi, natijada uning zichligi va qalinligi kamayadi. Aynan ushbu omillar boshqa variantlarga nisbatan uzilish kuchining kichikroq qiymatda bo‘lishiga sabab bo‘ladi.

Uzilish kuchining oraliq qiymatlari **3-variant**da kuzatildi (uzunligi bo‘yicha **1838 N,** eni bo‘yicha **728 N**), bu ko‘rsatkichlar **1-variant**ga nisbatan mos ravishda **52 %** va **21,3 %** ga yuqoridir. Bu holat trikotaj strukturasida mavjud bo‘lgan **protyajkalar (uzatmalar)** bilan izohlanadi, ular uzilish vaqtida ta’sir etuvchi kuchlarga qo‘shimcha qarshilik ko‘rsatadi.

Shunday qilib, trikotajning mustahkamligi har bir halqa qatori va ustunida cho‘zuvchi kuchlarga qarshilik ko‘rsatuvchi iplar soniga bevosita bog‘liq bo‘lib, bunda qo‘llanilgan ipning mustahkamligi, chiziqli zichligi, trikotaj matosi halqa

ISSN 3030-3907

tuzilishining turi va zichligi yuqori mustahkamlakga ega maxsus trikotaj olishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Olingan trikotaj namunalarning fizik-mexanik ko‘rsatkichlari uzilish mustahkamligi va ishqalanishga chidamlilik bo‘yicha **yuqori natijalarni** namoyon etdi. Shu bilan birga, matolar **elastiklik** va **havo o‘tkazuvchanlik** xususiyatlarini saqlab qoladi, bu esa ularni **podshlemniklar, termobarqaror ichki kiyimlar va qo‘lqoplar** ishlab chiqarishda qo‘llash imkonini beradi.

Para-aramid ipidan tayyorlangan buyumlarning yuqori mustahkamlik va estetik ko‘rsatkichlari ularning quyidagi sohalarda qo‘llanilishini belgilaydi:

1. **Individual himoya vositalari** (o‘t o‘chiruvchilar, payvandchilar, metallurglar uchun maxsus kiyimlar; podshlemniklar, qo‘lqoplar, termobarqaror ichki kiyimlar).
2. **Texnik tekstil** (kompozit materiallarda armirlovchi qatlamlar, issiqlik izolyatsion qoplamalar, filtrlar, zichlovchi elementlar).
3. **Transport va aviatsiya** (salonlarning ichki bezagi, shovqin yutuvchi va yong‘inga qarshi elementlar).
4. **Harbiy sanoat** (yumshoq bronyejiletlar, yong‘inga qarshi astarlar, ekipirovka elementlari).

XULOSA VA TAKLIFLAR. Xulosa sifatida aytish mumkinki, para-aramid tolalar asosidagi trikotaj material yuqori darajadagi mustahkamlik va issiqlikka chidamlilikni elastiklik hamda foydalanishdagi qulaylik bilan samarali uyg‘unlashtirgan zamonaviy yechim hisoblanadi. Uni ishlab chiqarish jarayonida texnologik parametrlarni puxta va aniq boshqarish talab etiladi, biroq yakuniy mahsulotning sifat ko‘rsatkichlari bu murakkablikni to‘liq oqlaydi. To‘qimachilik texnologiyalarining takomillashuvi hamda yangi gibrid halqa tuzilmalarining yaratilishi esa para-aramid trikotaj materiallarining himoya vositalari va turli texnik sohalarda qo‘llanish imkoniyatlarini yanada kengaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Мартынов И. П. Пожарная безопасность текстильной продукции // Техника и технология текстильной промышленности. – 2021. – №3. – С. 35-42.
2. Огнеупорная ткань: виды и характеристики // URL: https://mtrservis.ru/info/ogneupornaya-tkan-vidy-i-kharakteristiki/
3. Гончарова Н. И. Защитные свойства текстильных материалов: учебное пособие. – М.: Легпромиздат, 2019. – 272 с.
4. KEVLAR Aramid Fiber: Technical Guide: [англ.]: [арх. 8 августа 2007]. – DuPont. – С. II-1 (3-я паг.). – 32. https://www.dupont.com/content/dam/dupont/amer/us/en/safety/public/documents/en/Kevlar_Technical_Guide_0319.pdf

5. Фокина Е. В. Разработка технологии изготовления огнестойкого трикотажа для полетных костюмов космонавтов: диссертация кандидата технических наук. – Москва, 2011. – 191 с.
6. Turaxujayeva, N. (2024). YUQORI PISHIQLIK KO‘RSATKICHLARIGA EGA BO‘LGAN OLOVBARDOSHLI TRIKOTAJNING TEXNOLOGIK KO‘RSATKICHLARINING TAHLILI. Universal Xalqaro Ilmiy Jurnal, 1(8), 132–137.
7. Турахужаева Н. Н. *Технологические особенности и эксплуатационные характеристики трикотажных полотен специального назначения на основе параарамидной пряжи*: монография. – Андижан: ООО «Omadbek Print Number One», 2025. – 112 с. – ISBN 978-9910-11-369-7.
8. Турахужаева Н. Н. Пара-арамидные трикотажные материалы специального назначения //Confrencea. – 2025. – Т. 10. – С. 29-32.

TARQOQ PARAMETRLI NOChIZIQ MAGNIT ZANJIRLARDA YUQORI GARMONIKALAR TAHLILI

Amirov Sulton Fayzullayevich
Fayzullayev Javharbek Sulton o‘g‘li
Sattorov Toshpo‘lot Ahmad o‘g‘li
E-mail: Sattorov.toshpolot@mail.ru
Murodov Behruzjon Barot o‘g‘li
E-mail: murodovbehruzjon96@gmail.com
Toshkent davlat transport universiteti
Buxoro davlat texnika universitet

Annotatsiya. Maqolada tarqoq parametrli nochiziq magnit zanjirlardagi yuqori garmonikalar tahlili ko‘rib chiqilgan. Asosan garmonik tahlil uchunchi garmonika uchun ko‘rilgan bo‘lib variatsiyalash usuli asosida magnit zanjirlardagi jarayonlarni tavsiflovchi murakkab differensial tenglamalar yechimlari hosil qilingan. Tarqoq parametrli nochiziq magnit zanjirlarda asosiy garmonika buzulish koeffitsiyentining o‘rtacha qiymati 5,69 % ekanligi aniqlangan. O‘zgartgichlar va o‘lchash qurilmalarida qo‘llanib kelinayotgan tarqoq parmetrli zanjirlarda yuqori garmonikalarni hisobga olish ularning o‘zgartirish va o‘lchash xatoliklarini aniqlash aniqligini oshirish imkoniyatini yaratadi.

Kalit so‘zlar: Asosiy garmonika, uchunchi garmonika, variatsiyalash usuli, magnit oqimi, magnit induksiyasi, garmonika buzulish koeffitsiyenti.

Аннотация. В статье выполнен анализ влияния высших гармоник на нелинейные магнитные цепи с распределёнными параметрами. При проведении гармонического анализа основное внимание уделено третьей гармонике, а для описания протекающих процессов применён метод вариации, позволивший получить решения сложных дифференциальных уравнений, характеризующих поведение указанных магнитных цепей. Установлено, что среднее значение коэффициента искажения основной гармоники в нелинейных магнитных цепях с распределёнными параметрами составляет 5,69 %. Показано, что учёт высших гармоник в таких цепях, используемых в преобразователях и измерительных устройствах, позволяет повысить точность определения погрешности преобразования и измерения.

Ключевые слова: Основная гармоника, третья гармоника, метод вариации, магнитный поток, магнитная индукция, коэффициент гармонического искажения.

Abstract. The article considers the analysis of higher harmonics affecting distributed-parameter nonlinear magnetic circuits. Mainly, in the harmonic analysis, the third harmonic is considered, and solutions of complex differential

ISSN 3030-3907

equations characterizing the processes in magnetic circuits were found based on the variation method. It was determined that the average value of the fundamental harmonic distortion coefficient in distributed-parameter nonlinear magnetic circuits is 5.69%. Taking higher harmonics into account in distributed-parameter circuits used in converters and measuring devices increases their operating accuracy and reduces measurement errors.

Keywords: Fundamental harmonic, third harmonic, variation, magnetic flux, magnetic induction, harmonic distortion coefficient.

KIRISH.

Ferromagnit elementli elektromagnit tizimlarni tadqiq etishda tarqoq parametrli nochiziq magnit zanjir(TPNMZ)lar alohida ilmiy ahamiyatga ega, chunki bunday zanjirlarda magnit oqimi vaqt bo‘yicha ham, fazo bo‘yicha ham murakkab tarzda o‘zgaradi. Ayniqsa, qo‘zg‘aluvchan qism mavjud bo‘lganda tizim parametrlari o‘zgaruvchan tus oladi va bu magnit maydonning taqsimlanishi hamda garmonik tarkibiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Nochiziqlik sababli sinusoidal qo‘zg‘atishda ham magnit oqimi sof sinusoidal qonun bo‘yicha o‘zgarmaydi, natijada yuqori garmonikalar, xususan ta’siri sezilarli bo‘lgan uchinchi garmonika hosil bo‘ladi. Bu esa magnit tizimlarning ish rejimi, energiya yo‘qotishlari va dinamik tavsiflarini baholashda garmonik tahlilni muhim masalaga aylantiradi. Shu bois ushbu maqolada TPNMZ da magnit oqimining vaqt va koordinata bo‘yicha o‘zgarishi asosida birinchi va uchinchi garmonikalar tahlil qilinadi hamda ularning magnit zanjiri parametrlari va chegaraviy shartlarga bog‘liqligi yoritiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. TPNMZ larni tadqiq etishga bag‘ishlangan ilmiy ishlar asosan uch yo‘nalishda rivojlangan: umumiy matematik modellashtirish, magnit ekvivalent sxema asosidagi tezkor hisoblash usullari hamda garmonik rejimlarni garmonik balans va chekli elementlar usullari orqali tahlil qilish. Chaban va uning hammualliflari nochiziq elektromagnit zanjirlar uchun modifikatsiyalangan Hamilton–Ostrogradskiy prinsipi asosida matematik model taklif qilib, elektromagnit jarayonlarni variatsion yondashuv orqali ifodalash imkonini ko‘rsatishgan [1]. Bu yondashuv magnit zanjirlarning umumiy matematik tavsifini qurishda muhim nazariy asos bo‘lsa-da, unda yuqori garmonikalar fazoviy-vaqt bo‘yicha alohida ajratib tahlil qilinmagan.

Magnit ekvivalent sxema (MES) asosidagi ishlarda asosiy e’tibor magnit maydon taqsimotini tezkor va yetarlicha aniq hisoblashga qaratilgan. Wang va uning hammualliflari NVNMC (Nonlinear Varying-Network Magnetic Circuit - O‘zgaruvchan tarmoqli nochiziqi magnit zanjiri) modeli yordamida magnit to‘yinishi va sizib chiqish oqimini hisobga olgan holda 2D model orqali 3D mashina tavsiflarini baholash mumkinligini ko‘rsatishgan [2]. Kara va Celik

ISSN 3030-3907

ishlab chiqqan nochiziq MES modelida material nochiziqligi, sochilgan magnit oqimi va chekka qismlarida magnit oqimini yoyilishi hisobga olinib, FEA(chekli elementlar tahlili) bilan solishtirganda maksimal nisbiy xatolik 10.2%, o‘rtacha esa xatolik 5.2% bo‘lganligi qayd etilgan [3]. Seol va uning hammualliflari esa 3D nochiziq MES modelini taklif qilib, o‘q bo‘ylab magnit oqimi yo‘llari va sochilgan magnit oqimi komponentlarni hisobga olish natijasida WRSM(Wound Rotor Synchronous Machine - Chulg‘amli rotor rusumidagi sinxron mashina) tizimlarni aniqroq tavsiflash mumkinligini ko‘rsatishgan [4]. Mazkur ishlar magnit oqimining fazoviy taqsimotini hisoblashda samarali bo‘lsa-da, birinchi va uchinchi garmonikalarni analitik ko‘rinishda ajratishga yetarli e’tibor bermaydi.

Garmonik tahlil yo‘nalishida garmonik balans sullari alohida ahamiyatga ega. Gyselinck va uning hammualliflari chekli garmonik balans - element modeling usulini elektromagnit qurilmalar uchun taklif qilib, keyinchalik uni harakatni hisobga oluvchi 2D modellarga kengaytiririshgan [5]. Ularning ishida, ayniqsa, asosiy va past tartibli garmonikalar qiziqtirganda garmonik balans yondashuvi vaqt sohasidagi hisoblashga nisbatan samarali ekanligi ko‘rsatilgan [5]. Scolaro va uning hammualliflari esa 2D nochiziq chekli element magnit modelga harakat va zanjir bog‘lanishini qo‘shib, garmonik balans usuli bilan THD(Total Harmonic Distortion - umumiy garmonik buzilish) bo‘yicha 3% dan kichik, RMS(Root Mean Square - o‘rtacha kvadratik qiymat) bo‘yicha esa 1% dan kichik xatolik bilan natija olishgan [6]. Bu ishlar garmonik tarkibni sonli usullar yordamida aniqlashda muhim natija beradi, biroq TPNMZ ning bosh differensial tenglamasi asosida uchinchi garmonikani analitik hosil qilish masalasi ularda markaziy o‘rin egallamaydi.

Harakatlanuvchi qismlar mavjud bo‘lgan elektromagnit tizimlarda garmonik buzilish masalasi Tsai va Huang tomonidan balans armaturali aktuator misolida o‘rganilgan [7]. Ular assimetrik magnit oqimi mavjud bo‘lganda toq garmonikalar bilan birga juft garmonikalar ham paydo bo‘lishini ko‘rsatgan va geometrik parametrlarni o‘zgartirish orqali garmonik buzilishni kamaytirish mumkinligini aniqlagan [7]. Bu natijalar qo‘zg‘aluvchan qism va geometrik omillar garmonik tarkibga kuchli ta’sir qilishini tasdiqlaydi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. O‘zgaruvchan tok zanjirida ferromagnit elementning qo‘llanilishi ularda yuqori garmonikalar tahlilini ko‘rib chiqish masalasini qo‘yadi. Shu sababdan TPNMZ ni xarakterlovchi asosiy differensial tenglamani garmonik tahlil asosida hisoblash tartibini ko‘rib chiqamiz. Quyidagi boshlang‘ich shartlarni kiritamiz: Qo‘zg‘atuvchi chulg‘am yig‘iq parametrli va nodifferensial magnit zanjiri, unda magnit oqimi magnit o‘tkazgich uzunligi bo‘ylab o‘zgaradi va vaqt bo‘yicha. Ushbu shartlar asosida TPNMZ larni xarakterlovchi asosiy tenglamani qiyidagicha yozamiz [8,10].

ISSN 3030-3907

$$\frac{\partial^2 Q_\mu}{\partial x^2} - A\left(Q_\mu + \frac{a}{3!}Q_\mu^3 + \cdots\right) - B\frac{\partial Q_\mu}{\partial t} = 0, \qquad (1)$$

bu yerda Q_μ – magnit oqimi; $B = (\alpha_a + \alpha_b)C_x$ - chastotaga bog‘liq o‘zgaruvchi kattalik; A va a hamda α_a va α_b - o‘zgarmas kattaliklar; C_x – magnit maydon o‘tkazuvchanlik.

Tadqiq etilayotgan TPNMZ uchun quyidagi chegaraviy shartlar o‘rinli:

$$x = 0,\ Q_\mu(x,t) = Q_{\mu 0} sin\omega t, \qquad (2)$$

$$x = l,\ \frac{\partial Q_\mu(x,t)}{\partial x} = -C_{\mu l} Q_\mu(l,t), \qquad (3)$$

bu yerda $C_l = \frac{\mu_0 S}{l}$ - havo oralig‘ining magnit o‘tkazuvchanligi.

TPNMZ larda magnit maydonining magnit o‘tkazgich uzunligi bo‘ylab tarqalishi magnit maydoni kuchlanganligiga nochiziq bog‘liqligi magnit oqimini vaqt bo‘yicha nosinusoidal o‘zgarishiga olib keladi. Shu sababdan (1) tenglama yechimini quyidagi qator ko‘rinishida izlash mantiqan to‘g‘ri bo‘ladi [9]:

$$Q_\mu(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} Q_{\mu n}(x)\, e^{jn\omega t}. \qquad (4)$$

(4) ni (1) ga qo‘yib, kompleks amplitudalar uchun quyidagi differensial tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

birinchi garmonika uchun:

$$\frac{\partial^2 Q_{\mu 1x}}{\partial x^2} - AQ_{\mu 1x} - B_1 j\omega Q_{\mu 1x} = 0, \qquad (5)$$

uchinchi garmonika uchun:

$$\frac{\partial^2 Q_{\mu 3x}}{\partial x^2} - AQ_{\mu 3x} - jB_3 3\omega Q_{\mu 3x} = \frac{Aa}{3!}Q_{\mu 1x}^3. \qquad (6)$$

Yuqorida qayd etilgan chegaraviy shartlar asosida quyidagilarni yozishimiz mumkin:

$$x = 0, Q_{\mu 1} = Q_{\mu 0};\ Q_{\mu l} = 0, \qquad Q_{\mu 3} = 0;$$

$$x = l, \qquad -\frac{1}{C_{\mu x}}\frac{\partial Q_{\mu ln}}{\partial x} = C_l Q_{\mu ln}.$$

(5) differensial tenglamaning yechimi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi [9]:

$$Q_{\mu 1x} = A_1 e^{kx} + A_2 e^{-kx}, \qquad (7)$$

bu yerda $k = \sqrt{A + j\omega B}$ – magnit oqimini TPMZ bo‘ylab tarqalish koeffitsiyenti; A_1 va A_2 – integrallash doimiylari. $k = \sqrt{A + j\omega B} = (A + j\omega B)^{\frac{1}{2}} = \left(\sqrt{A^2 - \omega^2 B^2}\cdot e^{jarctg\left(\frac{\omega B}{A}\right)}\right)^{\frac{1}{2}} = \sqrt[4]{A^2 - \omega^2 B^2}\, e^{j\frac{1}{2}arctg\left(\frac{\omega B}{A}\right)}$

$$k = k_1 + jk_2 = Ze^{j\varphi},\ Z = \sqrt[4]{A^2 - \omega^2 B^2},\ \varphi = \frac{1}{2}arctg\left(\frac{\omega B}{A}\right) \qquad (8)$$

$$k_1 = \sqrt[4]{A^2 - \omega^2 B^2}\cos\left(\frac{1}{2}arctg\left(\frac{\omega B}{A}\right)\right),\ k_2 = \sqrt[4]{A^2 - \omega^2 B^2}\sin\left(\frac{1}{2}arctg\left(\frac{\omega B}{A}\right)\right).$$

ISSN 3030-3907

Yuqoridagilarni inobatga olib, (7) tenglamani quyidagi ko‘rinishda yozamiz:

$$Q_{\mu 1x} = (A_1 e^{k_1 x} + A_2 e^{-k_1 x})cosk_2 x + j(A_1 e^{k_1 x} - A_2 e^{-k_1 x})sink_2 x. \quad (9)$$

A_1 va A_2 integrallash doimiylarini yuqorida keltirilgan chegaraviy shartlardan (4) ni hisobga olgan holda aniqlaymiz.

Haqiqiy qismini ajratib va ayrim algebraik o‘zgartrishlardan so‘ng quyidagi tenglikni hosil qilamiz:

$$Q_\mu(x,t) = D_0\{[(D_1 e^{k_1 x} + D_2 e^{-k_1 x})cosk_2 x - 2D_3 ch(k_1 x)\sin(k_2 x)]cos\omega t - [2D_3 sh(k_1 x)\cos(k_2 x) + (D_1 e^{k_1 x} - D_2 e^{-k_1 x})\sin(k_2 x)]cos\omega t\}, \quad (10)$$

bu yerda $D_0 = \frac{Q_{\mu 0}}{D_1 + D_2}$, $D_1 = \frac{d_1}{d_5} + d_3 d_6 + d_4 d_7$, $D_2 = d_2 d_5 + d_3 d_6 + d_4 d_7$,

$D_3 = d_4 d_6 - d_3 d_7$, $d_1 = [(k_1 - d)^2 + k_2^2]$, $d_2 = [(k_1 + d)^2 + k_2^2]$,

$d_3 = k_1^2 + k_2^2 - d^2$, $d_4 = 2k_2 d$, $d_5 = e^{k_1 l}$, $d_6 = \cos 2k_2 l$, $d_7 = \sin 2k_2 l$,

$k_1 = rcos\varphi$, $k_2 = rsin\varphi$, $r = \sqrt[4]{A^2 - \omega^2 B^2}$, $\varphi = arctg\frac{\omega B_1}{A}$, $d = C_{\mu x} C_l$.

Bir jinsli bo‘lmagan (6) tenglama yechimini istalgan o‘zgarmas miqdorlarni variatsiyalash usuli yordamida quyidagi ko‘rinishda izlaymiz:

$$Q_{\mu 3x}(x) = A_1(x)e^{mx} + A_2(x)e^{-mx}, \quad (11)$$

bu yerda $A_1(x)$ va $A_2(x)$ - x ga bo‘g‘liq bo‘lgan noma’lum funksiyalar.

$$m = A + j3\omega B_3 = m_1 + jm_2 = Te^{j\psi}, \quad (11)$$

bu yerda

$$T = \sqrt{A^2 - 3\omega^2 B_3^2}, \quad (12)$$

$$\psi = arctg\frac{3\omega B_3}{A}. \quad (13)$$

(12) va (13) ni (10) ga qo‘yib, quyidagi tengliklarni hosil qilamiz:

$$m_1 = \sqrt{A^2 - 3\omega^2 B_3^2}cos\left(arctg\left(\frac{3\omega B_3}{A}\right)\right),$$

$$m_2 = \sqrt{A^2 - 3\omega^2 B_3^2}sin\left(arctg\left(\frac{3\omega B_3}{A}\right)\right).$$

Istalgan o‘zgarmas miqdorlarni variatsiyalash tenglamalari quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$\begin{cases} A_1'(x)e^{mx} + A_2'(x)e^{-mx} = 0, \\ mA_1'(x)e^{mx} - mA_2'(x)e^{-mx} = \varepsilon Q_{\mu 1}^3, \end{cases} \quad (14)$$

bu yerda $\varepsilon = \frac{Aa}{3!}$; $A_1'(x)$ va $A_2'(x)$ - $A_1(x)$ va $A_2(x)$ funksialar hosilalari.

(14) tenglamalar sistemaning quyidagi yechimini topamiz:

$$A_1(x) = \frac{\varepsilon}{2m}\int (A_1 e^{kx} + A_2 e^{-kx})^3 e^{-mx} dx + A_3 =$$

$$= \frac{\varepsilon}{2m}\int (A_1^3 e^{3kx} + 3A_1^2 A_2 e^{kx} + 3A_1 A_2^2 e^{-kx} + A_1^3 e^{-3kx})e^{-mx} dx + A_3 = \frac{\varepsilon}{2m}\cdot$$

ISSN 3030-3907

$$\cdot\left[\frac{A_1^3}{3k-m}e^{(3k-m)x}+\frac{3A_1^2A_2}{k-m}e^{(k-m)x}-\frac{3A_1A_2^2}{k+m}e^{-(k+m)x}-\frac{A_1^3}{3k+m}e^{-(3k+m)x}\right]+A_3. \quad (15)$$

Xuddi shu tartibda:

$$A_2(x)=\frac{\varepsilon}{2m}\left[\frac{A_1^3}{3k+m}e^{(3k+m)x}+\frac{3A_1^2A_2}{k+m}e^{(k+m)x}-\frac{3A_1A_2^2}{k-m}e^{-(k-m)x}-\frac{A_1^3}{3k-m}e^{-(3k-m)x}\right]+A_4. \quad (16)$$

Agar (15) va (16) larni (10) ga qo‘ysak, u holda quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$Q_{\mu 3x}(x)=\varepsilon\left[\frac{A_1^3}{9k^2-m^2}e^{3kx}+\frac{A_2^3}{9k^2-m^2}e^{-3kx}+\frac{3A_1A_2}{k^2+m^2}(A_1e^{kx}+A_2e^{-kx})\right]+A_3e^{mx}+A_4e^{-mx}. \quad (17)$$

Integrallash doimiylari A_3 va A_4 ni yuqoridagi chegaraviy shartlar asosida topamiz.

$$\begin{cases} A_3+A_4=C_1 \\ (m+d)e^{ml}A_3-(m-d)e^{-ml}A_4=C_2' \end{cases} \quad (18)$$

bu yerda

$$C_1=-\varepsilon\left[\frac{A_1^3+A_2^3}{9k^2-m^2}+\frac{3A_1A_2(A_1+A_2)}{k^2-m^2}\right], \quad (19)$$

$$C_2=-\varepsilon\left[\frac{(3k+d)A_1^3}{9k^2-m^2}e^{3kl}-\frac{(3k-d)A_2^3}{9k^2-m^2}e^{-3kl}+\frac{3A_1A_2}{k^2-m^2}\left((k+d)A_1e^{kl}-(k-d)A_2e^{-kl}\right).\right] \quad (20)$$

(18) sistemaning yechimi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$A_3=\frac{(m-d)e^{-ml}C_1+C_2}{(m-d)e^{-ml}+(m+d)e^{ml}}, \quad (21)$$

$$A_4=\frac{(m+d)e^{-ml}C_1+C_2}{(m-d)e^{-ml}+(m+d)e^{ml}}. \quad (22)$$

Shunday qilib, (17) tenglamadagi barcha integrallash doimiylari topildi. Ushbu integrallash doimiylari va koeffitsiyentlar tenglamaning haqiqiy va mavhum qismlarini tavsiflovchi kattaliklarni kompleks qiymatlarini hisoblaymiz.

$$k=k_1+jk_2,\ m=m_1+jm_2,\ A_1=A_1'+jA_1''$$

$A_2=A_2'+jA_2''$, $A_3=A_3'+jA_4''$, $A_4=A_4'+jA_4''$. (булар нима учун керак!).

$$Q_{\mu 3x}(x)=\varepsilon\left[\frac{A_1^3}{9k^2-m^2}e^{3kx}+\frac{A_2^3}{9k^2-m^2}e^{-3kx}+\frac{3A_1A_2}{k^2+m^2}(A_1e^{kx}+A_2e^{-kx})\right]+A_3e^{mx}+A_4e^{-mx}$$

(17) ifodani yoyish uchun zarur.

$$A_1^3=(A_1'+jA_1'')^3=[(A_1')^3-3A_1'(A_1'')^2]+j[3A_1''(A_1')^2-(A_1'')^3]$$

$$A_2^3=(A_2'+jA_2'')^3=[(A_2')^3-3A_2'(A_2'')^2]+j[3A_2''(A_2')^2-(A_2'')^3]$$

ISSN 3030-3907

$$A_1A_2 = (A_1'A_2' - A_1''A_2'') + j(A_1'A_2'' + A_1''A_2')$$
$$e^{kx} = e^{(k_1+jk_2)x} = e^{k_1x}(cosk_2x + jsink_2x)$$
$$e^{-kx} = e^{-(k_1+jk_2)x} = e^{-k_1x}(cosk_2x - jsink_2x)$$
$$e^{3kx} = e^{3(k_1+jk_2)x} = e^{3k_1x}(cos3k_2x + jsin3k_2x)$$
$$e^{-3kx} = e^{-3(k_1+jk_2)x} = e^{-3k_1x}(cos3k_2x - jsin3k_2x)$$
$$e^{mx} = e^{(m_1+jm)x} = e^{m_1x}(cosm_2x + jsinm_2x)$$
$$e^{-mx} = e^{-(m_1+jm_2)x} = e^{-m_1x}(cosm_2x - jsinm_2x)$$
$$k^2 = (k_1 + jk_2)^2 = (k_1^2 - k_2^2) + j2k_1k_2$$
$$m^2 = (m_1 + jm_2)^2 = (m_1^2 - m_2^2) + j2m_1m_2$$
$$9k^2 - m^2 = D_1 + jD_2$$
$$D_1 = 9(k_1^2 - k_2^2) - (m_1^2 - m_2^2)$$
$$D_2 = 18k_1k_2 - 2m_1m_2$$
$$\frac{1}{9k^2 - m^2} = \frac{D_1 - jD_2}{D_1^2 + D_2^2}$$
$$k^2 + m^2 = E_1 + jE_2$$
$$E_1 = (k_1^2 - k_2^2) + (m_1^2 - m_2^2)$$
$$E_2 = 2k_1k_2 + 2m_1m_2$$
$$\frac{1}{k^2 + m^2} = \frac{E_1 - jE_2}{E_1^2 + E_2^2}$$

Agar (17) ga (4) ni qo‘ysak va uni haqiqiy qismga ajratsak, u holda tegishli algebraik o‘zgartirishlardan so‘ng magnit oqimining uchinchi garmonik tashkil etuvchisi uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$Q_{\mu 3}(x,t) = \varepsilon[(E_1'e^{3k_1x} + E_2'e^{-3k_1x})cos3k_2x - (E_1''e^{3k_1x} + E_2''e^{-3k_1x})sin3k_2x + (E_3'e^{k_1x} + E_4'e^{-k_1x})cosk_2x - (E_3''e^{k_1x} + E_4''e^{-k_1x})sink_2x + (E_5'e^{m_1x} + E_6'e^{-m_1x})cosm_2x - (E_5''e^{m_1x} + E_6''e^{-m_1x})sinm_2x]cos3\omega t - \varepsilon[(E_1''e^{3k_1x} + E_2''e^{-3k_1x})cos3k_2x + (E_1'e^{3k_1x} - E_2'e^{-3k_1x})sin3k_2x + (E_3'e^{k_1x} - E_4'e^{-k_1x})sink_2x + (E_5''e^{m_1x} + E_6''e^{-m_1x})cosm_2x + (E_5'e^{m_1x} - E_6'e^{-m_1x})sinm_2x]sin3\omega t, \quad (23)$$

bu yerda $E_1' = \frac{a_1a_2+b_1b_2}{a_1^2-b_1^2}$; $E_1'' = \frac{a_1b_2+a_2b_1}{a_1^2-b_1^2}$; $E_2' = \frac{a_1a_3+b_1b_3}{a_1^2-b_1^2}$; $E_2'' = \frac{a_1b_3-a_3b_1}{a_1^2-b_1^2}$; $E_3' = \frac{a_4a_5+b_4b_5}{a_4^2-b_4^2}$; $E_3'' = \frac{a_4b_5-a_5b_4}{a_4^2-b_4^2}$; $E_4' = \frac{a_4a_6-b_4b_5}{a_4^2-b_4^2}$; $E_4'' = \frac{a_4b_6-a_6b_4}{a_4^2-b_4^2}$; $a_1 = [9(k_1^2 - k_2^2) - (m_1^2 - m_2^2)]$; $b_1 = 9(2k_1k_2 - m_1m_2)$; $a_2 = D^3(D_1^3 - 3D_1D_3^2)$; $b_2 = D^3(D_2^3 - 3D_1^2D_3)$; $a_3 = D^3(D_2^3 - 3D_2D_3^2)$, $b_3 = D^3(D_3^2 - 3D_2^2D_3)$, $a_4 = (k_1^2 - k_2^2) - (m_1^2 - m_2^2)$; $b_4 = 2(k_1k_2 - m_1m_2)$; $a_5 = 3D^3[(D_1^2 - D_3^2)D_2 + 2D_1D_3^2]$; $b_5 = 3D^3[2D_1D_2D_3 - D_3(D_1^2 - D_3^2)]$; $a_6 = 3D^3[(D_1^2 - D_3^2)D_1 + 2D_2D_3^2]$; $b_6 = 3D^3[D_3(D_2^2 - D_3^2) - 2D_1D_2D_3]$; $\varepsilon_5' = -(\alpha'\varepsilon_1' - \alpha''\varepsilon_1'')$; $\varepsilon_5'' =$

ISSN 3030-3907

$$-(\alpha'\varepsilon_1'' + \alpha''\varepsilon_1'); \varepsilon_6' = -(\alpha'\varepsilon_2' - \alpha''\varepsilon_2''); \varepsilon_6'' = -(\alpha'\varepsilon_2'' + \alpha''\varepsilon_2'); \alpha' = \frac{\alpha_1' + \alpha_2'}{\gamma};$$

$$\alpha'' = \frac{\alpha_1'' + \alpha_2''}{\gamma}; \gamma = (\alpha_1' + \alpha_2')^2 - (\alpha_1'' + \alpha_2'')^2; \varepsilon_1' = \alpha_1'\delta_1 - \alpha_1''\delta_2 + \delta_1 - \delta_2;$$

$$\varepsilon_1'' = \alpha_1'\delta_2 - \alpha_1''\delta_1 + \delta_3 + \delta_4; \varepsilon_2' = \alpha_2'\delta_1 + \alpha_2''\delta_2 - \delta_1 + \delta_2; \varepsilon_2'' = \alpha_2'\delta_2 + \alpha_2''\delta_1 - \delta_3 - \delta_4;$$

$$\delta_1 = E_1' + E_2' + E_3' + E_4', \delta_2 = E_1'' + E_2'' + E_3'' + E_4'';$$

$$\delta_1 = \beta_1'E_1' - \beta_2'E_2' + \beta_3'E_3' - \beta_4'E_4'; \delta_2 = \beta_1''E_1'' - \beta_2''E_2'' + \beta_3''E_3'' - \beta_4''E_4'';$$

$$\delta_3 = \beta_1'E_1'' - \beta_2'E_2'' + \beta_3'E_3'' - \beta_4'E_4''; \delta_4 = \beta_1''E_1' - \beta_2''E_2' + \beta_3''E_3' - \beta_4''E_4';$$

$$\alpha_1' = \frac{1}{\gamma_1}[\gamma_{10}\gamma_4 + m_2\gamma_5]; \alpha_1'' = \frac{1}{\gamma_1}[-\gamma_{10}\gamma_5 + m_2\gamma_4];$$

$$\alpha_2' = \gamma_1[\gamma_{11}\gamma_4 - m_2\gamma_5]; \alpha_2'' = \gamma_1[\gamma_{11}\gamma_5 + m_2\gamma_4];$$

$$\beta_1' = \gamma_2[\gamma_{12}\gamma_6 - 3k_2\gamma_7]; \beta_1'' = \gamma_2[\gamma_{12}\gamma_7 + 3k_2\gamma_6];$$

$$\beta_2' = \frac{1}{\gamma_2}[\gamma_{13}\gamma_6 + 3k_2\gamma_7]; \beta_2'' = \frac{1}{\gamma_2}[-\gamma_{13}\gamma_7 + 3k_2\gamma_6];$$

$$\beta_3' = \gamma_3[\gamma_{14}\gamma_6 - k_2\gamma_9]; \beta_3'' = \gamma_3[\gamma_{14}\gamma_9 + k_2\gamma_8];$$

$$\beta_4' = \frac{1}{\gamma_3}[\gamma_{15}\gamma_8 + k_2\gamma_9]; \beta_4'' = \frac{1}{\gamma_3}[-\gamma_{15}\gamma_9 + k_2\gamma_8];$$

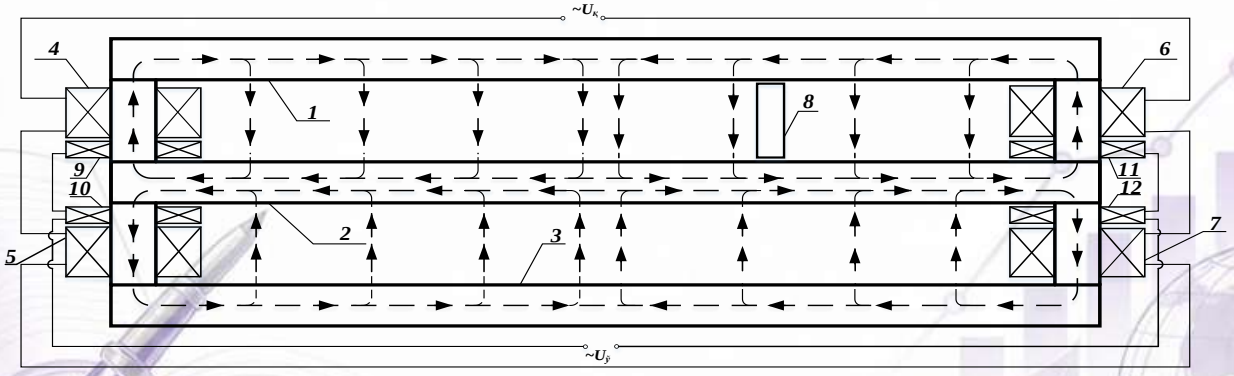
$$\gamma_1 = e^{m_1 l}; \gamma_2 = e^{3k_1 l}; \gamma_3 = e^{k_1 l}; \gamma_4 = cosm_2 l; \gamma_5 = sinm_2 l; \gamma_6 = cos3k_2 l;$$

$$\gamma_7 = sin3k_2 l; \gamma_8 = cosk_2 l; \gamma_9 = sin3k_2 l; \gamma_{10} = m - d; \gamma_{11} = m + d;$$

$$\gamma_{12} = 3k_1 + d; \gamma_{13} = 3k_1 - d; \gamma_{14} = k_1 + d; \gamma_{15} = k_1 - d; m_1 = Scos\psi;$$

$$m_2 = Ssin\psi; S = \sqrt[4]{A^2 - 3\omega^2 B_3^2}; \psi = arctg\frac{3\omega B_3}{A}.$$

MUHOKAMA VA NATIJALARI. Har bir elementar qism uchun magnit zanjiri parametrlarini aniqlab 1- jadvalga kiritamiz. Dastlabki boshlang‘ich qiymatlar va magnit zanjirining o‘lchamlari: $\boldsymbol{\omega_q = 120}$ ta $\boldsymbol{I_q = 1,2\ [A]}$, $\boldsymbol{F_q = I_q \cdot w_q = 1,2 \cdot 100 = 120\ [A]}$. Bu qiymatlar simmetrik ravishda o‘ng qism uchun ham o‘rinli bo‘ladi. $\boldsymbol{\omega_{o'} = 70}$ ta $\boldsymbol{a = 0,01\ [m], h = 0,01\ [m], \delta = 0,01\ [m], X_M = 0,1\ [m]}$, $\boldsymbol{H_{\mu x_0} = \frac{U_{\mu x_0}}{X_M} = \frac{120}{0.1} = 1200\ [A]}$. $\boldsymbol{B_{\mu x_0} = 1,45\ [Tl]}$ eksprimental qiymatlar jadvalidan olindi.



1-rasm. Tarqoq parametrli nochiziq magnit zanjiri. 1,2,3 – magnit o‘tkazgich sterjenlari; 4,5,6,7 – qo‘zg‘atish chulg‘ami, 8 – qo‘zg‘aluvchi o‘zak, 9,10,11,12 – o‘lchash chulg‘ami.

ISSN 3030-3907

1 – jadval.

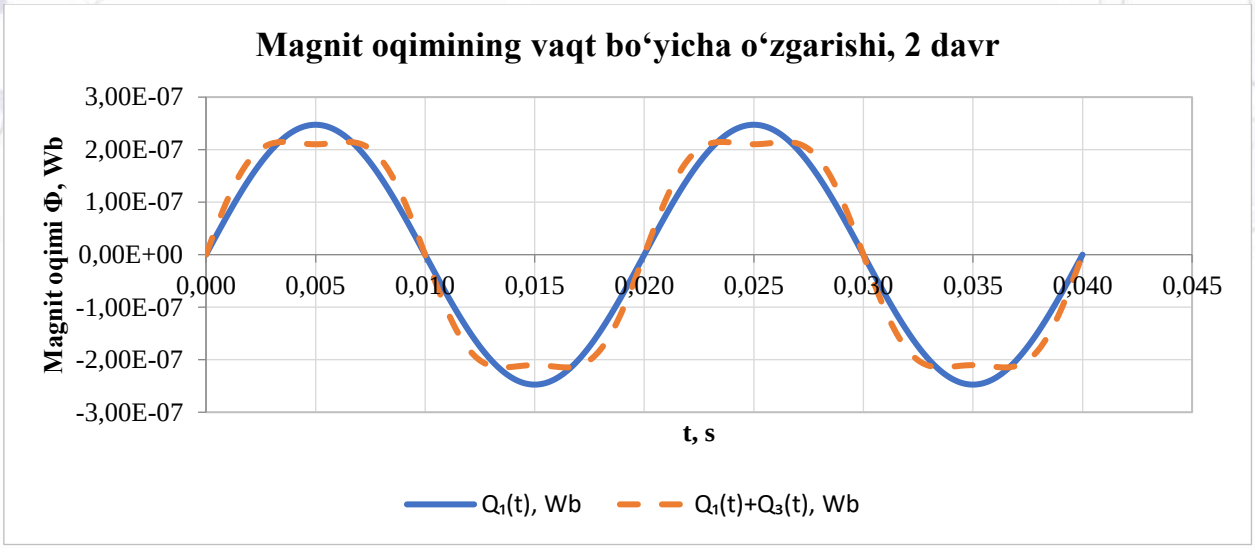
Tarqoq parametrli magnit zanjirida magnit oqimi qiymatlarini zanjir uzunligi va vaqt bo‘yicha o‘zgarishi

x, m	$Q_1(x)$, Wb	$Q_3(x)$, Wb	$Q_1(x)+Q_3(x)$, Wb	t, s	$Q_1(t)$, Wb	$Q_1(t)+Q_3(t)$, Wb
0,01	6,34E-09	6,26E-13	6,34E-09	0,0000	0,00E+00	0,00E+00
0,02	1,90E-08	1,69E-11	1,90E-08	0,0002	1,55E-08	2,25E-08
0,03	3,17E-08	7,82E-11	3,18E-08	0,0004	3,10E-08	4,47E-08
0,04	4,44E-08	2,15E-10	4,46E-08	0,0006	4,64E-08	6,62E-08
0,05	5,71E-08	4,56E-10	5,75E-08	0,0008	6,15E-08	8,69E-08
0,06	6,98E-08	8,33E-10	7,06E-08	0,0010	7,64E-08	1,06E-07
0,07	8,25E-08	1,37E-09	8,38E-08	0,0012	9,11E-08	1,25E-07
0,08	9,52E-08	2,11E-09	9,73E-08	0,0014	1,05E-07	1,41E-07
0,09	1,08E-07	3,07E-09	1,11E-07	0,0016	1,19E-07	1,56E-07
0,10	1,21E-07	4,29E-09	1,25E-07	0,0018	1,33E-07	1,69E-07
0,11	1,33E-07	5,79E-09	1,39E-07	0,0020	1,45E-07	1,81E-07
0,12	1,46E-07	7,61E-09	1,54E-07	0,0022	1,58E-07	1,90E-07
0,13	1,59E-07	9,78E-09	1,68E-07	0,0024	1,69E-07	1,98E-07
0,14	1,71E-07	1,23E-08	1,84E-07	0,0026	1,80E-07	2,04E-07
0,15	1,84E-07	1,53E-08	1,99E-07	0,0028	1,91E-07	2,08E-07
0,16	1,97E-07	1,86E-08	2,15E-07	0,0030	2,00E-07	2,12E-07

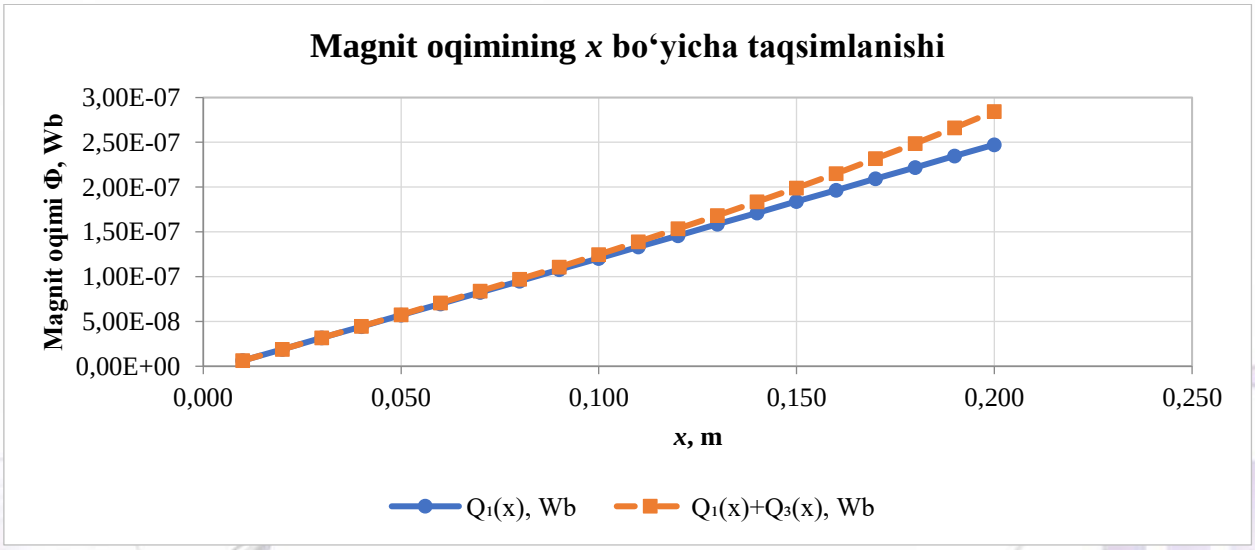
ISSN 3030-3907

0,17	2,09E-07	2,25E-08	2,32E-07	0,0032	2,09E-07	2,14E-07
0,18	2,22E-07	2,68E-08	2,49E-07	0,0034	2,17E-07	2,14E-07
0,19	2,35E-07	3,17E-08	2,66E-07	0,0036	2,24E-07	2,15E-07
0,20	2,47E-07	3,71E-08	2,84E-07	0,0038	2,30E-07	2,14E-07

Olingan qiymatlar asosida TPNMZ ning xarakteristikalarini qurqmiz:



2 – rasm. Tarqoq parametrli nochiziq magnit zanjirida magnit oqimini garmonikalar bo‘yicha taqsimlanishi.



3 – rasm. Tarqoq parametrli nochiziq magnit zanjirida magnit oqimini magnit o‘tkazgich uzunligi bo‘yicha taqsimlanishi

XULOSA VA TAKLIFLAR. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, qo‘zg‘aluvchan qismga ega bo‘lgan tarqoq parametrli nochiziq magnit zanjirlardagi jarayonlarni hisoblashda yuqori garmonikalarni hisoblash muhim

ISSN 3030-3907

bo‘lib, asosiy garmonika, asosiy bilan uchunchi garmonikani qo‘shilgandagi grafigi (2- rasm) hamda magnit zanjir uzunligi bo‘ylab magnit oqimini asosiy va asosiy bilan uchunchi garmonikani birgalikdagi grafiklari(3- rasm)da asosiy farqni yaqqol ko‘rish mumkin. Garmonikalar magnit zanjirida magnit oqimiga to‘yinishi natijasi yuzaga keladi va bu jarayonda garmonikalar buzulish koeffitsiyenti magnit zanjir uzunligi bo‘ylab 1 % dan 15 % gacha, o‘rtacha qiymati esa 5,69 % ni tashkil etadi. Garmonikalarni hisobga olish tarqoq parametrli nochiziq magnit zanjirlar qo‘llanib kelayotgan o‘zgartgichlar va o‘lchash qurilmalari xarakteristikalari aniqligini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Chaban, A. va boshqalar. Mathematical Model of a Nonlinear Electromagnetic Circuit Based on the Modified Hamilton–Ostrogradsky Principle. Energies, 2024, 17(21), 5365.
2. Wang, H. va boshqalar. Nonlinear Varying-Network Magnetic Circuit Analysis of Consequent-Pole Permanent-Magnet Motor for Electric Vehicles. Energies, 2021.
3. Kara, O., Çelik, H.H. A Novel Nonlinear Magnetic Equivalent Circuit Model for Magnetic Flux Leakage System. Applied Sciences, 2024, 14, 4071.
4. Seol, H.S. va boshqalar. Advanced 3D Nonlinear Magnetic Equivalent Circuit Model for Overhang-Type WRSM Design. Electronics, 2025, 14(7), 1304.
5. Gyselinck, J., Vandevelde, L., Oliveira, A.M., Dular, P., Melkebeek, J., Kuo-Peng, P. Two-Dimensional Harmonic Balance Finite Element Modelling of Electrical Machines Taking Motion into Account. ICEM 2002 Conference Record, 2002; shuningdek harmonic-balance yondashuvining dastlabki asoslari uchun: Gyselinck, J., Dular, P., Geuzaine, C., Legros, W. Harmonic-balance finite-element modeling of electromagnetic devices: A novel approach. IEEE Transactions on Magnetics, 2002, 38(2), 521–524.
6. Scolaro, E., Alberti, L., Sabariego, R.V., Gyselinck, J. Harmonic Balance Applied to a 2D Nonlinear Finite-Element Magnetic Model with Motion and Circuit Coupling. International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields, 2024, 37(4), e3275.
7. Tsai, Y.-T., Huang, J.H. A Study of Nonlinear Harmonic Distortion in a Balanced Armature Actuator with Asymmetrical Magnetic Flux. Sensors and Actuators A: Physical, 2013, 203, 324–334.
8. Амиров С. Ф., Сатторов Т.А. “Магнитловчи чулғамлари бўйлама тарқоқ жойлашган дифференциал магнит занжирларининг математик моделлари” ФАН ВА ТЕХНОЛОГИУаЛАР ТАРАҚҚИЁТИ, ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ 2023, № 4

ISSN 3030-3907

9. Amirov S.F., Jumayev J., Sattorov T.A., “Tarqoq parametrli magnit zanjirlarni magnitlanish egri chizig‘ini aproksimatsiyalovchi funksiyani aniqlash”, “BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI” Ilmiy-nazariy jurnal 2024, № 2, fevral

10. Амиров С.Ф., Мамадалиев У.Ш, Каримов И.А., Сатторов Т.А., “Математические модели трансформаторных преобразователей угловых перемещений с переменной активной площадью обмотки возбуждения.”, Развитие науки и технологий. Научно – технический журнал. ISSN 2181-8193. Бухара: №6/2023. 197-205 с.

POLIEFIR HAMDA EPOKSI EMULSIYA QOPLAMASI ASOSIDA ISHLAB CHIQARILGAN UZLUKSIZ BAZALT TOLALARINING FIZIK-MEXANIK KO‘RSATKICHLARINI O‘RGANISH

Tojidinov Mashhurbek Baxodirovich
Qo‘qon Universiteti Andijon filiali Umumiy kimyo kafedrasi v.b.dotsenti, t.f.f.d (PhD)
E-mail: mashhurbek1212@gmail.com
Vafayev Oybek Shukurlayevich
“Basalt Engineering Corp” MChJ Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘limi boshlig‘i, t.f.d. (DSc)
O‘rolov Sanjar Bahrom o‘g‘li
“Basalt Engineering Corp” MChJ Laborotoriya bo‘limi kimyogar-texnologi

Annotatsiya. Tadqiqot ishida poliefir hamda epoksi emulsiya qoplamasi asosida ishlab chiqarilgan uzluksiz bazalt tolalarining fizik – mexanik ko‘rsatkichlari o‘rganilgan bo‘lib, ularning belgilargan me’yor talablariga mosligi hamda uzluksiz bazalt tolalari asosida qurilish materiallari ishlab chiqarish imkoniyatlari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar. Poliefir emulsiya, epoksi emulsiya, qoplama, basalt, chiziqli zichlik, monofilament, diametr, namlik, cho‘zilishga mustahkamlik, nisbiy cho‘zilishga mustahkamlik, nisbiy cho‘zilish.

Аннотация. В ходе исследования были изучены физико-механические свойства непрерывных базальтовых волокон, полученных на основе полиэфирных и эпоксидных эмульсионных покрытий, проанализировано их соответствие требованиям установленных стандартов, а также рассмотрены возможности производства строительных материалов на основе непрерывных базальтовых волокон.

Ключевые слова. Полиэфирная эмульсия, эпоксидная эмульсия, покрытие, базальт, линейная плотность, монофиламент, диаметр, влажность, прочность на разрыв, относительная прочность на разрыв, относительное удлинение.

Abstract. This study examined the physical and mechanical properties of continuous basalt fibers produced using epoxy emulsion paint, analyzed their compliance with established standards, and explored the potential for producing building materials based on continuous basalt fibers.

Keywords: epoxy emulsion, coating, basalt, linear density, monofilament, diameter, moisture content, tensile strength, relative tensile strength, elongation.

KIRISH.

Hozirgi vaqtda sanoat va qurilishda yuqori mustahkamlikdagi, bardoshli va ekologik toza materiallarga talab ortib bormoqda. Bazalt tolalari shunday

ISSN 3030-3907

zamonaviy materiallardan biridir. Bazalt tolalari quyidagi muhim xususiyatlarga ega:

• yuqori mexanik mustahkamlik va bardoshlilik;
• -200 °C dan +700 °C gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida qo‘llanilishi;
• kislotali va ishqoriy muhitlarga yaxshi kimyoviy qarshilik;
• yong‘inga va issiqqa chidamlilik;
• namlik va korroziyaga chidamlilik;
• elektr izolyatsiya xususiyatlari [1].

Bazalt tolalari metall va shisha tolalarga qaraganda korroziyaga chidamliroqdir. Ushbu xususiyatlar tufayli bazalt tolalari ko‘plab sohalarda keng qo‘llaniladi. Xususan, qurilishda - bazalt armaturasi, bazalt tolali beton, yo‘l va ko‘prik inshootlarini mustahkamlashda, sanoat va energetikada - issiqlik izolyatsiyasi hamda agressiv muhitda ishlaydigan uskunalarni himoya qilishda, mashinasozlik va transportda - yengil va bardoshli kompozit qismlar ishlab chiqarish uchun, kimyo sanoatida - kislotalar va ishqoriylarga chidamli material sifatida ishlatilib kelinmoqda[2,3].

Bazalt tolalarining sifat ko‘rsatkichlariga bir qancha omillar ta’sir qiladi. Jumladan, mineral tarkibi, ishlab chiqarish jarayonlaridagi harorat, qoplamaning turi va tarkibi, olingan tolani quritish usuli va quritish jarayonining texnologik rejimlari hamda tolaning monofilament diametri va boshqalar [4].

ADABIYOTLAR TAHLILI. Bazalt tolalarning asosiy ustunliklaridan biri ularning yuqori mexanik mustahkamligi hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bazalt tolalarning uzilishdagi mustahkamligi 2,8–4,8 GPa oralig‘ida bo‘lib, bu ko‘rsatkich ayrim hollarda E-shisha tolalarnikidan yuqori bo‘lishi mumkin. Shuningdek, ularning elastiklik moduli 85–95 GPa atrofida bo‘lib, bu ularni yuqori yuklamali konstruksiyalar uchun mos materialga aylantiradi [5]. Bir qator ilmiy ishlarda bazalt tolalarning kimyoviy tarkibi ularning fizik-mexanik xossalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi ta’kidlangan. Xususan, SiO_2, Al_2O_3 va Fe_2O_3 oksidlarining miqdori tolalarning mustahkamligi, issiqlikka chidamliligi va kristallanish xususiyatlariga bevosita ta’sir qiladi. Temir oksidlarining ortishi eritmaning kristallanish qobiliyatini oshirib, tolalarning bir jinsliligini pasaytirishi mumkin [6].

Tolalarning mexanik xossalarini o‘rganish shuni ko‘rsatdiki, uzilishdagi mustahkamlik shishadagi temir oksidlari miqdori kamayganda va tolalar olinadigan harorat oshganda ortadi [7].

Bazalt tolalarning kimyoviy barqarorligi ham muhim xususiyatlardan biridir. Ular kislota va ishqoriy muhitlarga nisbatan nisbatan yuqori chidamlilikka ega. Shu sababli ular kimyo sanoati, qurilish va kompozit materiallar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi [8].

ISSN 3030-3907

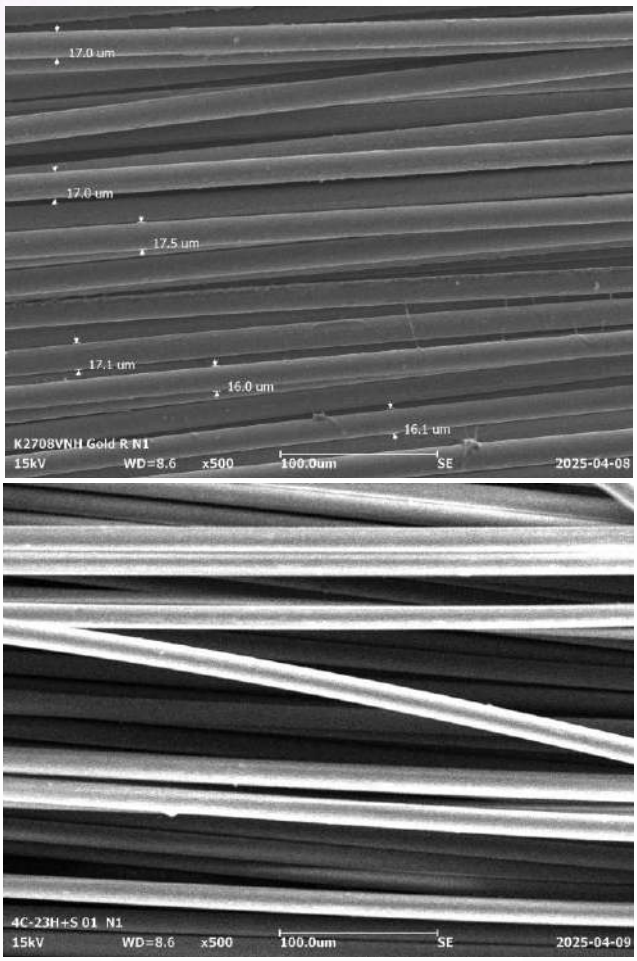
TADQIQOT METODOLOGIYASI. Uzluksiz bazalt tolalarining fizik va mexanik xususiyatlarini o‘rganishga qaratilgan mazkur tadqiqot metodologiyasi kompleks yondashuv asosida ishlab chiqildi va u xomashyoni tanlashdan boshlab, tayyor tolalarning xossalarini baholashgacha bo‘lgan barcha bosqichlarni qamrab oladi. Tadqiqotning dastlabki bosqichida kimyoviy tarkibi oldindan aniqlangan va nazorat qilinadigan bazalt xomashyosi tanlab olindi. Xomashyo tarkibi rentgen-fluorestsent tahlil (XRF) yordamida aniqlanib, undagi asosiy oksidlar – SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO va boshqa komponentlar miqdori baholandi.

Olingan tolalarning strukturaviy xususiyatlari skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida o‘rganildi. Ushbu usullar orqali tolalarning yuzasidagi nuqsonlar va mikrostruktura elementlari aniqlanadi.

Mexanik xususiyatlarni o‘rganish uchun tolalarning uzilishdagi mustahkamligi va elastiklik moduli universal sinov mashinalarida aniqlanadi. Sinovlar standart metodikalarga muvofiq amalga oshirilib, tolalarning diametri, uzunligi va yuklanish tezligi kabi parametrlar hisobga olindi [9]. Olingan natijalar statistik qayta ishlanib, turli tarkib va texnologik sharoitlarning mexanik xossalarga ta’siri solishtirildi.

TAHLIL NATIJALARI. Dastlab “Basalt Engineering Corp” MChJ da poliefir hamda epoksi emulsiya qoplamasi asosida uzluksiz bazalt tolalari ishlab chiqarildi. Olingan tolalarning strukturasi va bir dona tolaning diametri skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida aniqlandi. Belgilangan standart talablariga muvofiq kamida 25 ta tolaning diametri aniqlanadi va o‘rtacha qiymati qabul qilinadi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, poliefir emulsiya qoplamasi asosida olingan tolaning o‘rtacha diametri 17,1 μ (mikron), epoksi emulsiyasi asosidagi tola esa 16,9 μ (mikron)ni tashkil qildi. Quyidagi 1 – rasmda poliefir hamda epoksi emulsiya qoplamasi asosida uzluksiz bazalt tolalarining SEM dagi tasviri keltirilgan.

ISSN 3030-3907



1- rasm. Poliefir va epoksi emulsiya qoplamasi asosidagi uzluksiz bazalt tolalari

So‘ngra olingan uzluksiz bazalt tolalarining mustahkamlik ko‘rsatkichlari aniqlandi. Mustahkamlik ko‘rsatkichlari uchun zarur parametrlar aniqlandi. Bunda poliefir emulsiya qoplamasi asosida olingan tolaning o‘rtacha chiziqli zichligi 580 teks, epoksi emulsiyasi asosidagi tolaniki esa 604 teksni tashkil qildi. Cho‘zilishga mustahkamlik va nisbiy uzayish ko‘rsatkichini aniqlashda har bir markadan 5 tadan namuna olindi va universal sinov mashinalarida tekshirildi. Olingan natijalar quyidagi 1 – jadvalda hamda 2, 3 – rasmlarda keltirildi.

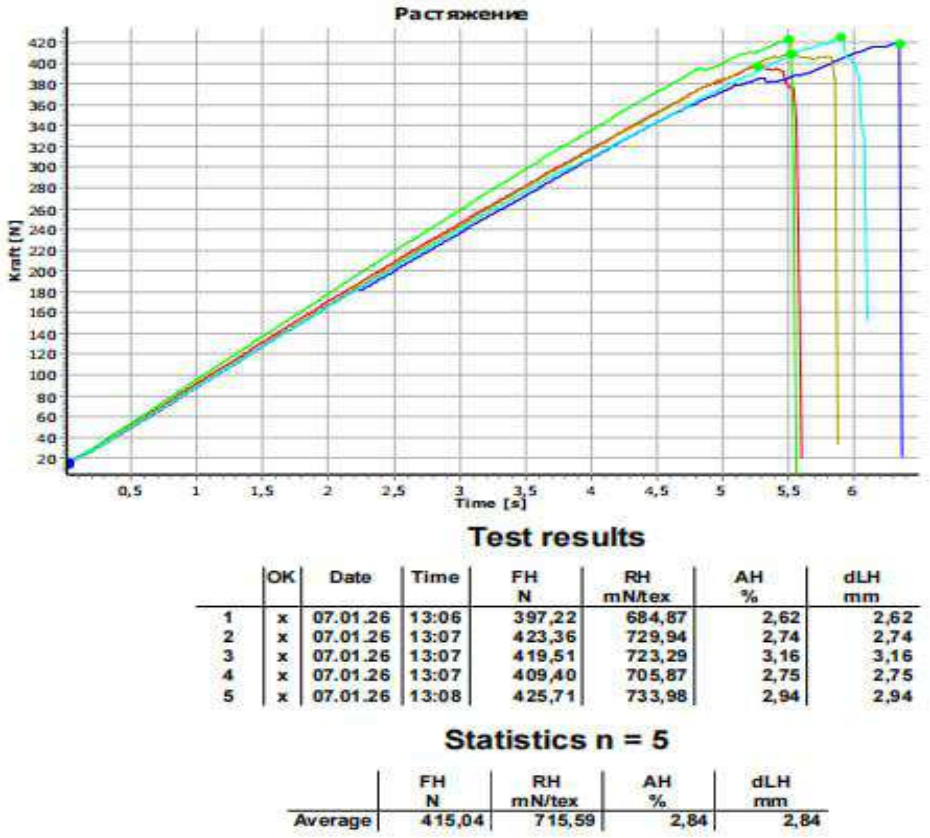
1 – jadval

Bazalt tolalarining mustahkamlik ko‘rsatkichlari

№	Marka	Chiziqli zichlik, teks	Cho‘zilishdagi mustahkamlik, N	Nisbiy cho‘zilishdagi mustahkamlik, mN/teks	Nisbiy uzayish, %
1	Marka 1	580	397,22	684,87	2,62
			423,36	729,94	2,74
			419,51	723,29	3,16
			409,40	705,87	2,75

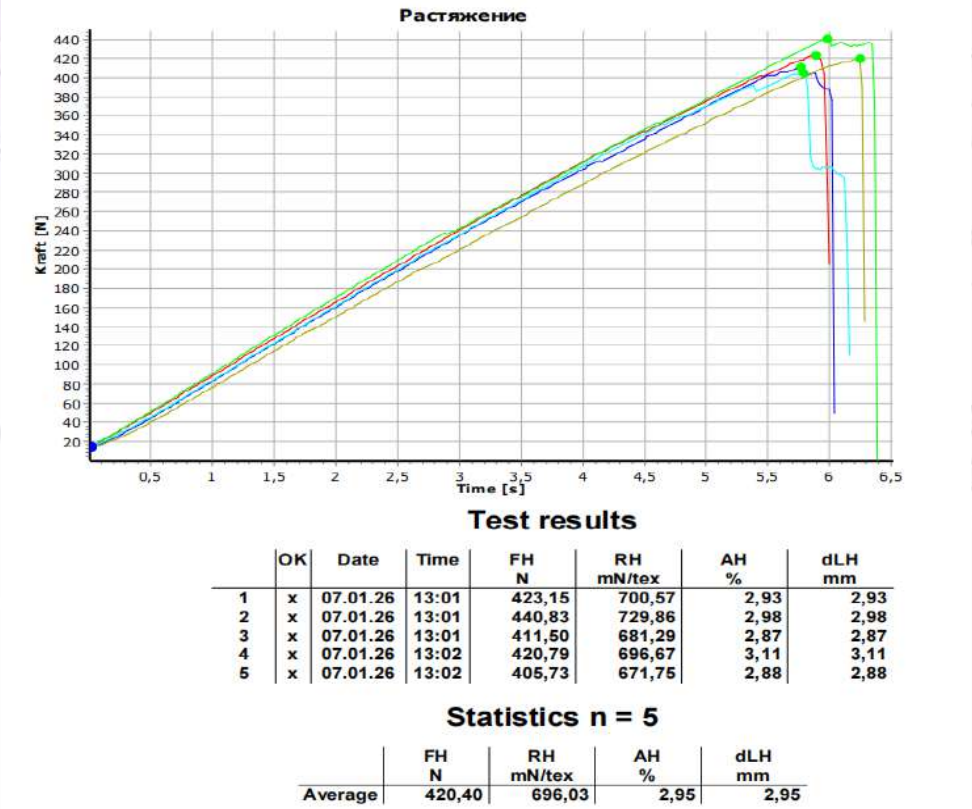
ISSN 3030-3907

			425,71	733,98	2,94
	O‘rtacha		415,04	715,59	2,84
2	Marka 2	604	423,15	700,57	2,93
			440,83	729,86	2,98
			411,50	681,29	2,87
			420,79	696,67	3,11
			405,73	671,75	2,88
	O‘rtacha		420,40	696,03	2,95



2 – rasm. Poliefir emulsiya qoplamasi asosida olingan tolaning mustahkamlik ko‘rsatkichi

ISSN 3030-3907



Test results

	OK	Date	Time	FH N	RH mN/tex	AH %	dLH mm
1	x	07.01.26	13:01	423,15	700,57	2,93	2,93
2	x	07.01.26	13:01	440,83	729,86	2,98	2,98
3	x	07.01.26	13:01	411,50	681,29	2,87	2,87
4	x	07.01.26	13:02	420,79	696,67	3,11	3,11
5	x	07.01.26	13:02	405,73	671,75	2,88	2,88

Statistics n = 5

	FH N	RH mN/tex	AH %	dLH mm
Average	420,40	696,03	2,95	2,95

3 – rasm. Epoksi emulsiya qoplamasi asosida olingan tolaning mustahkamlik ko‘rsatkichi

Olingan natijalarni standart talablarga mosligi aniqlandi. Quyidagi 2 – jadvalda standart talablar va ishlab chiqarilgan uzluksiz bazalt tolalarining sifat ko‘rsatkichlari qiyosiy tahlili keltirilgan.

2 – jadval

Uzluksiz bazalt tolalari sifatiga qo‘yiladigan me’yoriy talablar

№	Ko‘rsatkich	Me’yor	Marka 1	Marka 2
1	Monofilament diametri, μ	17±1	17,1	16,9
2	Chiziqli zichlik, teks	600±30	580	604
3	Nisbiy cho‘zilishdagi mustahkamlik, mN/teks	≥ 600	715,59	696,03
4	Nisbiy uzayish, %	2 – 4,5%	2,84	2,95

Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, “Basalt Engineering Corp” MChJ da ishlab chiqarilgan uzluksiz bazalt tolalarining fizik va mexanik xususiyatlari belgilangan standart talablariga to‘liq javob beradi.

XULOSA. Tadqiq etilgan uzluksiz bazalt tolalari o‘zining yuqori mexanik mustahkamligi, termik va kimyoviy barqarorligi tufayli an’anaviy shisha yoki metall tolalarga munosib muqobil hisoblanadi hamda ularni zamonaviy qurilish konstruksiyalarida, xususan, bazalt armaturalar va fibrobetonlar tayyorlashda,

ISSN 3030-3907

kimyo sanoatida, shuningdek, og‘ir yuklamali kompozit materiallar ishlab chiqarish sohasida ishonchli va istiqbolli xomashyo sifatida keng qo‘llash maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Singha K. A short review on basalt fiber //International Journal of Textile Science. – 2012. – Т. 1. – №. 4. – С. 19-28.
2. Fiore V. et al. A review on basalt fibre and its composites //Composites Part B: Engineering. – 2015. – Т. 74. – С. 74-94.
3. Lebedev M. P., Startsev O. V., Kychkin A. K. The effects of aggressive environments on the mechanical properties of basalt plastics //Heliyon. – 2020. – Т. 6. – №. 3.
4. Liu R. et al. Experimental study of the mechanical properties and microstructure of basalt fiber-reinforced concrete //Journal of Materials in Civil Engineering. – 2023. – Т. 35. – №. 7. – С. 04023205.
5. Chen M., Liu J., Wu Z. Effect of Fe_2O_3 concentration on the properties of basalt glasses //Journal of Natural Fibers. – 2022. – Т. 19. – №. 2. – С. 575-585.
6. Huo Y. et al. Crystallization kinetics of modified basalt glass //Materials. – 2020. – Т. 13. – №. 21. – С. 5043.
7. Özer M., Yazman Ş., Akdemir A. The Effect of Nano-Iron Oxide Particle on Mechanical Properties of Glass Fiber Reinforced Composites //Polymers for Advanced Technologies. – 2025. – Т. 36. – №. 9. – С. 70341.
8. Тожидинов М.Б., Вафаев О.Ш. Исследование влияния агрессивных сред на качество непрерывных базальтовых волокон // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 1(142).

ISSN 3030-3907

TARIXIY POETIKA VA UNING HOZIRGI DAVRDAGI AHAMIYATI

Ibragimova Azada Gulumbayevna
Osiyo Xalqaro Universiteti magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada tarixiy poetika tushunchasining nazariy asoslari, uning shakllanish bosqichlari hamda badiiy tafakkur rivojidagi o‘rni ilmiy adabiyotlar asosida tahlil etiladi. Tarixiy poetika adabiyotshunoslikning muhim yo‘nalishlaridan biri sifatida qaralib, u badiiy shakllar, janrlar, obrazlar tizimi va uslubiy vositalarning tarixiy taraqqiyotini o‘rganadi. Mazkur yo‘nalishning shakllanishida klassik va zamonaviy olimlarning qarashlari muhim ahamiyat kasb etadi. Xususan, poetik kategoriyalarning evolyutsiyasi, milliy va umumjahon adabiy jarayonlari o‘rtasidagi o‘zaro aloqadorlik, adabiy an’ana va innovatsiyaning uyg‘unligi kabi masalalar keng yoritiladi. Zamonaviy davrda tarixiy poetikaning ahamiyati yanada ortib, u nafaqat adabiy matnlarni tahlil qilish, balki madaniy identifikatsiya, globalizatsiya sharoitida milliy adabiyotlarning o‘ziga xosligini saqlab qolish va rivojlantirishda ham muhim metodologik asos bo‘lib xizmat qilmoqda. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, tarixiy poetika badiiy tafakkurning uzluksiz rivojlanishini tushunishda, adabiy jarayonlarni tizimli tahlil qilishda va zamonaviy adabiyotning konseptual yo‘nalishlarini aniqlashda muhim ilmiy vosita hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: tarixiy poetika, badiiy tafakkur, janr evolyutsiyasi, adabiy jarayon, poetik kategoriyalar, adabiy an’ana, modernizm, interpretatsiya, metodologiya, madaniy identifikatsiya.

Аннотация. В данной работе рассматриваются теоретические основы исторической поэтики, этапы её становления и роль в развитии художественного мышления на основе научно обоснованных источников. Историческая поэтика определяется как одно из ключевых направлений литературоведения, изучающее историческую эволюцию художественных форм, жанров, образной системы и стилистических средств. Особое внимание уделяется вкладу классических и современных исследователей в формирование данной дисциплины, а также анализу таких аспектов, как трансформация поэтических категорий, взаимосвязь национальных и мировых литературных процессов, соотношение традиции и новаторства. В условиях современности значение исторической поэтики существенно возрастает, поскольку она выступает важным инструментом анализа литературных текстов и одновременно служит методологической основой для осмысления культурной идентичности в эпоху глобализации. Результаты исследования показывают, что историческая поэтика способствует более глубокому пониманию закономерностей развития

ISSN 3030-3907

художественного сознания, системному анализу литературного процесса и выявлению концептуальных направлений современной литературы.

Ключевые слова: историческая поэтика, художественное мышление, жанровая эволюция, литературный процесс, поэтические категории, традиция и новаторство, интерпретация, методология, культурная идентичность.

Annotation. This paper examines the theoretical foundations of historical poetics, its stages of development, and its role in the evolution of artistic thinking based on academically validated sources. Historical poetics is considered a significant branch of literary studies that investigates the historical development of artistic forms, genres, imagery systems, and stylistic devices. Particular attention is given to the contributions of both classical and modern scholars in shaping this discipline, as well as to the analysis of key issues such as the evolution of poetic categories, the interaction between national and global literary processes, and the relationship between tradition and innovation. In the contemporary context, the importance of historical poetics has increased significantly, as it serves not only as a tool for literary analysis but also as a methodological framework for understanding cultural identity in the age of globalization. The findings indicate that historical poetics plays a crucial role in comprehending the continuous development of artistic consciousness, conducting systematic analysis of literary processes, and identifying conceptual trends in modern literature.

Keywords: historical poetics, artistic thinking, genre evolution, literary process, poetic categories, tradition and innovation, interpretation, methodology, cultural identity.

KIRISH.

Tarixiy poetika adabiyotshunoslik fanining muhim va murakkab yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, u badiiy asarning shakliy va mazmuniy unsurlarini tarixiy rivojlanish jarayonida o‘rganishga qaratilgan nazariy yondashuv sifatida shakllangan. Ushbu yo‘nalish, avvalo, badiiy tafakkur evolyutsiyasi, poetik shakllarning o‘zgarishi, janrlar tizimining taraqqiyoti hamda obraz va uslub kategoriyalarining tarixiy sharoit bilan uzviy bog‘liqligini ilmiy asosda tahlil qilishni nazarda tutadi. Tarixiy poetika doirasida adabiyot faqat estetik hodisa sifatida emas, balki ijtimoiy-madaniy jarayonlarning mahsuli sifatida talqin qilinadi, bu esa uni boshqa adabiy-nazariy yondashuvlardan farqlab turadi.Mazkur mavzuning dolzarbligi shundaki, bugungi globallashuv sharoitida milliy va jahon adabiyoti o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir kuchayib borayotgan bir paytda, badiiy merosni tarixiy-konseptual asosda o‘rganish zarurati ortib bormoqda. Tarixiy poetika ana shu ehtiyojga javob beruvchi ilmiy metod sifatida, adabiy jarayonni uzviylik va davomiylik tamoyillari asosida tahlil qilish imkonini

ISSN 3030-3907

yaratadi. Shu bilan birga, u badiiy asarning ichki tuzilishini va uning tarixiy ildizlarini aniqlash orqali zamonaviy adabiy jarayonlarni chuqurroq anglashga xizmat qiladi. Ilmiy adabiyotlarda qayd etilganidek, poetik kategoriyalar vaqt o‘tishi bilan o‘zgarib boradi va har bir tarixiy davr o‘ziga xos estetik mezonlarni shakllantiradi, bu esa tarixiy poetikani adabiy tafakkurning dinamik tizimi sifatida talqin qilishga asos bo‘ladi.Tarixiy poetikaning shakllanishi va rivojlanishida ko‘plab taniqli olimlarning ilmiy qarashlari muhim o‘rin egallaydi. Ularning tadqiqotlarida adabiy shakllarning tarixiy transformatsiyasi, janrlarning paydo bo‘lishi va rivojlanishi, shuningdek, badiiy obraz va til vositalarining evolyutsiyasi chuqur tahlil qilingan. Shu nuqtai nazardan, tarixiy poetika adabiyotni vaqt va makon kontekstida o‘rganishga xizmat qiluvchi kompleks ilmiy tizim sifatida qaraladi. U nafaqat o‘tmish adabiyotini tahlil qilish, balki zamonaviy adabiy jarayonlarni anglash uchun ham muhim nazariy asos yaratadi.Mazkur ishda tarixiy poetikaning nazariy mohiyati, uning adabiyotshunoslikdagi o‘rni hamda hozirgi davrdagi ilmiy ahamiyati masalalari yoritilishi ko‘zda tutiladi. Bunda asosiy e’tibor ushbu yo‘nalishning ilmiy-metodologik imkoniyatlariga, uning adabiy tahlildagi o‘rniga va zamonaviy ilmiy tafakkur bilan uzviy bog‘liqligiga qaratiladi. Shu orqali mavzuning umumiy mazmuni ochib berilib, keyingi bo‘limlarda batafsil tahlil etiladigan masalalarga nazariy zamin yaratiladi.

Tarixiy poetika adabiyotshunoslikning murakkab va ko‘p qatlamli yo‘nalishi sifatida badiiy tafakkurning tarixiy shakllanish qonuniyatlarini, poetik kategoriyalar evolyutsiyasini hamda adabiy jarayonning uzluksiz rivojlanishini ilmiy asosda o‘rganishga xizmat qiladi. Ushbu yondashuvning nazariy ildizlari qadimgi davrlarga borib taqalsa-da, u mustaqil ilmiy konsepsiya sifatida XIX–XX asrlarda shakllandi va ayniqsa Aleksandr Veselovskiy tomonidan tizimli ravishda asoslab berildi. Uning qarashlariga ko‘ra, badiiy shakllar va syujetlar tasodifiy hodisa emas, balki tarixiy taraqqiyot natijasidir, ular muayyan ijtimoiy-madaniy sharoitlar ta’sirida yuzaga keladi va rivojlanadi. Shu bois tarixiy poetika adabiyotni individual ijod mahsuli sifatida emas, balki umumiy madaniy evolyutsiyaning tarkibiy qismi sifatida talqin qiladi.Tarixiy poetika doirasida poetik kategoriyalar – janr, syujet, motiv, obraz, kompozitsiya va uslub – markaziy o‘rinni egallaydi. Ushbu kategoriyalar o‘z-o‘zidan paydo bo‘lmaydi, balki tarixiy jarayonlar, ijtimoiy o‘zgarishlar va madaniy aloqalar natijasida shakllanadi. Masalan, epik janrlarning qadimgi mifologik tafakkur bilan bog‘liqligi yoki lirikaning individual ong va ichki kechinmalar ifodasi sifatida keyingi davrlarda rivojlanganligi tarixiy poetika nuqtai nazaridan izohlanadi. Bu jarayonda adabiy an’ana va yangilanish o‘rtasidagi dialektik munosabat muhim ahamiyat kasb etadi, chunki har bir yangi adabiy shakl avvalgi tajribaga tayanadi,

ISSN 3030-3907

uni qayta ishlaydi va yangi mazmun bilan boyitadi.Shuningdek, tarixiy poetika badiiy obrazlarning evolyutsiyasini ham tahlil qiladi. Obraz tizimi jamiyatdagi estetik ideal va qadriyatlar bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, u tarixiy davr o‘zgarishi bilan yangilanib boradi. Masalan, qahramon obrazi turli davrlarda turlicha talqin etilgan: qadimgi epik asarlarda u jismoniy kuch va jasorat timsoli bo‘lsa, keyingi davrlarda ruhiy murakkablik, ichki ziddiyat va individual izlanishlar bilan tavsiflanadi. Bu esa badiiy tafakkurning murakkablashib borishini ko‘rsatadi va tarixiy poetikaning asosiy tadqiqot obyektlaridan biri hisoblanadi.Tarixiy poetika metodologik jihatdan boshqa ilmiy yo‘nalishlar bilan ham uzviy bog‘liqdir. Xususan, strukturalizm, semiotika va madaniyatshunoslik bilan o‘zaro aloqadorlik uning ilmiy imkoniyatlarini kengaytiradi. Mikhail Bakhtin tomonidan ilgari surilgan dialogizm va xronotop nazariyalari tarixiy poetika doirasida muhim ahamiyat kasb etadi, chunki ular badiiy matnni vaqt va makon kontekstida tahlil qilish imkonini beradi. Xronotop tushunchasi orqali asardagi voqelikning tarixiy va fazoviy koordinatalari aniqlanadi, bu esa adabiy matnning ichki tuzilishini chuqurroq anglashga yordam beradi. Shu bilan birga, dialogizm konsepsiyasi badiiy matnda turli ovozlar va nuqtai nazarlarning o‘zaro aloqasini ko‘rsatib, adabiy jarayonning ko‘p qirraliligini ochib beradi.Zamonaviy adabiyotshunoslikda tarixiy poetika yangi bosqichga ko‘tarilib, global va lokal adabiy jarayonlarni birgalikda o‘rganishga xizmat qilmoqda. Globallashuv sharoitida turli madaniyatlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir kuchayib, bu adabiy shakllarning yanada murakkablashishiga olib kelmoqda. Shu nuqtai nazardan, tarixiy poetika nafaqat o‘tmish adabiyotini o‘rganish, balki zamonaviy badiiy jarayonlarni tahlil qilishda ham muhim ilmiy vosita sifatida namoyon bo‘ladi. U milliy adabiyotlarning o‘ziga xosligini saqlab qolish bilan birga, ularning jahon adabiyoti bilan integratsiyasini ham tushuntirib beradi.Bundan tashqari, tarixiy poetika badiiy matnni interpretatsiya qilishda muhim rol o‘ynaydi. Har bir matn o‘z davrining mahsuli bo‘lib, uni to‘liq anglash uchun tarixiy kontekstni hisobga olish zarur. Shu sababli tarixiy poetika interpretatsion yondashuvning asosiy vositalaridan biri hisoblanadi. U orqali asarning yashirin ma’nolari, ramziy qatlamlari va estetik xususiyatlari ochib beriladi. Bu esa adabiy tahlilni chuqurlashtiradi va ilmiy asoslangan xulosalar chiqarish imkonini beradi.Tarixiy poetikaning yana bir muhim jihati uning amaliy ahamiyatida namoyon bo‘ladi. U adabiy ta’lim jarayonida, ilmiy tadqiqotlarda va madaniy merosni o‘rganishda keng qo‘llaniladi. Ayniqsa, zamonaviy ta’lim tizimida tarixiy poetika orqali talabalarda analitik fikrlash, matnni chuqur tahlil qilish va estetik tafakkurni rivojlantirish imkoniyati yaratiladi. Bu esa uning nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham dolzarb ekanligini ko‘rsatadi.Umuman olganda, tarixiy poetika badiiy tafakkurning tarixiy rivojlanishini kompleks tarzda o‘rganishga qaratilgan

ISSN 3030-3907

ilmiy yo‘nalish bo‘lib, u adabiy jarayonning ichki qonuniyatlarini ochib berishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu yondashuv orqali adabiyotning nafaqat estetik, balki ijtimoiy va madaniy mohiyati ham chuqurroq anglanadi, bu esa uni zamonaviy adabiyotshunoslikning ajralmas qismiga aylantiradi.

Tarixiy poetika bugungi adabiyotshunoslikda muhim nazariy yo‘nalish sifatida e’tirof etilishiga qaramay, uning amaliy qo‘llanishi va metodologik talqinida qator muammolar mavjudligi ilmiy adabiyotlarda qayd etiladi. Eng avvalo, tarixiy poetikaning tushunchaviy apparati va metodologik chegaralarining aniq belgilab olinmaganligi muammo sifatida namoyon bo‘ladi. Turli ilmiy maktablar ushbu yo‘nalishga turlicha yondashgani sababli, poetik kategoriyalarni talqin qilishda yagona nazariy mezonlar yetarli darajada shakllanmagan. Masalan, Aleksandr Veselovskiy tomonidan ilgari surilgan tarixiy-qiyosiy metod keyingi tadqiqotlarda keng rivojlantirilgan bo‘lsa-da, ayrim hollarda u formalistik yoki struktural yondashuvlar bilan ziddiyatga kirishadi. Bu esa ilmiy tahlilda bir xillikning yo‘qligiga olib keladi va tadqiqot natijalarining umumlashtirilishini murakkablashtiradi.Yana bir muhim muammo tarixiy poetikaning zamonaviy adabiy jarayonlarga moslashtirilishi bilan bog‘liqdir. An’anaviy ravishda ushbu yo‘nalish ko‘proq klassik adabiyot namunalarini tahlil qilishga yo‘naltirilgan bo‘lib, postmodernizm, intertekstuality va multimediaviy matnlar kabi yangi hodisalarni izohlashda ba’zan yetarli darajada samarali bo‘la olmaydi. Buning natijasida zamonaviy adabiyotning murakkab va ko‘p qatlamli tabiati to‘liq ochilmay qoladi. Shu bilan birga, globallashuv jarayonida milliy adabiyotlarning o‘ziga xosligini saqlash va uni umumjahon adabiy kontekstida talqin qilish masalasi ham dolzarb muammo sifatida yuzaga chiqadi. Tarixiy poetika bu jarayonni tushuntirish imkoniyatiga ega bo‘lsa-da, amaliy tadqiqotlarda bu imkoniyat har doim ham to‘liq ro‘yobga chiqmaydi.Tarixiy poetikaning yana bir murakkab jihati uning interdisiplinar xarakteri bilan bog‘liq. U tilshunoslik, madaniyatshunoslik, falsafa va tarix kabi fanlar bilan uzviy aloqada bo‘lishi zarur, biroq amaliy tadqiqotlarda bu integratsiya yetarli darajada amalga oshirilmaydi. Natijada badiiy matnning kompleks tabiati to‘liq yoritilmaydi. Mikhail Bakhtin tomonidan ishlab chiqilgan dialogizm va xronotop nazariyalari aynan shu muammoni bartaraf etishga qaratilgan bo‘lib, ular badiiy matnni ijtimoiy va madaniy kontekstda tahlil qilish imkonini beradi, ammo bu yondashuvlar ham barcha tadqiqotlarda izchil qo‘llanilmaydi.Mazkur muammolarni bartaraf etish uchun, avvalo, tarixiy poetikaning metodologik asoslarini yanada takomillashtirish zarur. Bu borada turli ilmiy maktablar o‘rtasidagi yondashuvlarni integratsiyalash, umumiy nazariy model yaratish muhim ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy adabiyotshunoslik yutuqlaridan, xususan, strukturalizm, semiotika va madaniyatlararo tadqiqotlar natijalaridan keng

ISSN 3030-3907

foydalanish tarixiy poetikaning ilmiy salohiyatini oshiradi. Shu bilan birga, yangi adabiy shakllarni tahlil qilishda an’anaviy metodlarni moslashtirish va yangicha yondashuvlarni ishlab chiqish zarurati mavjud.Bundan tashqari, tarixiy poetikani o‘rganishda raqamli texnologiyalar va korpus lingvistikasi imkoniyatlaridan foydalanish ham muhim yechimlardan biri hisoblanadi. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlarda katta hajmdagi matnlarni tahlil qilish, poetik elementlarning takrorlanish chastotasini aniqlash va ularning tarixiy dinamikasini kuzatish imkoniyati paydo bo‘lmoqda. Bu esa tarixiy poetikani faqat nazariy emas, balki empirik jihatdan ham asoslashga xizmat qiladi.Ta’lim tizimida tarixiy poetikani o‘qitish metodikasini takomillashtirish ham dolzarb masalalardan biridir. Talabalarga ushbu yo‘nalishni faqat nazariy tushunchalar orqali emas, balki amaliy tahlillar, matnlar bilan ishlash va mustaqil tadqiqotlar orqali o‘rgatish samaradorlikni oshiradi. Bu esa yosh tadqiqotchilarning ilmiy tafakkurini rivojlantirishga xizmat qiladi va tarixiy poetikaning zamonaviy ahamiyatini mustahkamlaydi.Umuman olganda, tarixiy poetika bilan bog‘liq muammolar uning ilmiy rivojlanishining tabiiy bosqichi sifatida qaralishi mumkin. Ushbu muammolarni hal etish esa metodologik yangilanish, fanlararo integratsiya va zamonaviy texnologiyalarni joriy etish orqali amalga oshiriladi. Natijada tarixiy poetika nafaqat o‘tmish adabiyotini chuqurroq anglash, balki zamonaviy badiiy jarayonlarni ham izchil va ilmiy asosda tahlil qilish imkonini beruvchi samarali ilmiy yo‘nalish sifatida yanada rivojlanadi.

Tarixiy poetika masalalari adabiyotshunoslik tarixida turli ilmiy maktablar doirasida keng o‘rganilgan bo‘lib, mavjud tadqiqotlar ushbu yo‘nalishning nazariy asoslari va metodologik imkoniyatlarini chuqur ochib beradi. Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, tarixiy poetika badiiy shakllarning paydo bo‘lishi va rivojlanishini izohlashda muhim nazariy platforma sifatida shakllangan. Xususan, Aleksandr Veselovskiy tadqiqotlarida poetik shakllar va syujetlarning tarixiy ildizlari, ularning madaniyatlararo aloqalar orqali rivojlanishi asoslab beriladi. Uning fikricha, adabiy motiv va syujetlar alohida milliy hodisa sifatida emas, balki umumjahon madaniy jarayonlar bilan uzviy bog‘liq holda shakllanadi, bu esa tarixiy poetikaning qiyosiy metodiga asos bo‘ladi.Keyingi ilmiy tadqiqotlarda tarixiy poetika yanada rivojlantirilib, badiiy matnni ichki tuzilishi va semantik qatlamlari nuqtai nazaridan tahlil qilishga alohida e’tibor qaratilgan. Bu borada Mikhail Bakhtin qarashlari muhim o‘rin tutadi. Uning dialogizm va xronotop nazariyalari adabiy matnni faqat estetik obyekt sifatida emas, balki ijtimoiy-madaniy hodisa sifatida talqin qilish imkonini beradi. Xronotop tushunchasi orqali asardagi vaqt va makon munosabatlari aniqlanib, badiiy voqelikning tarixiy sharoit bilan bog‘liqligi ochib beriladi. Dialogizm esa matnda turli ovozlar va ideologik pozitsiyalarning o‘zaro ta’sirini

ISSN 3030-3907

ko‘rsatib, adabiy jarayonning ko‘p qatlamli tabiati haqida ilmiy xulosalar chiqarishga yordam beradi.Zamonaviy adabiyotshunoslikda tarixiy poetika struktural va semiotik yondashuvlar bilan boyitilgan. Yuri Lotman tadqiqotlarida badiiy matn murakkab belgi tizimi sifatida talqin qilinadi va uning strukturasini tahlil qilish orqali poetik elementlarning o‘zaro aloqasi aniqlanadi. Lotman fikricha, har qanday adabiy matn ma’lum bir madaniy kodlar tizimiga asoslanadi va bu kodlar tarixiy jarayonda shakllanadi. Shu sababli tarixiy poetika nafaqat shakllarning evolyutsiyasini, balki ularning semantik yuklamasini ham o‘rganadi. Bu yondashuv tarixiy poetikaning metodologik doirasini kengaytirib, uni zamonaviy ilmiy paradigmalarga moslashtiradi.Ilmiy manbalarda, shuningdek, poetik kategoriyalarning tarixiy o‘zgaruvchanligi masalasi ham alohida yoritiladi. Janrlar tizimi, masalan, qat’iy va o‘zgarmas tuzilma emas, balki tarixiy sharoit ta’sirida doimiy ravishda yangilanib boruvchi dinamik tizim sifatida qaraladi. Bu fikr ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan qo‘llab-quvvatlanib, adabiy jarayonning evolyutsion xarakterini tushuntirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, badiiy obrazlarning tarixiy transformatsiyasi ham ilmiy adabiyotlarda keng tahlil qilinadi, bunda obrazning mazmuni jamiyatdagi ijtimoiy, siyosiy va madaniy o‘zgarishlarga bog‘liq ravishda yangilanib borishi ta’kidlanadi.O‘zbek adabiyotshunosligida ham tarixiy poetika masalalari muayyan darajada o‘rganilgan bo‘lib, milliy adabiy jarayonni tarixiy kontekstda tahlil qilishga alohida e’tibor qaratiladi. Tadqiqotlarda mumtoz adabiyot namunalari, xususan, doston va g‘azal janrlarining shakllanishi, ularning poetik xususiyatlari va tarixiy rivojlanish bosqichlari ilmiy asosda tahlil qilinadi. Bu esa tarixiy poetikaning milliy adabiyot doirasida ham samarali qo‘llanish imkoniyatlarini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, zamonaviy o‘zbek adabiyotini o‘rganishda ham tarixiy poetika yondashuvining ahamiyati ortib bormoqda, chunki u yangi adabiy shakllarni tarixiy an’ana bilan bog‘liq holda talqin qilish imkonini beradi.Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, tarixiy poetika nafaqat nazariy konsepsiya, balki amaliy tahlil vositasi sifatida ham katta ahamiyatga ega. U orqali badiiy matnning shakliy va mazmuniy jihatlari o‘zaro bog‘liq holda o‘rganiladi, bu esa adabiy asarning chuqur va kompleks tahlilini ta’minlaydi. Shu jihatdan tarixiy poetika zamonaviy adabiyotshunoslikda muhim ilmiy yo‘nalish sifatida o‘z ahamiyatini saqlab qolmoqda va yangi ilmiy yondashuvlar bilan boyib bormoqda.Tarixiy poetika adabiyotshunoslikning muhim nazariy yo‘nalishi sifatida badiiy tafakkurning shakllanishi va rivojlanish qonuniyatlarini izchil o‘rganishga xizmat qiladi. Ushbu tadqiqot davomida tarixiy poetikaning nazariy asoslari, uning ilmiy shakllanish bosqichlari, metodologik imkoniyatlari hamda zamonaviy adabiy jarayondagi o‘rni kompleks tarzda yoritildi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, tarixiy poetika badiiy shakllar, janrlar, obrazlar tizimi va poetik kategoriyalarning tarixiy

ISSN 3030-3907

evolyutsiyasini ochib berishda muhim ilmiy vosita hisoblanadi. U adabiyotni faqat estetik hodisa sifatida emas, balki ijtimoiy-madaniy jarayonlar bilan uzviy bog‘liq bo‘lgan murakkab tizim sifatida talqin qilish imkonini beradi.Mazkur yo‘nalishning dolzarbligi ayniqsa zamonaviy globallashuv sharoitida yaqqol namoyon bo‘ladi, chunki tarixiy poetika milliy adabiyotlarning o‘ziga xosligini saqlab qolish bilan birga, ularning jahon adabiy jarayonidagi o‘rnini aniqlashga yordam beradi. Shu bilan birga, tarixiy poetika badiiy matnni chuqur va tizimli tahlil qilish, uning ichki tuzilishi va yashirin ma’nolarini ochib berishda samarali metodologik asos vazifasini bajaradi. Tadqiqot natijalari tarixiy poetikaning nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham muhim ekanligini, ayniqsa, ilmiy izlanishlar va ta’lim jarayonida uning ahamiyati yuqori ekanligini tasdiqlaydi. Shu asosda xulosa qilish mumkinki, tarixiy poetika adabiy tafakkurning uzluksiz rivojlanishini anglash, adabiy jarayonlarni tizimli o‘rganish va zamonaviy adabiyotning konseptual yo‘nalishlarini aniqlashda muhim ilmiy yo‘nalish sifatida o‘z ahamiyatini saqlab qolmoqda. Uning metodologik imkoniyatlarini yanada rivojlantirish va zamonaviy ilmiy yondashuvlar bilan boyitish kelgusidagi tadqiqotlarning ustuvor yo‘nalishlaridan biri bo‘lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Aleksandr Veselovskiy. *Tarixiy poetika bo‘yicha tadqiqotlar*. Moskva: Nauka nashriyoti.
2. Mikhail Bakhtin. *Adabiyot va estetika masalalari*. Moskva: Iskusstvo nashriyoti.
3. Yuri Lotman. *Badiiy matn strukturasi*. Moskva: Progress nashriyoti.
4. Boris Tomashevsky. *Poetika nazariyasi*. Moskva: Nauka nashriyoti.
5. Viktor Zhirmunsky. *Adabiyot nazariyasi va poetika*. Moskva: Nauka nashriyoti.
6. O‘zbek adabiyotshunosligi bo‘yicha ilmiy maqolalar to‘plami. Toshkent: Fan nashriyoti.

ISSN 3030-3907

UDC: 339.727.22:005.21

MULTINATIONAL ENTERPRISES' FDI OWNERSHIP STRATEGY

Imomova Mokhizoda Azim kizi
Master of Turin Polytechnic University in Tashkent

Abstract. This paper examines foreign direct investment (FDI) of multinational enterprises. The foreign direct investment strategy of multinational enterprises (MNEs) is aimed at increasing competitiveness in the global market, reducing costs, entering new markets, and acquiring resources. Attracting foreign investment has now become a reality for the development of the global economy and international economic relations, both developed and developing countries have a stake in it.

Keywords: foreign direct investments, multinationals, strategy, powerful economic force, resources, technology.

Аннотация. В данной статье рассматриваются прямые иностранные инвестиции (ПИИ) многонациональных предприятий. Стратегия прямых иностранных инвестиций многонациональных предприятий (МНП) направлена на повышение конкурентоспособности на мировом рынке, снижение издержек, выход на новые рынки и приобретение ресурсов. Привлечение иностранных инвестиций стало реальностью для развития мировой экономики и международных экономических отношений, в этом заинтересованы как развитые, так и развивающиеся страны.

Ключевые слова: прямые иностранные инвестиции, многонациональные компании, стратегия, мощная экономическая сила, ресурсы, технологии.

Annotatsiya. Ushbu maqolada ko‘p millatli korxonalarning to‘g‘ridan-to‘g‘ri xorijiy investitsiyalari ko‘rib chiqiladi. Ko‘p millatli korxonalarning (KMK) to‘g‘ridan-to‘g‘ri xorijiy investitsiya strategiyasi global bozorda raqobatbardoshlikni oshirish, xarajatlarni kamaytirish, yangi bozorlarga kirish va resurslarni sotib olishga qaratilgan. Xorijiy investitsiyalarni jalb qilish endi global iqtisodiyot va xalqaro iqtisodiy munosabatlarni rivojlantirish uchun haqiqatga aylandi, rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlar ham bunga hissa qo‘shadilar.

Kalit so‘zlar: to‘g‘ridan-to‘g‘ri xorijiy investitsiyalar, ko‘p millatli kompaniyalar, strategiya, kuchli iqtisodiy kuch, resurslar, texnologiya.

INTRODUCTION.

The foreign direct investment strategy of multinational enterprises is aimed at long-term presence, the creation of high-tech industries, increased competitiveness, and integration into global value chains.

Developing countries, and especially those in transition, are facing serious challenges. Relocating production to countries with low labor costs is losing its

ISSN 3030-3907

relevance in a world of increasing automation. Countries with smaller markets are experiencing additional pressure on their investment policies.

Many countries are developing investment policies that facilitate a shift to new sectors and activities with higher productivity and added value, and contribute to sustainable and inclusive development.

METHODS.

The digital economy is becoming an increasingly important part of the global economy, influencing changes in companies' investment strategies. It opens up numerous new opportunities for companies worldwide, fundamentally changing the nature of the production and sale of their goods and services abroad.

Transnational corporations that utilize digital technologies can maintain contacts with foreign buyers and sell their products to them without significant investment in physical infrastructure in foreign markets. The digital transformation of international production has significant implications for investment promotion and facilitation, as well as for regulating investor behavior. Regulations developed for the physical economy are being actively reviewed in light of new digital business models. Many countries are already taking steps to modernize their investment policies.

The digital transformation of economic relations has a significant impact on investment, and investment, in turn, determines the development of digital technologies.

The existing "digital divide" between developed countries and developing and transition economies necessitates the implementation of a comprehensive public investment policy that takes into account global trends in the digitalization of the economy and new international operating models for transnational companies in the ICT sector.

RESULTS AND DISCUSSION.

International corporations (ICs) currently represent a powerful economic force linking national economies and determining the economic development of their respective countries and the world as a whole. These are international firms with business units in two or more countries, managing these units from one or more centers using a decision-making mechanism that enables coordinated policies and a common strategy, allocating resources, technology, and responsibility to achieve the highest result - profit.

Multinational corporations are international corporations that unite national companies from at least two countries on a production, scientific, and technical basis.

ISSN 3030-3907

Foreign direct investment is a form of foreign capital participation in the implementation of investment projects in the recipient country, characterized by the active participation of the investor in the organization's activities.

Multinational corporations are international corporations that unite national companies from at least two countries on a production, scientific, and technological basis.

Cross-border mergers and acquisitions occur primarily between firms based in developed countries. All these processes are one form of MNC strategy for developing international markets and maintaining their competitive advantages. They allow the integration of structures that bring new financial, technological, and managerial capabilities into the group. The experience of Western countries and Japan demonstrates that national capital can compete with MNCs only if it is organized into large industrial and financial associations. One of the newest forms of MNC conquest of international markets is the creation of special investment companies abroad. The purpose of these structures is to invest in the subsidiaries and partner enterprises of ICs to stimulate the promotion of their products in regional markets. This approach is used, in particular, by the largest international companies, Nestle, Samsung, Amazon and Coca-Cola.

International corporations create joint ventures with local companies. Partners agree to divide their production costs or resources for mineral extraction in accordance with their shareholdings. This form of expansion was used in the creation of the company of General Motors (USA) and Toyota (Japan) participated.

Corporations in modern conditions adhere to a global strategy, which is quite complex and comprehensive. In particular, this is manifested in the combination of horizontal and vertical integration between ICs and intra-company ties. The strategy of an international corporation is global if the company comprehensively meets the following requirements: considering sales markets and competition from a global perspective; a good understanding of global competitive methods; conducting its activities on a global scale; Operating in high-tech industries and promoting scientific research; integrating their enterprises into a unified international management network and maintaining close ties with other transnational corporations. State support for the parent company plays a significant role in the success of ICs. For example, one of the world's largest oil and gas corporations is state-owned: Gazprom (Russian Federation). The state can provide financial support to its companies seeking to enter foreign markets; in particular, Chinese and Indian corporations have the opportunity to receive subsidies, preferential loans, and state guarantees when conducting foreign operations.

ISSN 3030-3907

Attracting foreign direct investment is essential for companies seeking growth, innovation, and market expansion. By implementing effective strategies, understanding key considerations, and studying successful examples, companies can increase their attractiveness to foreign investors.

The development of global economic ties contributes to increased production efficiency, the competitiveness of manufactured products, and reduced production costs. Virtually no country with a market economy can develop effectively without attracting foreign investment.

CONCLUSION.

Thus, current trends indicate increasing global competition for FDI against a backdrop of shrinking capital markets. To be globally competitive in attracting FDI, investment policy instruments must meet modern requirements. This requires reorienting investment incentives, modernizing special economic zones, implementing new tools to encourage and simplify investment procedures, and developing well-thought-out mechanisms for selecting foreign investment. Aligning investment policies with digital development strategies could be key to the fruitful integration of developing countries into the global economy and to increasing the inclusiveness and sustainability of globalization in the coming years.

REFERENCES

1. The Newly-Industrializing Countries: Challenges and Opportunity for OECD Countries - Paris: OECD, 1988.
2. Petrosyan S.A. The Role of Foreign Investments in the Development of Armenia's Innovative Economy // Proceedings of the International Correspondence Scientific and Practical Conference "Problems of Sustainable Development of the Russian Economy in the Context of the Global Crisis", April 25, 2013 - Balashikha: De-Po, 2013 (0.6 pp.).
3. World Investment Report 2011: Nonequity Modes of International Production and Development. //United Nations conference on
4. trade and development. New York and Geneva. 201 LP. 1.
5. UNCTAD, World Investment Report 2011. P. 31.
6. UNCTAD, World Investment Report. Chapter II Regional Investment Trends. SouthEast Europe and the Commonwealth of Independent States. P. 63.

ISSN 3030-3907

TARKIBIDA QALAY SAQLOVCHI FTALOTSIANIN BIRIKMALARI SINTEZIDA BOSHLANGICH MODDALAR NISBATI VA OLINGAN MODDANING IQ SPEKTRI TAXLILI

Ch.A. Musayev
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti
J. B. Fayziyev
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti
O. J. Axmedov
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti
E-mail: chorimusayev1995@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada tarkibida metall saqlagan qalay ftalosianin (Sn–Pc) birikmasining sintez jarayoniga boshlang‘ich reaktivlar nisbati va haroratning ta’siri o‘rganildi. Sintez jarayoni 250 °C dagi haroratda FA:Kar:$SnCl_2$: bilan amalga oshirildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, mahsulot unumiga harorat va boshlang’ich reaktivlar nisbatining xususan, FA:Kar:$SnCl_2$ va 250 °C haroratda maksimal unum -81,2% ni tashkil etdi. Grafik tahlil asosida reaksiyaning optimal sharoitlari aniqlanib, bu ko‘rsatkichlar bimetall ftalosianinlar sintezining samaradorligini oshirish uchun muhim amaliy ahamiyatga ega ekanligi isbotlandi. Sintez natijasida olingan mis-marganes ftalosianin birikmasining infraqizil (IQ) spektral tahlilida ftalosianin halqasidagi (–C–N–C–) bog‘lar, shuningdek, metall–azot bog‘lari (Sn–N) mavjudligi aniqlangan.

Kalit so‘zlar: Ftalosianin, ftalangidrid, karbamid, reaksiya unumi,harorat,$SnCl_2$, metall, IQ-spektr, valent tebranish, deformatsiyon tebranish.

Аннотатция. В данной статье изучено влияние соотношения исходных реагентов и температуры на процесс синтеза металлосодержащего соединения фталоцианина олова (Sn–Pc). Процесс синтеза проводился при температуре 250 °C с использованием ФА:Кар:$SnCl_2$. Полученные результаты показали, что на выход продукта влияют температура и соотношение исходных реагентов; в частности, максимальный выход составил 81,2% при температуре 250 °C и определенном соотношении ФА:Кар:$SnCl_2$. На основе графического анализа были определены оптимальные условия реакции, и было доказано, что эти показатели имеют важное практическое значение для повышения эффективности синтеза биметаллических фталоцианинов. Инфракрасный (ИК) спектральный анализ медно-марганцевого соединения фталоцианина, полученного в результате синтеза, подтвердил наличие связей (–C–N–C–) во фталоцианиновом кольце, а также наличие связей металл–азот (Sn–N).

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Фталоцианин, фталевый ангидрид, карбамид (мочевина), выход реакции, температура, $SnCl_2$, металл, ИК-спектр, валентное колебание, деформатsionное колебание.

Abstract. This article investigates the effects of the initial reagent ratio and temperature on the synthesis process of a metal-containing tin phthalocyanine (Sn–Pc) compound. The synthesis was carried out at a temperature of 250 °C with PA:Urea:$SnCl_2$. The results showed that the product yield is significantly influenced by temperature and the ratio of starting reagents; specifically, a maximum yield of 81.2% was achieved at 250 °C with the PA:Urea:$SnCl_2$ ratio. Based on graphical analysis, the optimal reaction conditions were determined, proving that these parameters hold significant practical importance for increasing the efficiency of bimetallic phthalocyanine synthesis. Infrared (IR) spectral analysis of the synthesized copper-manganese phthalocyanine compound confirmed the presence of (–C–N–C–) bonds within the phthalocyanine ring, as well as metal–nitrogen (Sn–N) bonds.

Keywords: Phthalocyanine, phthalic anhydride, urea, reaction yield, temperature, $SnCl_2$, metal, IR-spectrum, stretching vibration, deformation vibration.

KIRISH.

Ftalosianinlar – aromatik tuzilishga ega bo'lgan, turli xil fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'lgan barqaror bo'lgan makrotsiklik birikmalar hisoblanadi. Bu moddalar elektroaktivlik, termobarqarorlik va yorug'likka nisbatan chidamli bo'lgani uchun bo'yoqlar, yorug'ik terapiya, sensorlar, katalizatorlar, quyosh batareyalari hamda korroziyaga qarshi qoplamalar tayyorlashda va hozirgi kunda dolzarb bo'lgan litiy ionli bateriyali elektr sig'imini oshirish uchun keng miqyosda ishlatiladi. Ayniqsa, ularning markaziy halqasiga turli metall ionlarini kiritish orqali xossalari jihatdan farq qiluvchu metal ftalosianinlar olish imkonini beradi.

So'nggi yillarda tarkibida qalay metall saqlagan metall ftalosianinlarga bo'lgan qiziqish tobora ortib bormoqda. Qalay komplekslarning (SnPc) o'ziga xos koordinatsion tuzilishi va yuqori haroratga chidamliligi bilan e'tibor qozonmoqda. Qalay ftalosianinlari ayniqsa organi yarimo'tkazgichlar, Quyosh panellarida yorjug'likni elektr energiyasiga aylantirib beruvchi aktiv qatlam sifatida keng ishlatilmoqda. Biroq tarkibida qalay saqlagan ftalosianinlarni sintez qilishning optimal sharoitlarini aniqlash, olingan boshlang'ich reaktivlarning nisbati hamda sintez jarayonining haroratining aniqlash. Tadqiqot natijalari olib boriladigan sintez jarayonining samaradorligini oshirish, texnologik parametrlarga aniqlik kiritish va qalay saqlagan ftalosianinlar asosida yangi funksional materiallar yaratishga muhim ahamoyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

ISSN 3030-3907

Bu yerda asosiy e'tibor markaziy atomi qalay bo'lgan ftalosianinlarning (SnPc) yorug'lik ta'sirida o'zini tutishi o'rganilgan. Tadqiqotchilar Sn(II) va Sn(IV) komplekslarining kvant unumdorligi, lyuminessensiya va singlet kislorod hosil qilish qobiliyatini tahlil qilishgan[1]. SnPc yupqa qatlamlarining kristallik darajasi va ularning yorug'lik bilan o'zaro ta'siri haqida ma'lumot berilgan. Tadqiqotchilar termik bug'latish usuli bilan olingan qatlamlarni turli haroratlarda tovlanish (annealing) jarayonidan o‘rganilagan [2]. SnPc donor materiali sifatida ishlatilib, fulleren (C_{60}) bilan birgalikda organik quyosh elementlarida ishlatiladi. Mualliflar SnPc ning quyosh spektrini yutish qobiliyatini va zaryad tashish xususiyatlarini batafsil tahlil qilingan [4]. Qalay ftalosianinlarining (SnPc) turli oksidlanish darajalarida (Sn(II) va Sn(IV)) o‘zini tutishi o'rganilgan. Bu birikmalarning elektron almashinuvi jarayonlarini va rang o'zgarishi (elektroxromizm) xususiyatlarini tahlil qilingan va Sn(II)Pc havoda yoki ma'lum sharoitlarda osonlik bilan Sn(IV) komplekslariga o'tishi mumkinligi aniqlangan [5]. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, SnPc qatlamlari asosan monoklinik strukturaga ega aniqlangan [6].

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Sintez uchun 12 g/mol ftal angidrid, 25 g/mol karbamid, 2 g/mol qalay(II)-xlorid, solib aralashtirildi. Hosil bo‘lgan aralashma issiqlikka chidamli stakanga solindi so’ngra qizdirish pechida 250℃ da bir soat davomida qizdirildi. Natijada qoramtir yashil rangli g’ovaksimon modda hosil bo’ldi. Hosil bo’lgan modda bir necha marta distillangan suv bilan yuvildi va Byuxner voronkasida vakuum nasosdan foydalanib filtrlab olinadi. So’ngra 90℃ da qurutish shkafida bir soat davomida quritildi. Hosil bo’lgan mahsulotning unumi 81.2% ni tashkil etdi. Olib borilgan tajribalarga asoslanib yuqori unumli qalay metall ftalotsianin olishda boshlang‘ich mahsulot sifatida olingan reaktivlarning miqdori va tajriba olib borilayotgan harorat asosiy ahamiyat kasb etadi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

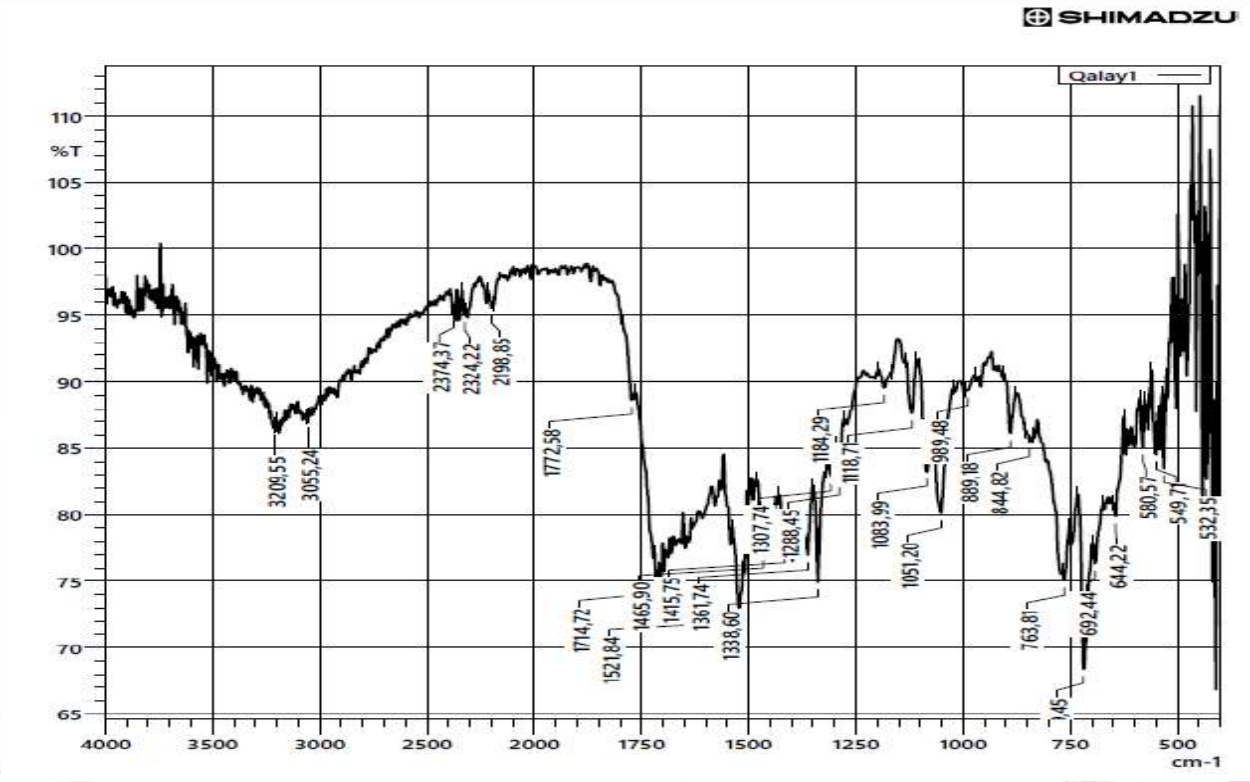
Qalay ishtirokida sintez qilingan ftalotsianin birikmasining tuzilishi IQ-spektroskopiya usuli yordamida o‘rganildi. Olingan spektrdagi asosiy yutilish polosalari modda tarkibida kon’yugatsiyalangan aromatik-azotli makrosikl shakllanganini hamda metall markaz bilan ligand o‘rtasida koordinatsion bog‘lanish mavjudligini ko‘rsatdi. Spektrni tahlil qilish shuni anglatadiki, namuna tarkibida ftalotsianin yadrosiga xos skelet tebranishlari saqlangan bo‘lib, ayrim sohalarda qo‘shimcha kislorodli funksional guruhlar yoki yon fragmentlar mavjud bo‘lishi ham ehtimoldan xoli emas.

Spektrning 3209 va 3055 sm^{-1} sohalaridagi yutilish polosalari gidroksil guruhlari, qoldiq namlik yoki aromatik C–H bog‘larining valent tebranishlari bilan izohlanadi. Metallangan ftalotsianinlarda ichki N–H bog‘lari odatda

ISSN 3030-3907

saqlanmagani sababli, bu sohadagi yutilishlar tashqi muhit ta’siri yoki aksial tabiatli qo‘shimcha ligandlar bilan bog‘liq deb qaraldi. 2347, 2324 va 2198 sm^{-1} atrofidagi zaif signallar esa asosiy strukturaviy belgi sifatida qabul qilinmaydi, chunki ular CO_2, aralashmalar yoki asbobiy fon bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. 1772 sm^{-1} dagi polosa esa namuna tarkibida karbonil yoki boshqa kislorod saqlovchi funksional guruhlar mavjudligini ko‘rsatib, olingan birikmaning ma’lum darajada modifikatsiyalangan kompleks tabiatga ega ekanini bildiradi.

1544 va 1521 sm^{-1} dagi intensiv yutilishlar, shuningdek 1465 va 1415 sm^{-1} sohalardagi polosalar ftalotsianin makrosikliga xos bo‘lgan kon’yugatsiyalangan C=N va C=C bog‘lari hamda aromatik izoindol fragmentlari mavjudligini tasdiqlaydi. 1377, 1338, 1307 va 1284 sm^{-1} atrofidagi signallar C–N va Ar–N bog‘lariga mos kelib, azotli geterosiklik muhit shakllanganini va metall markaz ushbu ligand muhiti bilan koordinatsiyalanganini ko‘rsatadi. 1184, 1118, 1083 va 1051 sm^{-1} sohalaridagi yutilishlar esa C–N–C skelet tebranishlari bilan birga C–O yoki S=O tipidagi kislorodli guruhlar ishtirokini ham taxmin qilish imkonini beradi.



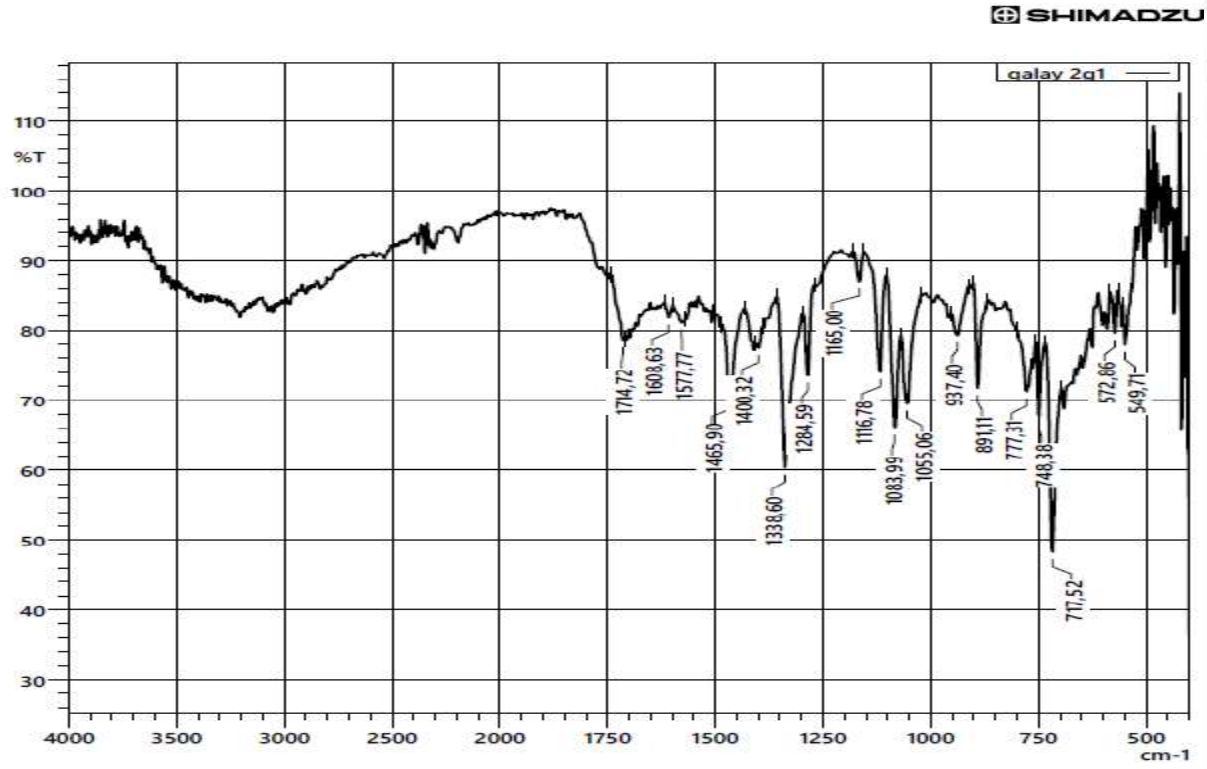
1-rasm. Qalay ftalosianin birikmasi IQ -spektri

989, 889, 848, 763 va 692 sm^{-1} sohalardagi polosalar aromatik halqalardagi C–H bog‘larining tekislikdan tashqari deformatsion tebranishlariga xos bo‘lib, kondensatsiyalangan benzol-izoindol tizimining saqlanganini ko‘rsatadi. 644, 609, 549 va 523 sm^{-1} diapazondagi past chastotali yutilishlar esa metall–azot bog‘lari va makrosikl deformatsion tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, qalay ionining ftalotsianin makrosikli bilan kompleks hosil qilganini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

Umuman, IQ-spektr natijalari sintez natijasida makrosiklik tuzilmasi saqlangan, ammo qisman funksionallashgan qalay ftalotsianin kompleks birikmasi hosil bo‘lganini ko‘rsatadi.

Sintez qilingan qalay ftalotsianin birikmasiga 93% li sulfat kislota bilan ishlov berish natijasida hosil qilingan pigmentning tuzilishi IQ-spektroskopiya usulida tahlil qilindi. Olingan spektrda 1714 sm^{-1} sohadagi yutilish polosa kislota ta’siri natijasida hosil bo‘lgan yoki kuchaygan kislorod saqlovchi funksional guruhlar mavjudligini ko‘rsatadi. Bu polosa karbonil xarakterli tebranishlar bilan bog‘lanib, konsentrlangan sulfat kislota muhitida pigment zarrachalari yuzasida qisman funksionallashuv yoki kislorodli fragmentlar paydo bo‘lganini taxmin qilish imkonini beradi.



2-rasm. Qalay ftalosianin pigmentning IQ -spektri

1465, 1400 va 1338 sm^{-1} atrofidagi polosalar ftalotsianin makrosikliga xos bo‘lgan kon’yugatsiyalangan aromatik tizim va C–N, C=N, C=C bog‘larining skelet tebranishlariga tegishli bo‘lib, kislotali ishlovdan keyin ham makrosiklning asosiy tuzilishi saqlanib qolganini ko‘rsatadi. 1284, 1165, 1116, 1083 va 1059 sm^{-1} sohalaridagi intensiv yutilishlar esa kislota bilan ishlov berilgan ftalotsianin hosilalari uchun xos bo‘lib, ularni S=O, C–N va C–O tipidagi tebranishlar bilan izohlash mumkin. Bu holat sulfat kislota ta’siri natijasida pigment zarrachalarida sulfo- yoki kislorodli funksional guruhlar shakllangan bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi.

937, 891, 777 va 748 sm^{-1} sohasidagi polosalar aromatik halqalardagi C–H bog‘larining tashqi tekislikdan tashqari deformatsiya tebranishlariga mos kelib,

ISSN 3030-3907

benzol-izoindol fragmentlarining saqlanganini tasdiqlaydi. 572 va 549 sm^{-1} dagi past chastotali polosalar esa markaziy metall ioni bilan azot atomlari o‘rtasidagi koordinatsion bog‘lar, ya’ni Sn–N tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, qalay ionining ftalotsianin makrosikli tarkibida saqlanib qolganini bilvosita tasdiqlaydi.

1-Jadval

Qalay ftalosianin birikmasi va 93% li H_2SO_4 bilan ishlov berilgan pigment IQ -spektrlarining solishtirma jadvali

№	Birikma spektri, sm^{-1}	Pigment spektri, sm^{-1}	O‘zgarish holati	Ilmiy izoh
1	3209.55	-	Yo‘qolgan	Gidroksil guruhlari, adsorbsiyalangan namlik yoki tashqi muhit ta'siri kamayganini ko‘rsatadi
2	3059.24	-	Yo‘qolgan	Aromatik C-H yoki yuzadagi qo‘shimcha tebranishlar yo‘qolgan
3	2347.37	-	Yo‘qolgan	Begona fon yoki past molekulali aralashmalar chiqib ketgan
4	2324.22	-	Yo‘qolgan	Asbobiy fon yoki tashqi CO_2 ta'siri kamaygan
5	2198.85	-	Yo‘qolgan	Qo‘shimcha aralashmalar yoki oraliq mahsulotlar bartaraf etilgan
6	1772.58	-	Yo‘qolgan	Boshlang‘ich namunadagi kislorodli qo‘shimcha fragmentlar o‘zgargan yoki chiqib ketgan
7	1544.72	-	Yo‘qolgan	Makrotsikl atrofidagi elektron muhit kislotali ishlovdan keyin o‘zgargan
8	1521.84	-	Yo‘qolgan	Kon'yugatsiyalangan sistema atrofida qayta taqsimlanish yuz bergan
9	1465.75	1468.63	Siljigan	Ftalosianin skeleti saqlangan, lekin elektron muhit o‘zgargan
10	1415.71	-	Yo‘qolgan	Periferik funksional guruhlar muhiti o‘zgargan
11	-	1400.77	Yangi	Kislotali ishlovdan keyin yangi funksional muhit shakllangan
12	1377.74	-	Yo‘qolgan	C-N muhiti qayta tashkilangan

ISSN 3030-3907

13	1338.60	1338.60	Saqlangan	Ftalosianin makrotsiklining asosiy C-N skeleti saqlangan
14	1307.71	-	Yo‘qolgan	Azotli aromatik muhitda o‘zgarish sodir bo‘lgan
15	1284.45	1284.05	Siljigan	Makrotsikl saqlangan, ammo bog‘lar muhiti biroz o‘zgargan
16	1184.29	-	Yo‘qolgan	Boshlang‘ich funksional guruhlar chiqib ketgan yoki o‘zgargan
17	-	1165.00	Yangi	S=O, C-O yoki kislota ta'sirida hosil bo‘lgan yangi guruhlarga xos
18	1118.71	1116.78	Siljigan	Kislotali muhit ta'sirida bog‘ tebranish chastotasi o‘zgargan
19	1083.99	1083.99	Saqlangan	Asosiy aromatik-azotli tuzilish saqlangan
20	1051.20	1059.05	Siljigan	Yuza funksionallashuvi yoki kislorodli guruhlar ta'siri
21	-	937.40	Yangi	Periferik aromatik muhitning yangi tartiblanishi
22	989.48	-	Yo‘qolgan	Boshlang‘ich strukturaga xos zaif polosalar bartaraf etilgan
23	889.18	891.11	Siljigan	Aromatik halqa muhitida o‘zgarish yuz bergan
24	848.42	-	Yo‘qolgan	Boshlang‘ich deformatsion tebranishlar o‘zgargan
25	763.81	777.31	Siljigan	Kristallik yoki agregatlanish darajasi o‘zgargan
26	-	748.38	Yangi	Yangi deformatsion tebranishlar paydo bo‘lgan
27	692.44	-	Yo‘qolgan	Aromatik halqa muhiti tozalangan
28	644.22	-	Yo‘qolgan	Boshlang‘ich metall-ligand muhiti qayta tashkilangan
29	609.27	-	Yo‘qolgan	Past chastotali koordinatsion tebranishlar o‘zgargan
30	-	572.86	Yangi	Sn-N yoki Sn-O muhitida yangi koordinatsion holat shakllangan
31	549.71	549.71	Saqlangan	Metall markaz bilan bog‘liq asosiy tebranish saqlangan

ISSN 3030-3907

32	523.25	-	Yo‘qolgan	Boshlang‘ich koordinatsion muhitdagi ayrim tebranishlar yo‘qolgan

XULOSA.

Ushbu tadqiqot ishida qalay ftalotsianin birikmasi ftal angidrid, karbamid va qalay(II)-xlorid asosida yuqori haroratli sharoitda muvaffaqiyatli sintez qilindi. Buning uchun 12 g/mol ftal angidrid, 25 g/mol karbamid va 2 g/mol qalay(II)-xlorid aralashtirilib, hosil bo‘lgan reaksiya aralashmasi issiqlikka chidamli idishda 250°C da 1 soat davomida qizdirildi. Jarayon natijasida qoramtir-yashil rangli g‘ovaksimon modda hosil bo‘ldi. Olingan mahsulot distillangan suv bilan bir necha marta yuvilib, Byuxner voronkasi va vakuum nasos yordamida filtrlab olindi hamda 90°C da 1 soat davomida quritildi. Natijada qalay ftalotsianin birikmasining unumi 81,2 % ni tashkil etdi, bu esa tanlangan sharoitlarning sintez uchun maqbul ekanini ko‘rsatadi. Olingan birikma va 93 % li H_2SO_4 bilan ishlov berilib hosil qilingan pigmentning IQ-spektrlari solishtirilganda, kislotali modifikatsiya jarayonida ayrim polosalar yo‘qolgani, ba’zilari siljigani va yangi yutilish chiziqlari paydo bo‘lgani aniqlandi. Xususan, 1338.60, 1083.99 va 549.71 sm^{-1} dagi polosalar saqlanib qolgan bo‘lib, ular ftalotsianin makrosiklining asosiy C–N skeleti, aromatik-azotli tuzilishi va metall markaz bilan bog‘liq muhim tebranishlar buzilmaganini tasdiqlaydi. 1465.75→1468.63, 1284.45→1284.05, 1118.71→1116.78, 1051.20→1059.05, 889.18→891.11 va 763.81→777.31 sm^{-1} kabi siljishlar esa elektron muhit, periferik funksional guruhlar va agregatlanish darajasining o‘zgarganini ko‘rsatadi. Shuningdek, pigment spektrida 1400.77, 1165.00, 937.40, 748.38 va 572.86 sm^{-1} dagi yangi polosalar paydo bo‘lishi kislotali ishlov natijasida yangi funksional va koordinatsion muhit shakllanganini bildiradi. Demak, olingan natijalar asosida qalay ftalotsianin birikmasi muvaffaqiyatli sintez qilingani, uning asosiy makrosiklik va koordinatsion tuzilmasi IQ-spektr yordamida tasdiqlangani hamda 93 % li sulfat kislota bilan ishlov berish natijasida ushbu tuzilma saqlangan holda yangi pigment shakli hosil bo‘lgani ilmiy jihatdan asoslandi. Bu esa kislotali modifikatsiya jarayonida ftalotsianin yadrosi parchalanmasdan, asosan uning yuza-kimyoviy, funksional va dispers xossalari o‘zgarganini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Idowu M., Nyokong T. Synthesis, photophysics and photochemistry of tin (IV) phthalocyanine derivatives //Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. – 2008. – T. 199. – №. 2-3. – C. 282-290.

2. Alkathiri A. A. et al. The impact of gamma rays on the structure, optical, electrical, and DFT of tin (II) 2, 3-naphthalocyanine dye thin films for photonic

ISSN 3030-3907

and organic solar cell applications //Optical Materials. – 2024. – T. 149. – C. 115020.

3. . Roy M. S. et al. Charge transportation and photo generation process in polythiophene functionalized with tin (II) phthalocyanine (SnPc-PT) thin film //Solar energy materials and solar cells. – 2008. – T. 92. – №. 11. – C. 1516-1525.

4. Faraonov M. A. et al. Crystalline salts of the ring-reduced tin (IV) dichloride hexadecachlorophthalocyanine and octachloro-and octacyanotetrapyrazinoporphyrazine macrocycles with strong electron-withdrawing ability //Dyes and Pigments. – 2020. – T. 180. – C. 108429.

5. Shipman M. A., Symes M. D. A re-evaluation of Sn (II) phthalocyanine as a catalyst for the electrosynthesis of ammonia //Electrochimica Acta. – 2017. – T. 258. – C. 618-622.

7. Panicker N. S. et al. Optical and electrical characterization of tin (II) 2, 3-naphthalocyanine thin films containing agglomerated spherical particles //Physica B: Condensed Matter. – 2010. – T. 405. – №. 21. – C. 4556-4560.

ISSN 3030-3907