ISNN 3030-3907

2025/9
VOLUME 4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2025/9 VOLUME 4

ISSN 3030 -3907

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

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

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

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

ISSN 3030-3907

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

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

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Водородный биогаз на борту автомобиля "спарк" *И.З.Насиров*	9
2	«Внедрение международной практики в процесс проведения сезонных осмотров состояния автомобильных дорог» *Ахунов Рустам Юсупович*	16
3	Shovqin tushunchasi va inson hayotiga ta’siri (tarixiy tadqiqotlar va zamonaviy yondashuvlar asosida) *Sh.G. Musayev*	23
4	Shovqinning zararli ta’siri va uning turli mintaqalarda muammoli ko‘rsatkichlari *Sh.G. Musayev*	32
5	Kimyo fanini o‘qitishda innovatsion metodlar: organik moddalar sintezi orqali laboratoriya ko‘nikmalarini rivojlantirish *Ataniyazova Amina Seitniyazovna* *Matniyazova Maftuna Jaqsimuratovna*	43
6	Temirchilik sexidagi ish o‘rinlari va ish zonalaridagi shovqin manbalarini identifikatsiyalash. *Sh.G. Musayev*	50
7	Computer modeling of phonetic and orthographic transliteration of loanwords in the uzbek language *Tog‘ayev Ilxom Baxtiyorovich*	59
8	Havoni ajratish jarayonining matematik modelini tuzish *Sodiqov Baxtiyor Qahhor o‘g‘li*	73
9	Kalsiy, magniy, rux, temir va kobalt metallarining ipak qurti pillasi polipeptidlari bilan supramolekulyar tabiiy polikomplekslarining biologik faolligini o'rganish *Namozov Orif Mardanovich* *Karimov Maxmud Muratovich*	81
10	Burg‘ilash kolonnasining qulfli ulanish qismlarini qayta tiklash usullari *Normayev Qobilbek Husanovich*	89
11	Efficiency of extracting products from deposits with high viscosity *Yakubova Lobar Gulamovna* *Bekjonov Rozisher Soatmurodovich* *Aytmuratov Sultamurat Qutlimurat uli*	94
12	Deep purification of pyrolysis gas streams using bay zeolite and opportunities for producing activated carbon *Davlatova Odina*	100
13	Neft quduqlari tubiga kislotali ishlov berish tahlili *Bekjonov Rozisher Soatmurodovich* *Turdiyev Farid Razzok o‘g‘li*	111
14	Intelligent transport systems: an integrated approach for smart cities *Akhmatokhunov Bakhtiyor*	117
15	Geliopiroliz reaktoriga yuklangan mahsulotni harorat rejimini tadqiq qilish *Almardanov Hamidilla Abdiganiyevich*	125
16	Using sophisticated methods of oil and gas extraction *Bekjonov Rozisher Soatmurodovich* *Ashurov Murodullo Kholbayevich*	133
17	Talabalarni mehnat muhofazasi Va texnik xaVfsizligi talablariga rioya qilishni takomillashtirish *Shaxnoza Buranova*	142
18	Funksional sirop ishlab chiqarishda sut zardobidan foydalanishning ilmiy-nazariy jihatlari *Kamilova Shaxnoza Baxtiyor qizi* *Mirxodjayeva Dilobar Davronbekovna*	149
19	Xayot faoliyati xavfsizligida sel oqimi va suv toshqinlarining kelib chiqish sabablari, oqibatlari, aholi va xududlarni muhofazalanish chora-tadbirlari *Xosila Nuraliyeva*	155

ISSN 3030-3907

20	Comprehensive investigation of hydrodynamic phenomena and flow characteristics in domestic water heating systems *Khamraev S.I.*	163
21	Kumush nanozarrachalari sintez qilishda turli qaytaruvchilar roli *Lutpillayeva Ma'suda* *Hoshimov Farhod*	177
22	Organik reagentlar asosida qo'rg'oshin (ii) va vismut (iii) ionlari hosil qilgan koplmleks birikmalarini ionitlar yordamida zaryadini aniqlash. *Normatov Bektosh Ramazon o'g'li*	185
23	Bino va inshootlar qurilishi hamda ishlab chiqarish sanoatida hosil bo'ladigan keramik chiqindilardan to'ldiruvchi sifatida foydalanish bo'yicha adabiyotlar tahlili *Nuritdinov Jasurbek Davlatali o'g'li*	191
24	Naftil sirka kislotasining efirlari sintezi *O.B. Ismoiljonova* *F.Z.Burxev* *S.A.Abdusattorova*	198
25	Study and analysis of the process of physical absorption drying of natural gases *B.O.Jumaboev* *B.M.Abdullaev*	207
26	Paxtani mayda iflosliklardan tozalash jarayonida foydali yuza maydonini oshirish *Toxirova Maftuna U* *Salomova Mashhura A*	214
27	The role of state economic policy in increasing employment *Akhmadjonov Sodiq Soliyevich*	221
28	The development and importance of renewable energy sources in the world: the example of hydroelectric power plants *Sanjar Kulmatov*	229
29	Tax revenues and economic efficiency *Akhmadjonov Sodiq Soliyevich*	240
30	Zamonaviy avtomobil ko'priklari qatnov qismi turlari: tuzilmaviy innovatsiyalar va global muhandislik tendensiyalari *Azamjonov Ro'ziboy*	248
31	The role of youth of uzbekistan in the development of entrepreneurship in the republic *Akhmadjonov Sodiq*	255
32	6-aminopurinning benzofenon hosil bo'lgan alkali metall ketillari va dianionlari bilan Reaksiyalari *Baymuratova Gulbaxar Orinbayevna*	261
33	Measures to improve the life of the population of the new uzbekistan *Akhmadjonov Sodiq*	269
34	Современные методы личностного и профессионального развития кадрового потенциала образовательных учреждений *Атамуратова Т.И.* *Курбанов М.Т.* *Джумаева .Д.Т* *Курбанова Ш.М*	275
35	Metall-kompozit materiallarga termik ishlov berishning podshipnik detallari yeyilishga chidamliligiga ta'sirini o'rganish *Baymirzayev Akbarjon Rustamjon o'g'li*	284
36	Oziq-ovqat sanoatida qo'llaniladigan ayrim bo'yoq moddalarning umumiy tasnifi. *Sobirjonova Muattar* *Qutlimurotova Nigora* *Qo'chqarova Durdona*	289

ISSN 3030-3907

37	Pollution of the environment by hydrogen sulfur and methods of its protection *Azizova Dilorom Gayratovna*	295
38	Qayta tiklanuvchi energiya manbalari qurilmalarini xarid qilish jarayonlari axborot tizimini ishlab chiqish, raqamlashtirish va tizimlar integratsiyasi *Ochilov Abdujabbor Akramovich*	300
39	Quyosh energiyasi tizimlarida arzon issiqlik saqlovchi materiallardan foydalanish imkoniyatlari *Safarova Setora Ulug'bek qizi* *Ergashev Shaxriyor Hamidullayevich*	314
40	The importance of learning multiple languages *Yusupxodjayeva Aziza Muhamadsodik qizi*	321
41	Main problems arising in ensuring the effective movement of special vehicles and their innovative solutions *Zingirov Saydolim Zhuraevich*	329
42	Хром тузи иштирокида синтез қилинган карбоксиметилцеллюлоза асосли гидрогелларнинг физик-кимёвий хусусиятлари *Б. Мухиддинов* *А. Джалилов* *Ш. Ширинов* *О. Исроилов*	335
43	Двусторонние фотоэлектрические системы: современное состояние исследований, моделирование, эффективность и перспективы развития *Н.Р. Авезова* *Н.А. Матчанов* *А.А, Кучкаров* *А.А. Абдураимов*	345
44	Прогноз и управление водопритоком в трещинно-поровых коллекторах: интегрированная методика для газовых и нефтяных месторождений *Нуриддинов Жамолиддин Фазлиддин угли* *Акрамов Бахшилло Шафиевич* *Евстафеев Евгений Александрович*	371
45	Ustyurt gaz kimyo majmuasini tabiiy gaz bilan taminlovchi surgil konining tanlanish sabablari *Tajetdinov Muxammad Salamat uli* *Adizov Bobirjon Zamirovich* *Yuldashev Narbek Xudaynazarovich*	379
46	Физико-химические свойство кислотного воздействия на призабойную зону скважин *Азизова Дилором Гайратовна*	385
47	Payvandlanuvchi metallarning kimyoviy tarkibini ilmiy tahlil qilish asosida payvand simlarining kimyoviy tarkibini tanlash. *Rustamova Mashhura Umarovna,* *Toirov Murtoza Shavkidinovich* *Rustamov Farrux Umarovich*	392
48	Исследование влияния концентрации пеногасителя в процессах пенообразования и пеногашения при абсорбционной очистке кислых газов *Махмудов Мухтор Жамолович* *Рамазонов Бахром Гафурович*	397
49	Payvand choki va chok atrofi hududlari mexanik xossalarini oshirishda taklif etilayotgan texnologik jarayonning iqtisodiy samaradorligini hisoblash *Rustamova Mashhura Umarovna* *Toirov Murtoza Shavkidinovich* *Rustamov Farrux Umarovich*	404
50	Проектирование умной спецодежды *Сайидова М.Х.* *Пулатова С.У.*	410

ISSN 3030-3907

51	Retsikllash asosida qattiq moddalarni gidrooksidli cho'kmadagi metallarini zichlanish jarayonini tadqiqot qilish *Safarov Bahri Jumaevich*	418
52	O'zbekistonda mavjud iqlim mintaqalari va yo'l qurilish sharoitlariga ta'siri *Abdulakimov Mirjalol*	427
53	Noravshan mantiqqni kasr tartibli rostlagichga integratsiyalash *Annaqulov Sherzod Otaqul o'g'li* *Raximov Hamidjon Allayor o'g'li*	433
54	Surface modification of cotton/polyester mixed fabric with chitosan *apis mellifera* *Kuchkorova D.U* *Ikhtiyarova G.A*	440
55	Комплексный подход к проектированию автоматизированных гидропонных аппаратов *Чулиева Гулноза Хикматиллаевна*	449
56	Research on the reactive power consumption of an asynchronous motor powered by energy generated by solar panels *A'zamov Saidikrom Saidmurodovich* *Boixanov Zaylobiddin Urazali o'g'li*	456

ISSN 3030-3907

ВОДОРОДНЫЙ БИОГАЗ НА БОРТУ АВТОМОБИЛЯ "СПАРК"

И.З.Насиров

канд. техн. наук, профессор, Андижанский государственный технический институт,

г Андижан, Республика Узбекистан.

E-mail: nosirov-ilhom59@mail.ru

Аннотация: Разработано и испытано устройство для получения и использования водородного биогаза из сельскохозяйственных и бытовых отходов на борту автомобиля "Спарк". Установлено, что мощность двигателя повышена на 7,5 % и расход топлива снижен на 25,6 %. Годовая экономическая эффективность составила 2654541 сум/год, срок окупаемости 0,45 лет и коэффициент эффективности 5,57.

Ключевые слова: биогаз, водород, водородный биогаз, двигатель, автомобиль "Спарк", мощность двигателя, расход топлива, отработанный газ, количество CO, количество CH.

Abstract: A device for obtaining and using hydrogen biogas on board a "Spark" car from agricultural and household waste has been developed and tested. It was established that the engine's power has increased by 7.5% and fuel consumption has decreased by 25.6%. The annual economic efficiency was 2654541 soums/year, the payback period was 0.45 years, and the efficiency coefficient was 5.57.

Keywords: Biogas, hydrogen, hydrogen biogas, engine, Spark car, engine power, fuel consumption, exhaust gas, CO amount, CH amount.

Annotatsiya: Spark avtomobilida qishloq xo‘jaligi va maishiy chiqindilardan vodorod biogazini olish va undan foydalanish uchun qurilma ishlab chiqilgan va sinovdan o‘tgan. Dvigatel quvvati 7,5% ga oshirilganligi va yoqilg‘i sarfi 25,6% ga kamayganligi aniqlandi. Yillik iqtisodiy samaradorlik yiliga 2654541 so‘m, qoplash muddati 0,45 yil va samaradorlik koeffitsiyenti 5,57 ni tashkil etdi.

Kalit so‘zlar: biogaz, vodorod, vodorod biogaz, dvigatel, "Spark" avtomobili, dvigatel quvvati, yoqilg‘i sarfi, chiqindi gaz, CO miqdori, CH miqdori.

Введение

02.05.2024 года в выступлении Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева на III Ташкентском международном инвестиционном форуме поставлена цель до 2030 года создать более 20 гигаватт мощностей возобновляемой энергии и довести ее долю в энергетическом балансе до 40 процентов [1]. Только в прошлом году вместе с нашими стратегическими партнерами– компаниями “Masdar”, “Gezhouba”, “China Energy” мы запустили крупные ветровые и солнечные электростанции мощностью 1,4

ISSN 3030-3907

гигаватт. Также вместе с “ACWA Power” приступили к реализации проекта по производству “зеленого” водорода [2]. В последние десятилетия вопросы экологии, устойчивого развития и энергосбережения приобретают всё большую актуальность на фоне стремительного роста автомобильного транспорта и, как следствие, увеличения уровня загрязнения окружающей среды. Рост цен на традиционные виды топлива, а также глобальные климатические изменения стимулируют научное сообщество и автомобильную промышленность к поиску альтернативных источников энергии, которые были бы не только эффективными, но и экологически безопасными. Одним из таких перспективных направлений является использование водородного биогаза в качестве топлива для автомобилей [3].

Водородный биогаз представляет собой смесь водорода и метана (а также других компонентов, в зависимости от технологии получения), которая образуется в результате анаэробного разложения органических веществ. Благодаря высокой теплотворной способности, чистому сгоранию и возобновляемому характеру, водородный биогаз рассматривается как один из наиболее привлекательных вариантов замены традиционного бензина и дизельного топлива. Особенно интересен этот тип топлива в контексте его применения на компактных и экономичных автомобилях, таких как Chevrolet Spark (в дальнейшем — «Спарк»), широко распространённых в странах с развивающейся экономикой, включая Узбекистан [4].

Автомобиль «Спарк» представляет собой малолитражный городской автомобиль, отличающийся экономичностью и относительно низкими эксплуатационными расходами. Благодаря своим компактным размерам и невысокой массе, он является удобной платформой для экспериментов по внедрению альтернативных видов топлива, включая водородный биогаз. Модификация такого автомобиля с целью использования возобновляемого топлива требует тщательного инженерного подхода, а также учета технологических, экономических и экологических факторов [5].

Установка биогазовой или водородной энергетической системы непосредственно на борту автомобиля требует разработки целого комплекса решений — от модернизации топливной системы до обеспечения безопасности хранения и использования газовой смеси. Кроме того, необходимо оценить, насколько эффективна такая система в условиях реальной эксплуатации: каков будет пробег автомобиля на одной заправке, как изменится динамика и производительность, каковы перспективы масштабирования технологии и её интеграции в существующую транспортную инфраструктуру [6].

ISSN 3030-3907

Одним из ключевых преимуществ водородного биогаза является его экологическая чистота. При сгорании смеси выделяется значительно меньше углекислого газа и практически отсутствуют твердые частицы, которые являются основными загрязнителями воздуха в городах. Это делает технологию особенно актуальной в условиях ухудшающейся экологической ситуации в мегаполисах и растущего давления со стороны международных экологических норм и стандартов. Более того, использование биогаза, произведенного из органических отходов, способствует решению проблемы утилизации мусора, что является ещё одним важным направлением устойчивого развития.

Настоящее исследование направлено на рассмотрение возможности установки и эксплуатации системы водородного биогаза на борту автомобиля «Спарк». В ходе работы будет проведен анализ существующих технологий получения водородного биогаза, рассмотрены конструктивные особенности автомобилей, использующих альтернативное топливо, а также даны рекомендации по модернизации серийной модели «Спарк» с учётом местных условий и доступных ресурсов.

В рамках данного проекта также будет произведён расчёт эффективности использования биогаза в сравнении с традиционным бензином, с точки зрения затрат на топливо, технического обслуживания и экологического воздействия. Кроме того, исследование затронет вопросы безопасности: хранение газа под давлением, возможность утечек, взрывоопасность и методы минимизации рисков.

Важно отметить, что подобные разработки имеют не только научное, но и практическое значение, особенно в странах, где есть доступ к дешёвому биомассовому сырью и существует необходимость в снижении зависимости от импорта углеводородного топлива. Реализация подобных проектов способна стимулировать развитие новых отраслей промышленности, создать рабочие места, а также снизить нагрузку на окружающую среду.

Таким образом, актуальность данной работы заключается в комплексном подходе к решению энергетических и экологических проблем посредством внедрения инновационных, возобновляемых источников энергии в транспортную сферу. Разработка и апробация модели автомобиля на водородном биогазе — это шаг к более устойчивому будущему, в котором чистая энергия станет доступной для всех.

По данным изданий, «зеленая» энергетика становится важным драйвером экономического роста страны. В связи с этим Президент Узбекистана предложил вывести эту деятельность на новый уровень,

ISSN 3030-3907

объявив 2025 год «Годом охраны окружающей среды и «зеленой» экономики».

Среди зарубежных ученых Stocky J.F., Sher E., Elemam S.H., Shudo T., Das L., Hansel J.G. изучали концентрацию водорода при производстве биогаза и использование в качестве топлива в транспортных средствах [2-6].

Из стран СНГ исследованиями связанными с водородом и биогазом занимались Ероксов В.И., Петров Н.В., С.А.Фролов, А.С. Клементьев, И.И.Тимченко, Д.Рамадан и многие другие.

В Узбекистане также проводили исследования по этой теме- У.А. Салимов, Ш.Ж.Имомов, Б. И. Базаров, С. А. Калаулов, А. Х. Васидов и другие ученые. Однако в работах ученых, процитированных выше, недостаточно раскрыты вопросы эффективного использования биогаза и водорода в качестве топлива для двигателей [4-7].

Как показала практика, биогаз для получения требует больших емкостей для получения, очистки и хранения, размещение их на борту автомобиля и использование в качестве топлива в двигателе связано со многими конструктивными проблемами. Получение и использование водорода на борту автомобиля связано со многими энергетическими проблемами. Решение этих приводит к увеличению эксплуатационных и экономических затрат транспортных средств.

Результат и обсуждение. В связи стими предложено объединить эти топлива для использования в транспортных средствах и поставлена цель исследования- получение и использование водородного биогаза на борту транспортного средства из сельскохозяйственных и бытовых отходов.

Для достижения поставленной цели разработаны способ и устройство для получения водородного биогаза к двигателю внутреннего сгорания (рис. 1).

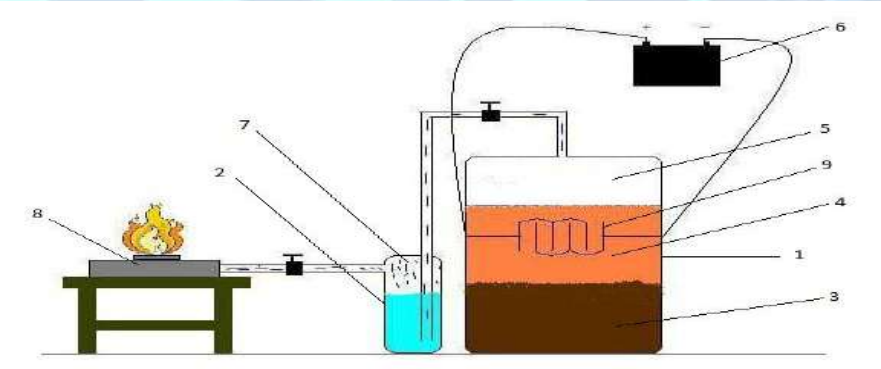


Рис. 1. Схема усторойства для получения водородного биогаза

Это устройство состоит из следующих основных элементов: реактор (1); резервуар для воды (2); гушая часть браги (3); жидкая часть браги (4);

ISSN 3030-3907

водородный биогаз (5); аккумуляторные батареи (6); очищенный водородный биогаз (7); горелка (8); электролизная пластина (9).

Это устройство проходило лабораторные и дорожные испытания на разных моделях автомобилей, выпускаемых на УзАвтомоторс (рис.2).



Рис. 2. Установка для производства водородног биогаза на автомобиле "Спарк"

Результаты дорожных испытаний

№	Типы топливо-воздушной смеси	Количество оборотов колен вала, об/мин	Мощность двигателя, кВт	Расход топлива, л/час	Расход водородного биогаза, л/час	Количество CO в отр. газах, %	Количество CH в отр. газах, %
1.	Обычная бензиново-воздушная смесь (контрольная)	2350	51,3	6,69	-	4,06	5,15
2.	Водородный биогаз	2350	48,5	-	15,31	0,27	0,21
3.	Контроль + водородный биогаз	2350	55,6	4,98	6,58	1,89	1,30

Как видно из таблицы при работе автомобиля на обычной бензиново-воздушной смеси (контрольная) мощность двигателя 51,3 кВт, водородном биогазе снижена до 48,5 кВт, а контроле с водородным биогазом повышена до 55,6 кВт. Расход бензина на контроле 6,69 л/час, водородном биогазе не было, а контроле с водородным биогазом 4,98 л/час. Расход водородного биогаза на контроле- не было, водородном биогазе 15,31 л/час, а контроле с водородным биогазом 6,58 л/час. Количество CO в отработанных газах 4,06

ISSN 3030-3907

%, водородном биогазе 0,27 %, а контроле с водородным биогазом 1,89 %. Количество CH в отработанных газах 5,15 %, водородном биогазе 0,21 %, а контроле с водородным биогазом 1,30 % [3].

Заключение

Определена экономическая эффективность использования установки для получения и использования водородного биогаза, установленной на автомобиле "Spark." Согласно которой, при работе двигателя на бензиново-воздушной смеси пробег на 1 л бензина составил 16,5 км и затраты на пробег 1 км пути составили 2425,32 сум/км. При использовании бензиново-воздушной смеси с водородным биогазом пробег на 1 л бензина составил 20,9 км пути и затраты на пробег 1 км пути составили составили 2261,72 сум/км. Годовая экономическая эффективность составила 2654541 сум/год, срок окупаемости 0,45 лет и коэффициент эффективности 5,57 [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Насиров Илхам Закирович, Рахмонов Хуршидбек Нурмухаммад Угли, & Аббосов Саидолим Жалолиддин Угли (2021). РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА. Universum: технические науки, (6-2 (87)), 31-33.
2. Nasirov, I. Z., & Urinov, D. O. (2021). The texchnology of obtaining environmentally clean fuel for vehicles. Scientific and technical journal of NamIET, 188-193.
3. Рахмонов, Х. Н., & Насиров, И. З. (2021). Обогащение синтез газом топливовоздушной смеси ДВС. In Матер. Международной научно-практической конференции" Современные технологии: проблемы инновационногоразвития и внедрения результатов (5 августа 2021 г.)". Петрозаводск: МЦНП" Новая наука" (p. 21).
4. Zakirovich, N. I., Muminovich, S. A., Mirzaahmadovich, T. U., & Toshtemirovich, G. M. (2022). Tests of a reactor for supplying hydrogen and ozone to an internal combustion engine. International Journal of Early Childhood Special Education, 14(3).
5. E. Porpatham, A. Ramesh, and B. Nagalingam, “Effect of hydrogen addition on the performance of a biogas fuelled spark ignition engine,” International Journal of Hydrogen Energy, vol. 32, no. 12, pp. 2057–2065, Aug. 2007, doi: 10.1016/J.IJHYDENE.2006.09.001
6. D. Kriaučiūnas, S. Pukalskas, A. Rimkus, and D. Barta, “Analysis of the Influence of CO_2 Concentration on a Spark Ignition Engine Fueled with Biogas,” Applied Sciences, vol. 11, no. 14, Art. no. 6379, Jul. 2021, doi: 10.3390/app11146379

ISSN 3030-3907

7. E. Porpatham, A. Ramesh, and B. Nagalingam, “Effect of spark timing on the performance of a spark ignition engine running on biogas–hydrogen blends,” Biofuels, vol. 8, no. 6, pp. 635-642, Nov. 2015, doi: 10.1080/17597269.2015.1110779

ISSN 3030-3907

«ВНЕДРЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРАКТИКИ В ПРОЦЕСС ПРОВЕДЕНИЯ СЕЗОННЫХ ОСМОТРОВ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ»

Ахунов Рустам Юсупович

Старший преподаватель кафедры транспорной логистики,
Андижанского государственного технического института.
Тел. (+99893)617-41-51,
E-mail : akhunovrustam1@gmail.com

Аннотация: В статье рассматривается сосвременное состояние проведения сезонных осмотров технического состояния автомобильных дорог в Узбекистане и вносятся предложения по внедрению международной практики в этом направлении.

Ключевые слов: весенний и осенний осмотр состояния дорог, СУДА, GPS, индикаторы состояния дорог.

Abstract: The article examines the current state of conducting seasonal inspections of the technical condition of roads in Uzbekistan and proposes to implement international practices in this area.

Keywords: spring and autumn inspection of road conditions, SUDA, GPS, road condition indicators.

Annotatsiya: maqolada O‘zbekistonda avtomobil yo‘llarining texnik holatini mavsumiy tekshirishning vaqtinchalik holati ko‘rib chiqiladi va ushbu yo‘nalishda xalqaro amaliyotni joriy etish bo‘yicha takliflar kiritiladi.

Kalit so‘zlar: bahor va kuzda yo‘l holatini tekshirish, kemalar, GPS, yo‘l holati ko‘rsatkichlari.

Введение

Современное состояние. Фактическая ситуация в Узбекистане такова, что результаты весенних и осенних осмотров лежат в основе управления всеми дорожными активами, срочного ремонта, периодического и текущего обслуживания, а также работ по реконструкции дорог. Осмотры проводятся комиссией, в состав которой входят представители различных дисциплин и профессионального уровня, кроме того, в процессе изысканий задействованы многие агентства. Таким образом, существует несколько учреждений,занимающихся эксплуатационным содержанием сети автомобильных дорог [1].

В случае необходимости выполнения работ, в основном задействуются Государственные Предприятиями или собственная рабочая сила, при этом участие частного сектора весьма ограничено. В отрасли дорожного

ISSN 3030-3907

строительства нет сильного, хорошо развитого частного сектора. Анализ изысканий "весна-осень" показывает ряд проблем:

• собранные данные не кодируются в соответствии с конкретными правилами, что весьма затрудняет консолидацию и автоматический анализ данных;

• осмотр сочетает в себе "разрушения" и "техническое обслуживание и эксплуатацию", а также текущее и периодическое обслуживание.

Осмотр также направлен на то, чтобы охватить все дорожные элементы, и значительное внимание уделяется обустройству дорог, хотя на проведение осмотра выделяется мало средств. Таким образом, осмотр охватывает значительное количество предметов, хотя обычно число предметов изысканий ограничено [2]. Традиционной международной практикой является наличие Системы

Управления Дорожными Активами. Она основана на инвентаризации, которая будет включать информацию о ширине проезжей части, типе дорожного покрытия, структуре дорожной одежды, прочности дорожного покрытия, пикетаже и категории дороги. К данным инвентаризации добавляются данные о состоянии. Данные о состоянии обычно оцениваются с использованием специального оборудования или путем визуального осмотра. Выбор технологии сбора данных о состоянии дорог (использование специального/сложного оборудования или визуальный осмотр) часто зависит от категории дороги и имеющихся ресурсов [3].

Инспекции проводятся квалифицированными и компетентными инспекторами. Данные о состоянии дорог, получаемые в ходе осмотров на дорогах, используются при разработке будущих программ технического обслуживания в поддержку общих целей Системы Управления Дорожными Активами (СУДА). Дорожные инспекции предназначены для выявления, регистрации и определения приоритетности мер по устранению дефектов, которые могут представлять непосредственную опасность или создавать значительные неудобства для любых участников дорожного движения (чрезвычайные ситуации), а также могут повлиять на состояние конструктивных элементов дорожного сооружения или актива. Кроме того, они используются для выявления менее значительных дефектов, которые могут быть включены в будущие программы планового/профилактического эксплуатационнотехнического содержания, или для указания на то, что требуется более тщательный технический осмотр. Осмотры обычно проводятся на тихоходном транспортном средстве. Если инспектор приходит к выводу о том, что, по его разумному мнению, осмотр не может быть

ISSN 3030-3907

проведен и что на транспортном средстве наблюдаются дефекты, осмотр проводится пешком. В процесс проведения осмотра с использованием механических транспортных средств задействованы два человека, причем инспектором является пассажир, осмотр проезжей части осуществляется в обоих направлениях [4].

Технические оценки состояния проезжей части, как правило, проводятся с использованием транспортного оборудования.

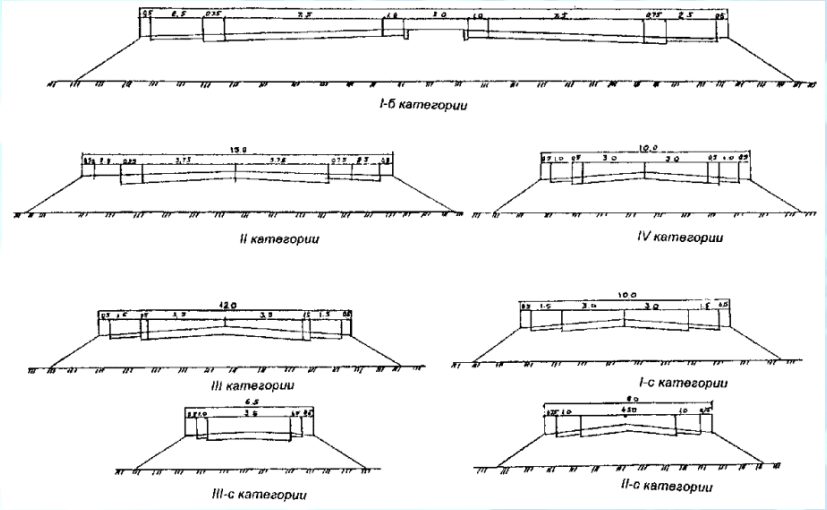


Рис. 1. Поперечные профили автомобильных дорог

Старые методы технического обслуживания сельских дорог, как правило, предусматривали выполнение работ с помощью собственной рабочей силы (собственных сотрудников дорожной администрации), а крупные/основные работы поручались независимым подрядчикам. С течением времени эта практика постепенно менялась, и наиболее распространенной международной практикой стали работы, выполняемые независимыми подрядчиками [5].

Однако во многих случаях мелкие работы и текущее техническое обслуживание по-прежнему осуществляются с помощью собственной рабочей силы, особенно в случае дорог более низкой категории. Нормой для дорог государственного значения является проведение работ независимыми частными подрядчиками. Для того, чтобы эта система работала, необходимо чтобы в государственных учреждениях функционировало сильное, политически нейтральное, независимое и профессиональное дорожное управление. В соответствии с традиционной практикой дорожное управление определяет, какие работы требуются, в соответствии с техническим проектом/техническим предложением и спецификациями, с ведомостью объемов работ, на основе которых подрядчики подают заявку с указанием единичных расценок. Единичные расценки применяются к подсчитанному количеству для расчета стоимости тендерной заявки [6,7].

ISSN 3030-3907

Контракт обычно присуждается участнику, предложившему самую низкую цену, если только заказчик (автодорожное управление) не обеспокоен потенциальными результатами участника, предложившего самую низкую цену. После заключения контракта, заказчик производит оценку объема работ, выполненных подрядчиком, и проводит оплату на основе измерений и единичных расценок по каждому оцененному товару/выполненной работе. Эта система может быть состязательной, особенно когда требуются Распоряжения о Внесении Изменений и Корректировок в объемы работ, поскольку заказчик хочет, чтобы работа была выполнена с минимальными затратами, а подрядчик хочет, чтобы работа была выполнена, чтобы максимизировать затраты и свою прибыль.

В последние годы наблюдается сдвиг в сторону технического обслуживания дорог с учетом эксплуатационных характеристик. Эта практика известна под различными названиями: MAC (Контракты с Задействованием Управляющих Агентов, Великобритания), PBC (Контракты, Ориентированные на Результаты),
OPRC (Контракты на Выполнение Дорожных Работ, Основанные на Показателях Производительности и Эффективности) и PMMR (Управление и Эксплуатационное Содержание Дорог, Ориентированное на Достижение Конкретных Результатов).

Результат и обсуждение. Предлагаемые меры. В соответствии с международной практикой
необходимо разработка Системы Управления Дорожными Активами, которая ляжет в основу будущих вмешательств/мер в инвестиции в дорожное хозяйство.
Система Управления Дорожными Активами будет включать:
• Геометрические параметры автомобильной дороги;
• Структура и поверхность дорожной одежды;
• Индикаторы состояния дорожной одежды;
• Дренажные элементы;
• Обустройство дорог, подлежащие покрытию в рамках текущего технического
обслуживания;
• Данные об интенсивности дорожного движения.

ISSN 3030-3907

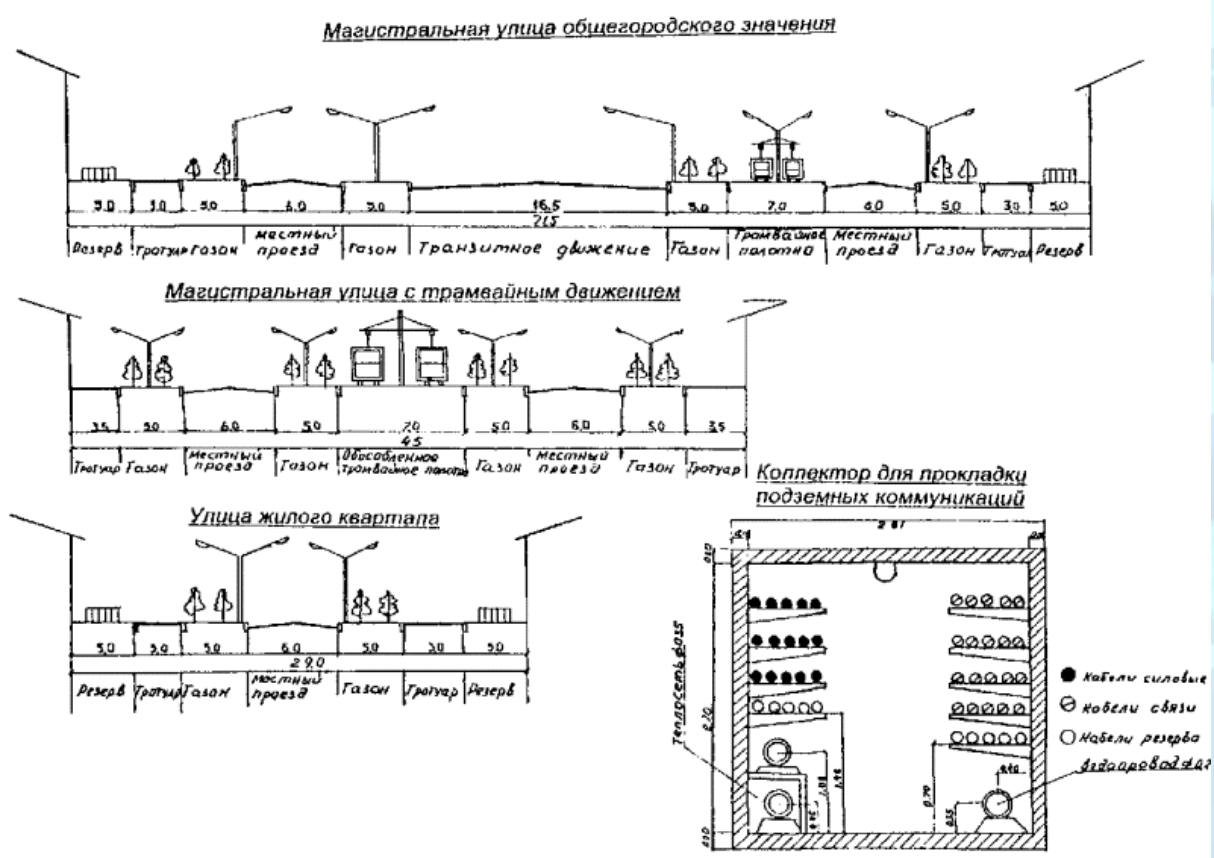


Рис. 2. Категории автомобильных дорог

Каждый набор данных имеет географическую привязку непосредственно в ходе изысканий, и эта информация будет храниться на протяжении всего этапа обработки. Таким образом, всё используемое оборудование должно быть интегрировано с системой GPS для получения наборов данных, уже помеченных относительной геолокацией. Линейная

Система Координат автоматически увязывает географическое положение с соответствующей Дорогой и Пикетажем.

Подробная информация о данных в рамках каждой группы содержится в отчете о спецификации данных. Поскольку все данные будут собираться транспортными средствами, для проверки их подлинности не потребуется комиссии на месте, а просто водитель и обученный технический оператор.

Эти данные будут включены в базу данных о дорогах. Данные о состоянии дорог будут обновляться на ежегодной основе с использованием предлагаемого высокоскоростного транспортного средства (a high-speed detection vehicle). С учетом того, что сбор данных с использованием транспортного оборудования будет осуществляться ежегодно, а СУДА будет проводить анализ и экономическую оценку и содействовать долгосрочному и среднесрочному планированию, роль изысканий «весна-осень» изменится. Как и в случае с традиционными системами эксплуатационного содержания

ISSN 3030-3907

дорог на международном уровне, основное внимание будет уделяться проверке того, какие экстренные и краткосрочные работы необходимы после зимнего (снег и дождь) и летнего (высокий температуры) воздействий на дорогу.

Таким образом, им необходимо будет сосредоточить внимание на состоянии дорожного покрытия и дренажных системах. Необходимо помнить о том, что вода является самым большим врагом эксплуатационного содержания, то есть она оказывает самое сильное и быстрое воздействие на разрушение дорожного покрытия (за исключением бетона). С учетом меняющейся роли Весенних и Осенних Осмотров представляется целесообразным, чтобы осмотры проводились технически подготовленным квалифицированным персоналом, а не комиссией. Это соответствует международной практике. И, отражая меняющуюся роль осмотров, полевые ведомости для сбора данных могут быть гораздо более простыми, при этом инспектируются лишь ключевые элементы, которые должны включать любые вопросы, связанные с безопасностью дорожного движения.

Заключение. В соответствии с международной практикой Осмотры должны Осмотры должны проводиться квалифицированными и компетентными инспекторами. Данные о состоянии дорог, получаемые в ходе Осмотров на Дорогах, используются при разработке будущих программ эксплуатационного содержания в поддержку общих целей Системы

Управления Дорожными Активами. Осмотры на Дорогах предназначены для выявления, регистрации и определения приоритетности мер по устранению дефектов, которые могут представлять непосредственную опасность или создавать значительные неудобства для любых участников дорожного движения (чрезвычайные ситуации) или могут повлиять на конструктивное состояние дорожного сооружения или актива. Кроме того, они используются для выявления менее значительных дефектов, которые могут быть включены в будущие программы планового/профилактического эксплуатационно-технического содержания, или для указания на то, что требуется более тщательный технический осмотр.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Научно-исследовательский гидрометеорологический институт «ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ». СНиП 3.06.03-08 «АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ». ИҚН 05-2011 Автомобиль йўлари ҳолатини баҳолаш ва диагностика.
2. Ахунов Р. Ю. ШАҲАР КЎЧА-ЙЎЛ ТАРМОҒИДАГИ МАГИСТРАЛ ЙЎЛЛАРДА ТАШКИЛ ҚИЛИНГАН ВА ТАШКИЛ ҚИЛИНМАГАН

ISSN 3030-3907

АВТОМОБИЛЛАР ТЎХТАШ ЖОЙЛАРИНИНГ ТАҲЛИЛИ //Новости образования: исследование в XXI веке. –2024. – Т. 2. – №. 21. – С. 145-152.
3. Ахунов, Рустам Юсупович. "ШАҲАР КЎЧА-ЙЎЛ ТАРМОҒИДАГИ
4. МАГИСТРАЛ ЙЎЛЛАРДА ТАШКИЛ ҚИЛИНГАН ВА ТАШКИЛ ҚИЛИНМАГАН
5. АВТОМОБИЛЛАР ТЎХТАШ ЖОЙЛАРИНИНГ ТАҲЛИЛИ." Новости образования:исследование в XXI веке 2.21 (2024): 145-152.
6. Ахунов, Р. Ю. (2024). ШАҲАР КЎЧА-ЙЎЛ ТАРМОҒИДАГИ МАГИСТРАЛ ЙЎЛЛАРДА ТАШКИЛ ҚИЛИНГАН ВА ТАШКИЛ ҚИЛИНМАГАН АВТОМОБИЛЛАР ТЎХТАШ ЖОЙЛАРИНИНГ ТАҲЛИЛИ. Новости образования: исследование в XXI веке, 2(21), 145-152.
7. Ахунов, Рустам Юсупович. "ШАҲАР АҲОЛИСИНИНГ ЎСИШИ ВА АВТОМОБИЛЛАШТИРИШ ДАРАЖАСИ ТАҲЛИЛИ." PEDAGOG 7.5 (2024): 111-117.

ISSN 3030-3907

SHOVQIN TUSHUNCHASI VA INSON HAYOTIGA TA’SIRI (TARIXIY TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY YONDASHUVLAR ASOSIDA)

Sh.G. Musayev

Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqola shovqin tushunchasining tarixiy boshlanishi, uning inson hayotiga ta’siri hamda akustikaning zamonaviy rivojlanish bosqichlarini tahlil qilishga bag‘ishlangan. Tadqiqotning asosiy maqsadi — shovqinni qadimiy manbalar, ilmiy nazariyalar va texnik yechimlar asosida izchil ko‘rib chiqish hamda shovqinga qarshi kurashda samarali yondashuvlarni ilmiy jihatdan asoslashdir. Metod sifatida tarixiy adabiyotlarni o‘rganish, fizik formulalarni tahlil qilish, muhandislik akustikasi bo‘yicha ilmiy manbalardan foydalanish va shovqinga qarshi amaliy choralarni umumlashtirish yo‘li tanlangan. Maqolada shovqin haqida ilk ma’lumotlar qadimgi Mesopotamiya va Yunonistondan boshlab tahlil qilinadi, Rim davridagi transport shovqinlari va ularni cheklash tajribasi keltiriladi. XIX–XX asrlarda akustika sohasi jadal rivojlanib, o‘lchash asboblari, akustik nazariyalar va texnik yechimlar shakllangan. Natijalar bo‘limida shovqinga qarshi kurashning uch bosqichi (urushdan oldingi, urushdan keyingi va zamonaviy davr) haqida ma’lumot berilgan. Jadval asosida XX asrda konditsionerlar, avtomobillar, qurilish mashinalari, reaktiv samolyotlar va boshqa obyektlarda shovqin darajasini 15–30 dBA ga pasaytirish mumkin bo‘lgani ilmiy dalillar bilan ko‘rsatilgan. Muhokama qismida tovushning tarqalishi, to‘lqin tezligi, chastota, intensivlik, energiya zichligi va tovush quvvati kabi fizik kattaliklar tahlil qilinadi. Ushbu nazariy asoslar shovqinga qarshi amaliy choralarni ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega ekani isbotlangan. Xulosa sifatida, maqola shovqinning tarixiy va nazariy jihatlarini birlashtirib, inson salomatligi hamda mehnat muhofazasida qo‘llash mumkin bo‘lgan ilmiy-amaliy yechimlarni taqdim etadi. Natijalar sanoat va transport sohalarida shovqinni kamaytirish, ish joylarini gigiyenik me’yorlarga moslashtirish hamda shahar muhitida akustik xavfsizlikni ta’minlash uchun qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: akustika tarixi, shovqinni pasaytirish, shovqin omili, shovqinga qarshi kurash choralari, shovqinni o‘lchash, shovqinni inson hayotiga ta'siri, shovqin bo‘yicha tadqiqotlar

Аннотация: Данная статья посвящена историческому началу понятия шума, его влиянию на жизнь человека, а также анализу современных этапов развития акустики. Основная цель исследования-последовательный обзор шума на основе древних источников, научных теорий и технических решений, а также научное обоснование эффективных подходов к борьбе с

ISSN 3030-3907

шумом. В качестве метода был выбран способ изучения исторической литературы, анализа физических формул, использования научных ресурсов по инженерной акустике и обобщения практических мер по борьбе с шумом. В статье анализируются самые ранние данные о шуме, начиная с древней Месопотамии и Греции, приводятся транспортные шумы римской эпохи и опыт их ограничения. В XIX-XX веках бурно развивалась область акустики, формировались измерительные приборы, акустические теории и технические решения. В разделе результатов представлена информация о трех этапах борьбы с помехами (довоенный, послевоенный и современный периоды). На основании таблицы научно доказано, что в XX веке уровень шума в кондиционерах, автомобилях, строительной технике, реактивных самолетах и других объектах можно снизить на 15-30 дБА. В разделе Обсуждения анализируются физические величины, такие как распространение звука, скорость волны, частота, интенсивность, плотность энергии и мощность звука. Эти теоретические основы оказались важными при разработке практических мер по борьбе с помехами. В заключение, в статье сочетаются исторические и теоретические аспекты шума и предлагаются научно-практические решения, которые могут быть применены к здоровью человека, а также к охране труда. Результаты могут быть применены к снижению шума в промышленности и на транспорте, приведению рабочих мест в соответствие с гигиеническими стандартами и обеспечению акустической безопасности в городских условиях.

Ключевые слова: история акустики, шумоподавление, фактор шума, меры борьбы с шумом, измерение шума, влияние шума на жизнь человека, исследования шума

Annotation: This article is devoted to the historical beginning of the concept of noise, its impact on human life and the analysis of the stages of modern development of acoustics. The main purpose of the study is to consistently consider noise on the basis of ancient sources, scientific theories and technical solutions, and to scientifically substantiate effective approaches to the fight against noise. As a method, a path was chosen to study historical literature, analyze physical formulas, use scientific sources in engineering acoustics, and summarize practical measures against noise. The article analyzes the first information about noise, starting from ancient Mesopotamia and Greece, cites the experience of traffic noise and their limitation in the Roman period. During the 19th and 20th centuries, the field of acoustics developed rapidly, forming measuring instruments, acoustic theories and technical solutions. The results section details the three phases of anti-noise (pre-war, post-war and modern times). Based on the table, it is indicated by scientific

ISSN 3030-3907

evidence that in the 20th century it was possible to reduce noise levels to 15-30 dBA in air conditioners, cars, construction machines, jet aircraft and other facilities. The discussion section analyzes physical magnitudes such as sound propagation, wave velocity, frequency, intensity, energy density, and sound power. It has been proven that these theoretical foundations are important in the development of practical measures against noise. As a conclusion, the paper combines historical and theoretical aspects of noise to provide scientific and practical solutions that can be applied to human health as well as labor protection. The results can be applied in the industrial and transportation sectors to reduce noise, adapt jobs to hygienic standards, and provide acoustic safety in urban environments.

Keywords: acoustics history, noise reduction, noise factor, noise control measures, noise measurement, noise impact on human life, noise research

Kirish

Akustika — tovush tabiatini o‘rganuvchi fan sifatida eng qadimgi ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Unda inson hayot faoliyatiga bevosita ta’sir ko‘rsatuvchi omil — shovqin alohida o‘rganish obyekti sifatida ajralib turadi. Shovqinning inson salomatligi, mehnat unumdorligi va psixologik holatiga salbiy ta’siri tarixan turli fan vakillari tomonidan tahlil etilgan bo‘lib, u bugungi kunda ham muhim ilmiy-tadqiqot yo‘nalishlaridan biri bo‘lib qolmoqda. Shovqin haqidagi ilk qayd etilgan shikoyat miloddan avvalgi ikkinchi ming yillikka tegishli bo‘lib, u Mesopotamiya eposi “Atraxasis”ning bir qismida uchraydi. Unda shovqin odamlarni uyqudan mahrum qilishi haqida so‘z yuritilgan[1].

Insoniyat o‘z mavjudligining ilk davrlaridanoq shovqin muammosiga duch kelgan. Mashhur “Gilgamesh dostoni”da Buyuk to‘fon insoniyatning haddan ziyod shovqin chiqarishi va shu bilan Xudoning g‘azabini keltirishi oqibatida yuzaga kelgan jazo sifatida talqin etiladi.

Qadimgi Yunonistonda shovqindan himoyalanish uchun sanitariya hududlarini tashkil etishning dastlabki urinishlari amalga oshirilgan. Sibaris shahri aholisi hokimiyatdan shovqinli ishlab chiqarish korxonalarini shahar devorlaridan tashqariga ko‘chirishni talab qilgan edi.

Rim qadimgi dunyoning eng shovqinli shahri bo‘lgan. U yerdagi asosiy shovqin manbasi gumburlab yuradigan aravalar bo‘lgan. Rimlik yozuvchi Marsial “Kechalari uyga kirib kelayotgan shovqinni eshitganimda, go‘yo butun Rim mening yotoqxonamdan o‘tayotgandek tuyuladi” deb, shovqindan chekayotgan azoblaridan o‘ziga xos tarzda shikoyat qilgan. Gay Yuliy Sezar tungi paytlarda Rim bo‘ylab gumburlaydigan aravalarning harakatlanishini man etgan.

Shovqin bezovtalik manbai sifatida, XVIII asrda Angliyada qayd etilgan. Bu hodisa, xususan, cherkov qo‘ng‘iroqlarining kechayu kunduz to‘xtovsiz

ISSN 3030-3907

jaranglashi bilan bog‘liq bo‘lib, odamlarning uyqusiga jiddiy zarar yetkazgan. XIX asrning mashhur ingliz vrachi Tomas Moor “Londonning kunduzgi shovqini juda dahshatli” deb yozgan[2].

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Akustikani o‘rgangan qadimgi yunon matematigi Pifagor (miloddan avvalgi VI asr) ton balandligi va tor uzunligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlagan. Leonardo da Vinchi Uyg‘onish davrida (XV-XVI asrlar) tovushning aks etishini o‘rgangan. Fizikaning tebranish va to‘lqinlarni o‘rganuvchi sohasi sifatida akustikaning matematik asoslari XVIII asrda I. Nyuton tomonidan yaratilgan. XIX asrda nemis olimi G. Gelmgols eshitish nazariyasini ishlab chiqdi va fiziologik akustika sohasida muhim natijalarga erishdi. XIX asrning ikkinchi yarmida AQShda amaliy akustika sohasida muhim ixtirolar qilingan: G. Bel telefonni, T. Edison esa fonografni yaratdi. XIX asr oxirida J.U. Releyning klassik akustika yutuqlarini umumlashtirgan mashhur “Tovush nazariyasi” asari paydo bo‘lgan[2].

XX asr akustikaning gurkirab rivojlangan, bilim va texnikaning ko‘pgina sohalarida eng keng tarqalgan davri bo‘ldi. Radio ixtirosi elektroakustikaning rivojlanishiga turtki bo‘ldi, sovet olimi С.Я. Соколов ultratovush defektoskopiyasini yaratdi, ingliz akustigi va matematigi J.Laytxill yangi fan - aeroakustikaga asos soldi, fransuz fizigi P.Lanjeven gidroakustika asoslarini ishlab chiqdi. Arxitektura-qurilish akustikasi, nochiziqli akustika, qattiq jismlar akustikasi, atmosfera akustikasi, nutq va eshitish muammolari bilan shug‘ullanuvchi psixofiziologik akustika paydo bo‘ldi[2].

Sivilizatsiya rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlari sezilarli darajada o‘zgardi. Nemis akustigi prof. M. Xekl asosiy tendensiyasi “ko‘proq, tezroq, yuqoriroq” bo‘lgan texnologiyalar zamonaviy bosqichda “yaxshiroq, xavfsizroq, tinchroq” tendensiyasiga ega bo‘lgan yangi texnologiyalar bilan almashtirilganini ta’kidlagan[2].

Akustikaning amaliy sohalari orasida muhandislik akustikasi (yoki vibroakustika, texnik akustika) alohida o‘rin egallaydi. U ish joylarida va atrof-muhitda ortiqcha shovqin hamda tebranishlarga qarshi kurashish bilan shug‘ullanadi. Muhandislik akustikasining vujudga kelishi va taraqqiyoti ko‘plab olimlarning izlanishlari natijasida yuz bergan. Ular qatoriga L. Beranek, V.I. Zaborov, I.I. Klyukin, S.D. Kovrigin, A.Ye. Kolesnikov, L. Kremer, M. Kroker, G. Kurtse, J. Laythill, L.M. Lyamshev, V.T. Lyapunov, Z. Maekava, E.L. Mishinskiy, L.L. Myasnikov, A.S. Nikiforov, G.L. Osipov, M.S. Sedov, Ye. Skuchik, B.D. Tartakovskiy, M. Hekl, Ye.Ya. Yudin va boshqa ko‘plab olimlar kiradi[2].

NATIJALAR. XIX asr oxiri - XX asr boshlariga kelib, shovqin masalasi insoniyatni jiddiy tashvishga sola boshladi. 1850-yilda Bostonda shovqinga qarshi

ISSN 3030-3907

kurashga bag‘ishlangan birinchi munitsipal qonun qabul qilindi. 1898-yilda Nyurnbergda birinchi jamoat tashkiloti - Transport shovqiniga qarshi kurash ligasi tashkil etildi, 1908-yilda dunyoda birinchilardan bo‘lib shovqinga qarshi kurash bo‘yicha nemis jamiyatiga asos solindi, 1909-yilda esa Londonda ushbu muammoga bag‘ishlangan birinchi konferensiya o‘tkazildi. Konferensiyada sakkiz mamlakat vakillari ishtirok etdi. Bu bosqichda shovqinga qarshi kurash shifokorlar yoki huquqshunoslarning tarqoq noroziliklari, alohida nashrlar, kampaniyalardan iborat edi. Ammo shu bilan birga, shovqin va tebranishlarni o‘rganish va ularga qarshi kurashish bilan shug‘ullanadigan yangi bilim sohasi - muhandislik akustikasi uchun ilmiy asos tayyorlanayotgan edi.

To‘lqin akustikasi asoslari J.U. Releу tomonidan umumlashtirilgan, keyinchalik uni F. Morz, Ye. Skuchik va boshqalar rivojlantirgan. Geometrik akustikaning asoschisi G. Eyring bo‘lgan, statistik akustikaning asoschisi esa U. Sebin edi.

XX asrda shovqinga qarshi kurash tarixi 1920-yillarda boshlangan va uchta shartli bosqichga bo‘linishi mumkin:

1) urushdan oldingi (1920-1930-yillar);
2) urushdan keyingi (1950-1970-yillar);
3) zamonaviy (1980-yillar boshidan hozirgi kungacha).

Urushdan oldingi davrda (1920-1930-yillar) birinchi shovqin o‘lchagichlar yaratildi, ba’zi shovqin manbalarini (xususan, samolyotlarni) miqdoriy o‘rganish boshlandi, tovush izolyatsiyasi, tovush yutilishi, tovush tarqalishi sohasida birinchi puxta tadqiqotlar amalga oshirildi.

Urushdan keyingi davrda (1950-1970-yillar) muhandislik akustikasining shakllanishi sodir bo‘ldi. Bu yillarda amalga oshirilgan barcha ilmiy ishlar va hal qilingan muammolarni sanab o‘tish qiyin. Ulardan faqat ba’zilarini keltirsak bo‘ladi: yangi tadqiqot usullarini ishlab chiqish; yuqori aniqlikdagi akustik apparaturalarni konstruksiyalash; yangi akustik materiallarni yaratish; manbada tovush hosil bo‘lishi bilan bog‘liq chuqur tadqiqotlar; shovqindan himoyalovchi konstruksiyalarni ishlab chiqish va ularning xususiyatlarini o‘rganish; turli xil o‘lchash usullarini ishlab chiqish.

1-jadvalda amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan ushbu yutuqlarning ba’zilari ko‘rsatilgan. Jadvalda keltirilgan ro‘yxatni yana davom ettirish mumkin edi, biroq hatto shu ma’lumotlardan ham ko‘rinib turibdiki, o‘tgan 45-50 yil ichida ko‘plab mashinalar, qurilmalar, transport vositalari va agregatlar uchun shovqin darajasi 15-30 dBA ga pasaytirildi. Bu juda samarali natija hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

1-jadval

XX asrning ikkinchi yarmida shovqin pasayishi.

Obyekt	Tovush balandligi, dBA		Tovush pasayishiga erishildi, dBA
	1950-yillar - 1960-yillarning boshlari	2000-yil boshi	
Konditsionerlar	80-85	45-50	35
Sovutgichlar	55-70	30-35	25-35
Liftlar (ichkari)	60-70	40-50	20 dan ortiq
Yengil avtomobillar (salonda)	90-95	72-75	15-20
Qurilish mashinalari	95-105	80-85	15-20
Traktorlar (kabinada)	95-100	75-80	20 dan ortiq
Reaktiv samolyotlar (salonda)	95-100	80-85	15
Reaktiv samolyotlar (tashqarida)	120-125	80-90	30-35
Ko‘chma kompressor stansiyalari	95-100	65-75	25-30
Dizelli teploxodlarning mashina bo‘limlari	95-115	80-85	15-30
	105-115	80-85	25-30
Temir yo‘lni ta’mirlash uchun og‘ir mashinalar	95-100	85-90	10-15
Yog‘ochga ishlov berish stanoklari			

MUHOKAMA. *Tovush* - elastik muhitdagi zarrachalarning biror manba ta’sirida yuzaga keladigan tebranma harakati bo‘lgan elastik to‘lqinlardir.

Tovush maydoni - tovush to‘lqinlari tarqaladigan muhitr. Tovush maydonida siyraklanish va siqilish deformatsiyalari hosil bo‘ladi, bu esa muhitning har qanday nuqtasida bosimning atmosfera bosimiga nisbatan o‘zgarishiga olib keladi. Mazkur bosimlar orasidagi farq tovush bosimi (p) deb yuritiladi.

Elastik to‘lqinlar tarqaladigan muhitga qarab, tovush *havo* va *strukturaviy* bo‘linadi.

Havo tovushi-tovushni manbadan kuzatuv nuqtasiga havo orqali yoki o‘rab turgan inshootlar orqali uzatish natijasida hosil bo‘lgan tovush maydoni.

Strukturaviy tovush- to‘siq konstruksiyalarning tebranishi natijasida yuzaga keladigan shovqin tufayli hosil bo‘lgan tovush maydonining tarkibiy qismidir

Ovoz tovush to‘lqinlarining tarqalish *tezligi* va *harakatlanish yo ‘nalishi*, ular tomonidan muhitda hosil bo‘lgan *tovush bosimi, tovush energiyasini uzatish intensivligi* bilan tavsiflanadi.

ISSN 3030-3907

Tovush tezligi u tarqaladigan muhitning xususiyatlariga bog‘liq bo‘lib, muhitning zichligi va elastikligiga, gaz muhit uchun esa haroratga bog‘liq funksiya hisoblanadi.

Tovushning havodagi tezligi quyidagicha ifodalanadi:

$$c = 332 + 0{,}6 \cdot t_c \qquad (1.1)$$

bu yerda t - atrof-muhit haroratidir.

Harorat 20°S bo‘lganda, tovushning tezligi havoda 340 m/s, suvda 1490 m/s va po‘latda 5039-5177 m/s ga teng bo‘ladi.

f chastotali garmonik (sinusoidal) tebranishlar manbai tezlikka ega bo‘lgan tovush to‘lqinini hosil qiladi.

$$c = \lambda \cdot f \qquad (1.2)$$

bu yerda - λ tovush to‘lqini uzunligi.

Shovqinga qarshi kurash amaliyotida bu ifoda ko‘pincha chastota bilan to‘lqin uzunligi orasidagi bog‘liqlikni belgilaydigan shaklda qo‘llaniladi:

$$\lambda = \frac{c}{f} \qquad (1.3)$$

ya’ni, tovush chastotasi qancha katta bo‘lsa, tovush to‘lqin uzunligi shuncha kichik bo‘ladi va aksincha.

Masalan, agar chastota 1000 Gs ga teng bo‘lsa, u holda xona haroratida havodagi to‘lqin uzunligi 0,34 m, 250 Gs da - 1,3 m ga yaqin, 4000 Gs da - 0,09 m bo‘ladi. Harakatlanayotgan tovush to‘lqinida siyraklanish va siqilishlar navbatma-navbat paydo bo‘ladi. Tovushning tarqalishi muhit zarralarining to‘lqindagi harakati va tovush to‘lqinining muhitda ko‘chishi kabi mutlaqo turli hodisalar bilan ham xarakterlanadi. Odatda muhit zarralarining tebranma harakat tezliklari tovush tezligidan bir necha ming marta kichik bo‘ladi. Tovush to‘lqinlarining tarqalishi bilan bog‘liq bo‘lgan xususiyatlari tovush nuri va to‘lqin fronti hisoblanadi. Tovush nuri deb tovush to‘lqinlarining tarqalish chizig‘iga, tovush to‘lqinining fronti deb esa tebranish fazasi bir xil bo‘lgan nuqtalarni birlashtiruvchi sirtga aytiladi (masalan, siyraklanish fazasi).

Frontning shakliga ko‘ra tovush to‘lqinlarining uchta turi farqlanadi: *yassi* (to‘lqin tarqalish yo‘nalishiga normal bo‘lgan tekislik ko‘rinishidagi front), *sferik* (sferik front) va *silindrik* (silindrning yon sirti ko‘rinishidagi front).

Tovush to‘lqinining turi uning fazoda so‘nishiga ta’sir qilar ekan, amalda hech bo‘lmaganda taxminan to‘lqin turini aniqlash muhimdir. Agar yassi tovush manbai katta o‘lchamlarga ega bo‘lsa, uning yaqinida yassi to‘lqinlar paydo bo‘ladi va bu sohada tovush bosimi doimiy bo‘ladi. Manbadan uzoqlashgan sari yassi tovush to‘lqini barcha yo‘nalishlarda tarqaladigan sferik to‘lqinga aylanadi. To‘lqin fronti nafaqat tovush manbaining o‘lchamlari bilan, balki chastota (tovush to‘lqin uzunligi) bilan ham aniqlanishi mumkin. Past chastotalarda (katta to‘lqin

ISSN 3030-3907

uzunligida) front, odatda, sferik, yuqori chastotalarda va kichik to‘lqin uzunligida yassi bo‘ladi.

Tovush to‘lqinlarining tarqalish xususiyati atrofdagi muhitning ba’zi o‘ziga xosliklariga ham bog‘liq. Ochiq maydonda to‘siqlar bo‘lmaganda yuguruvchi to‘lqin tarqaladi, to‘siq mavjud bo‘lganda esa qaytgan tovush to‘lqinlari hosil bo‘ladi. Yuguruvchi to‘lqinda muhitdagi tovush bosimi (p) muhit zarrachalarining tebranish tezligi (v) ga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi. Proporsionallik koeffitsiyenti muhitning solishtirma akustik qarshiligi (pc) deb yuritiladi:

$$\frac{p}{v} = p \cdot c \qquad (1.4)$$

bu yerda ρ - muhitning zichligi.

Sferik tovush to‘lqini maydonida to‘lqin fronti (S) maydonining kengayishi natijasida tovush bosimi masofa (r) ga teskari proporsional ravishda o‘zgaradi:

$$S = \Omega \cdot \rho^2 \qquad (1.5)$$

bu yerda Ω - fazoviy nurlanish burchagi ($\Omega = 4 \cdot \pi$, agar tovush butun fazoga tarqalsa; yarim fazoga tarqalsada esa $\Omega = 2 \cdot \pi$ va h. k.).

Tovushning tarqalishi energiya uzatilishi bilan bog‘liq. To‘lqinning tarqalish yo‘nalishiga perpendikulyar bo‘lgan sirt birligi orqali vaqt birligi ichida o‘tadigan tovush energiyasining o‘rtacha oqimi tovush intensivligi deb ataladi. Yassi to‘lqin uchun intensivlik quyidagicha bo‘ladi:

$$I = \frac{p^2}{\rho \cdot c} \qquad (1.6)$$

Tovush intensivligi vektor bo‘lgani sababli, ba’zi amaliy holatlarda skalyar miqdor - tovush energiyasi zichligi qo‘llaniladi:

$$E = \frac{I}{c} \qquad (1.7)$$

Manbadan vaqt birligi ichida chiqadigan tovush energiyasining umumiy miqdori tovush quvvati deb ataladi:

$$W = I \cdot S \qquad (1.8)$$

Agar tovush bir nechta (n) manbadan fazalarning ixtiyoriy taqsimoti bilan chiqarilsa, u holda umumiy tovush quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$W_\Sigma = \sum_{i=1}^{n} W_i \qquad (1.9)$$

bu yerda W. - i-manbaning quvvati.

XULOSA. Maqolada shovqinning qadimgi davrlardan boshlab inson hayoti va faoliyatiga ta’siri keng qamrovda ko‘rib chiqildi. Tarixiy manbalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, shovqin muammosi qadimiy sivilizatsiyalar uchun ham dolzarb bo‘lgan va jamiyatning turmush tarziga bevosita ta’sir ko‘rsatgan. Ilmiy adabiyotlar hamda akustika sohasidagi yutuqlarni o‘rganish natijasida shovqinning salomatlik, mehnat unumdorligi va psixologik holatga zararli ta’siri ilmiy asoslangan holda isbotlandi. XX asrda muhandislik akustikasining shakllanishi

ISSN 3030-3907

shovqinni o‘lchash, baholash va kamaytirish usullarini rivojlantirish imkonini berdi. Jadval va statistik ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, sanoat va transport sohalarida shovqinni 15–30 dBA gacha pasaytirishga erishilgan.

Tovush to‘lqinlarining tarqalishi, intensivlik, energiya zichligi va quvvat kabi fizik kattaliklar nazariy jihatdan tahlil qilinib, ularning amaliy yechimlar ishlab chiqishda ahamiyati yoritildi. Bu nazariy asoslar akustik ekranlar, tovush yutuvchi materiallar va konstruktiv yechimlarni ishlab chiqishda ilmiy asos vazifasini bajaradi.

Umuman olganda, maqola shovqin masalasini tarixiy, nazariy va amaliy jihatdan yaxlit ko‘rib chiqib, inson salomatligi va mehnat muhofazasini ta’minlashda samarali choralarni ishlab chiqishga xizmat qiladi. Olingan natijalar sanoat korxonalari, transport infratuzilmalari hamda shahar muhitida shovqinga qarshi kurash bo‘yicha amaliy qarorlar qabul qilishda qo‘llanishi mumkin

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Miedema H. M. On the definition of noise // Journal of Sound and Vibration. – 2007. – Vol. 304. – № 3–5. – P. 876–879.
2. Иванов Н.И. Инженерная акустика: теория и практика борьбы с шумом. – Москва: Издательство „Физматлит“, 2004. – 384 с.
3. GOST 12.1.003-2014. SSBT. Noise. General safety requirements.
4. Сулаиманов С.С., Мусаев Ш.Г. Sanitary and hygienic evaluation of working conditions and noise characteristics of equipment in the metalworking shop of the Tashkent passenger railcar construction and repair plant // Journal of Transport. – 2025. – Т. 2, № 2. – С. 189–194. – DOI: 10.56143/jot-journal.v2i2.288.
5. Сулаиманов С.С., Мусаев Ш.Г. Analysis of occupational diseases associated with noise pressure levels in workplaces of railway enterprise employees // Journal of Transport. – 2025. – Т. 2, № 2. – С. 186–188. – DOI: 10.56143/jot-journal.v2i2.287.
6. СанПиН РУз N 0325-16. – Утв. Главным государственным санитарным врачом Республики Узбекистан С. С. Сайдалиевым 01.02.2016 г. – Ташкент, 2016. – 28 с.

ISSN 3030-3907

SHOVQINNING ZARARLI TA’SIRI VA UNING TURLI MINTAQALARDA MUAMMOLI KO‘RSATKICHLARI

Sh.G. Musayev

Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqola shovqinning zararli ta’siri va uning turli mintaqalardagi muammoli ko‘rsatkichlarini tahlil qilishga bag‘ishlangan. Tadqiqotning asosiy maqsadi — ishlab chiqarish hamda atrof-muhit shovqini natijasida yuzaga keladigan eshitish va yurak-qon tomir tizimiga oid o‘zgarishlarni ilmiy dalillar asosida ko‘rsatish hamda ularning mintaqaviy farqlarini yoritishdir.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, sanoat taraqqiyoti va urbanizatsiya natijasida shovqin inson salomatligiga sezilarli xavf tug‘diruvchi global muammoga aylangan. Taxminlarga ko‘ra, dunyo aholisining 10 foizi eshitish qobiliyatining yo‘qolishidan aziyat chekmoqda va bu holatlarning yarmidan ko‘pi xavfli darajadagi shovqin ta’siri bilan bog‘liq. WHO o‘tkazgan tadqiqotlar 25 ta xavf omillari qatorida kasbiy shovqinning ham inson salomatligiga ta’sirini baholagan.

Yevropada yiliga 12 ming erta o‘lim, 48 ming yangi yurak ishemik kasalligi, millionlab aholida surunkali bezovtalik va uyqu buzilishlari shovqin bilan bevosita bog‘liq ekani aniqlangan. AQShda har yili 30 million ishchi, Janubi-Sharqiy Osiyoda esa 75–140 million ishchi xavfli shovqin darajalarida faoliyat yuritadi. Germaniyada 4–5 million ishchi mehnat bozorining 12–15 foizini tashkil etadi va ular WHO belgilagan xavfli darajalarga duch kelmoqda. Avstraliyada esa 10 yil davomida 80 mingdan ortiq erkak va 31 mingdan ortiq ayolda NIHL rivojlangan.

Shovqinning salbiy ta’siri faqat eshitish qobiliyati bilan cheklanmay, yurak-qon tomir, endokrin va asab tizimlarida ham kuzatilmoqda. Kuchli shovqin arterial gipertenziya, yurak urishining tezlashishi, puls va qon bosimining beqarorligi, sinus bradikardiya, bradiaritmiya va periferik qon aylanishi buzilishlariga olib keladi. Natijada shovqin kompleks kasbiy xavf omili sifatida ishchilarning mehnat unumdorligiga, salomatligiga va hayot sifatiga bevosita salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: shovqin, yurak-qon tomir kasalliklari, sanoat shovqini, eshitish qobiliyatining yo‘qolishi (NIHL), WHO tasnifi, kasbiy shovqin.

Annotation: this article is devoted to the analysis of the harmful effects of noise and its problematic indicators in different regions. The main objective of the study is to show the changes in the auditory and cardiovascular system caused by production and environmental noise on the basis of scientific evidence and to highlight their regional differences.

Literature analysis shows that noise as a result of industrial development and urbanization has become a global problem that poses a significant threat to human

ISSN 3030-3907

health. It is estimated that 10% of the world's population suffers from hearing loss, and more than half of these cases are associated with a dangerous level of noise exposure. Research conducted by WHO has assessed the impact of occupational noise on human health, among 25 risk factors.

In Europe, it has been found that 12,000 early deaths per year, 48,000 new heart ischemic disease, chronic restlessness in millions of populations, and sleep disorders are directly related to noise. 30 million workers operate annually in the United States, and 75-140 million workers operate in Southeast Asia at hazardous noise levels. In Germany, 4-5 million workers make up 12-15 percent of the labor market and are facing the dangerous levels that who has set.n Europe, it has been found that 12,000 early deaths per year, 48,000 new heart ischemic disease, chronic restlessness in millions of populations, and sleep disorders are directly related to noise. 30 million workers operate annually in the United States, and 75-140 million workers operate in Southeast Asia at hazardous noise levels. In Germany, 4-5 million workers make up 12-15 percent of the labor market and are facing the dangerous levels that who has set. In Australia, more than 80,000 men and more than 31,000 women developed NIHL over a 10-year period.

The negative effects of noise are not limited to hearing alone, but are also observed in the cardiovascular, endocrine and nervous systems. Strong noise leads to arterial hypertension, increased heart rate, instability of pulse and blood pressure, sinus bradycardia, bradyarrhythmia and peripheral circulatory disorders. As a result, noise as a factor of complex professional risk has a direct negative impact on labor productivity, health and quality of life of workers.

Keywords: noise, cardiovascular diseases, industrial noise, noise-induced hearing loss (NIHL), WHO classification, occupational noise.

Аннотация: эта статья посвящена анализу вредного воздействия шума и его проблемных показателей в различных регионах. Основная цель исследования-показать изменения в слуховой и сердечно-сосудистой системе, вызванные производственным и экологическим шумом, на основе научных данных, а также пролить свет на их региональные различия.

Анализ литературы показывает, что в результате промышленного развития и урбанизации шум стал глобальной проблемой, представляющей значительный риск для здоровья человека. По оценкам, 10 процентов населения мира страдает потерей слуха, и более половины этих случаев связаны с воздействием опасного уровня шума. Исследования, проведенные ВОЗ, оценивали влияние профессионального шума на здоровье человека среди 25 факторов риска.

ISSN 3030-3907

В Европе было обнаружено, что 12 тысяч преждевременных смертей в год, 48 тысяч новых случаев ишемической болезни сердца, хроническое беспокойство и нарушения сна у миллионов жителей напрямую связаны с шумом. В США ежегодно работает 30 миллионов рабочих, а в Юго-Восточной Азии-от 75 до 140 миллионов. В Германии 4-5 миллионов рабочих составляют 12-15% рынка труда, и они сталкиваются с опасными уровнями, установленными ВОЗ.опе было обнаружено, что 12 тысяч преждевременных смертей в год, 48 тысяч новых случаев ишемической болезни сердца, хроническое беспокойство и нарушения сна у миллионов жителей напрямую связаны с шумом. В США ежегодно работает 30 миллионов рабочих, а в Юго-Восточной Азии-от 75 до 140 миллионов. В Германии 4-5 миллионов рабочих составляют 12-15% рынка труда, и они сталкиваются с опасными уровнями, установленными ВОЗ. А в Австралии за 10 лет НХЛ развилась у более чем 80 000 мужчин и более 31 000 женщин. Негативное влияние шума проявляется не только на слух, но и на сердечно-сосудистую, эндокринную и нервную системы.

Сильный шум приводит к артериальной гипертензии, учащенному сердцебиению, нестабильности пульса и артериального давления, синусовой брадикардии, брадиаритмии и нарушениям периферического кровообращения. В результате шум как фактор сложного профессионального риска оказывает прямое негативное влияние на производительность труда, здоровье и качество жизни работников.

Ключевые слова: шум, сердечно-сосудистые заболевания, промышленный шум, потеря слуха (NIHL), классификация ВОЗ, профессиональный шум.

Kirish

Shovqin – bu tartibsiz, turli chastotalar va amplitudalar aralashmasidan iborat tovushlar majmui bo‘lib, u muhim ekologik va sog‘liq uchun xavfli omillardan biri hisoblanadi. 1910-yildayoq Nobel mukofoti laureati Robert Koch shovqin jamiyat uchun katta muammoga aylanishini bashorat qilib, “Bir kuni insoniyat shovqin balosiga vabo va xolera kabi qat’iy kurash olib borishiga to‘g‘ri keladi”, deb ta’kidlagan[5]. Shovqinning ishlab chiqarish korxonalarida ishchilarning sog‘lig‘iga ta’siri bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar dunyoning turli mintaqalarida keng olib borilgan. Bu sohada o‘tkazilgan tadqiqotlar shovqinning nafaqat eshitish organlariga, balki yurak-qon tomir, asab, ovqat hazm qilish tizimlari va boshqa hayotiy muhim organlarga salbiy ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi[1].

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Darhaqiqat, sanoat taraqqiyoti va urbanizatsiya natijasida shovqin intensivligi va spektri sezilarli

ISSN 3030-3907

darajada oshib, inson salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadigan global muammoga aylangan. Tadqiqotlar shovqinning inson organizmiga, ayniqsa eshitish tizimiga zararli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi.

Taxminan dunyo aholisining **10%** qismi eshitish qobiliyatining yo‘qolishidan aziyat chekadi, bu holatlarning **50%** esa xavfli darajadagi shovqin natijasida yuzaga kelganligi aniqlangan[8].

Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) ish sharoitidagi shovqinning global kasalliklarga ta’sirini baholash bo‘yicha keng qamrovli tadqiqot o‘tkazgan. Ushbu tadqiqot 25 ta turli xavf omillarining inson salomatligiga ta’sirini standartlashtirilgan usulda tahlil qilish tashabbusining bir qismi sifatida amalga oshirilgan[9]. Dastlab, ishlab chiqarish muhitida, masalan, to‘quv fabrikalarida shovqin ishchilarning eshitish qobiliyatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan. Ushbu muhitda uzoq vaqt davomida yuqori darajadagi shovqin eshitish qobiliyatining pasayishi va hatto butunlay yo‘qolishiga olib kelishi mumkinligi isbotlangan[7].

Shovqin butun Evropa bo‘ylab tobora ortib borayotgan muammo bo‘lib, atrof-muhit shovqinining uzoq muddatli ta’siri Yevropa hududida yiliga 12 000 erta o‘limga olib kelishi va 48 000 yangi yurak ishemik kasalligiga sabab bo‘lmoqda. Hisob-kitoblarga ko‘ra, 22 million kishi surunkali yuqori asabiylashishdan aziyat chekadi va 6,5 million kishi surunkali yuqori uyqu buzilishidan aziyat chekadi. Shovqin (ya’ni, avtomobil yo‘llari, temir yo‘llar, samolyotlar va sanoat korxonalari shovqini) inson salomatligiga eng katta xavf tug‘diruvchi ekologik omillar qatoriga kiradi. Har yili shovqin tufayli yuzaga keladigan salbiy ta’sirlar, jumladan, bezovtalik, uyqu buzilishi va yurak ishemik kasalligi oqibatida 1 yilda taxminan 1 million insonlarni o‘limiga olib kelmoqda [12].

Ishlab chiqarish xavfsizligi va sog‘liqni saqlash boshqarmasi (OSHA) ma’lumotlariga ko‘ra, har yili AQShda **taxminan 30 million ishchi** xavfli darajadagi shovqin ta’siriga uchraydi, Janubi-Sharqiy Osiyoda esa ushbu ko‘rsatkich **75-140 million ishchini tashkil etadi.** Ayniqsa, **Indoneziyada karlikning tarqalish darajasi 4,6% ni** tashkil etib, bu mintaqadagi yuqori ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi [11].

Germaniyada esa **4−5 million ishchi (mehnat bozorining 12−15%)** Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti tomonidan xavfli deb belgilangan shovqin darajalari ta’sir qiladi. Avstraliyadagi hozirgi ishlab chiqarish shovqini ta’sir darajalariga asoslanib, **10 yil davomida 80 000 dan ortiq erkak va 31 000 dan ortiq ayol ishchi ONIHL (kasbiy shovqin tufayli eshitish qobiliyatining yo‘qolishi) rivojlanishiga olib kelgan**[13].

ISSN 3030-3907

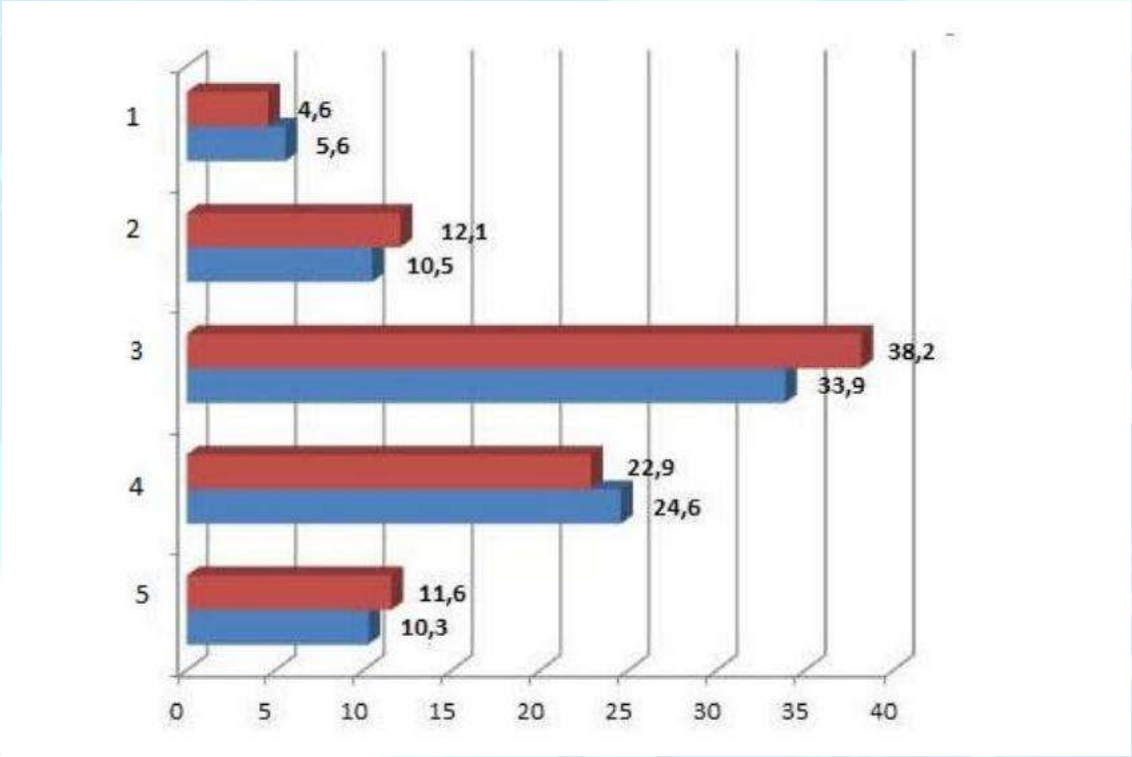
Prasetyowati va boshqalar tomonidan o‘tkazilgan tadqiqot NIHL ning har yili ortib borayotganini ko‘rsatdi. 2014-yilda NIHL tarqalish darajasi **19,1%** ni tashkil etgan bo‘lsa, 2015-yilda bu ko‘rsatkich **23,5%** gacha oshgan, 2016-yilda esa deyarli ikki baravarga ko‘tarilib, **57,4%** ga yetgan[10].

Aslida, shovqinning salbiy ta’siri inson salomatligiga kengroq zarar yetkazishi mumkin. Agar eshitish qobiliyatining yo‘qolishiga 76 dBA dan yuqori darajadagi shovqin sabab bo‘lsa, yurak-qon tomir, endokrin va asab tizimlarining faoliyatida buzilishlar allaqachon 40 dB(A) va undan yuqori darajadagi shovqin ta’sirida paydo bo‘la boshlaydi. Shovqin bosimi darajasi 85 dB dan oshganda, har bir qo‘shimcha desibel shovqin ta’sirida nevrotomir (nevrovascular) kasalliklar oldingi pastroq darajalar bilan solishtirganda olti oy avvalroq yuzaga keladi.

Shovqinning dastlabki ta’siri bosqichida yurak-qon tomir tizimidagi o‘zgarishlar funksional xarakterga ega bo‘ladi. Bunda yurak sohasida yoqimsiz hislar, sanchish hissi, asabiy-emotsional zo‘riqish natijasida paydo bo‘ladigan yurak urishining tezlashishi, puls va qon bosimining sezilarli darajada beqarorligi kuzatiladi. Elektrokardiogrammada sinus bradikardiyasi, bradiaritmiya, yurak ichki o‘tkazuvchanligining sekinlashishiga moyillik qayd etilishi mumkin. Shuningdek, qo‘l-oyoqlarning kapillyar spazmlari, ko‘z tubi tomirlarining torayishi va periferik qarshilikning oshishiga moyillik kuzatiladi. Kuchli shovqin ta’sirida qon aylanish tizimida yuzaga keladigan funksional o‘zgarishlar vaqt o‘tishi bilan tomirlarning tonusi doimiy o‘zgarishiga olib kelishi mumkin, bu esa arterial gipertenziyaning rivojlanishiga turtki bo‘ladi. Birinchi navbatda, sanoat shovqini hamda harakatlanayotgan transport vositalarining shovqini gipertenziv ta’sir ko‘rsatadi. Shovqinning bunday ta’siri uning intensivligi, chastotasi va davomiyligi bilan bevosita bog‘liqdir[15].

NATIJALAR. Shuni ta’kidlash joizki, shovqin ta’sirida bajariladigan ishlar ko‘pincha majburiy tana holatini saqlash, yuqori diqqatni jamlash yoki kuchli asabiy-emotsional zo‘riqishni talab qiladi. Bundan tashqari, bunday ishlar boshqa noqulay omillar – chang, tebranish, zaharli moddalar, noqulay mikroiqlim ta’siri bilan ham bog‘liq bo‘lishi mumkin (1-rasm). Ushbu omillarning barchasi shovqin ta’sirida yuzaga keladigan o‘zgarishlarning rivojlanish muddatini sezilarli darajada tezlashtiruvchi omillar sifatida qaraladi[15].

ISSN 3030-3907



1-rasm. Turli zararli omillar bo‘yicha sanoat jarohatlarining foiz nisbati (1 – bug‘lar va gazlar, 2 – chang aerozollari, 3 – shovqin, 4 – tebranish, 5 – yoritish) qizil grafik – 2018-yil, ko‘k grafik – 2019-yil.

So‘nggi tadqiqotlar shovqin yurak-qon tomir tizimiga oldin o‘ylanganidan ham katta zarar yetkazishini ko‘rsatmoqda. Masalan, W. Q. Gan va boshqalar tomonidan 20-69 yosh oralig‘idagi 5223 ishchining sog‘lig‘i holati o‘rganilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra, kasbiy ikki tomonlama eshitish qobiliyatining yo‘qolishi bilan yurak ishemik kasalligining rivojlanishi o‘rtasida bog‘liqlik mavjudligi aniqlangan. Ushbu bog‘liqlik ayniqsa 50 yoshgacha bo‘lgan ishchilar, shovqinli muhitda ishlovchilar, kam ma’lumotli ishchilar va chekuvchilar orasida kuchli ekani kuzatilgan.

Shuningdek, Kersten N. va Backe E. sanoat shovqini sharoitida, tovush bosimi darajasi 95-124 dB(A) bo‘lgan muhitda ishlaydigan erkaklarda miokard infarkti rivojlanishi bilan shovqin ta’siri o‘rtasida sezilarli bog‘liqlik mavjudligini aniqlashgan[14].

MUHOKAMA. Haddan tashqari shovqin ko‘plab salbiy oqibatlarga ega bo‘lgan keng tarqalgan ishlab chiqarish xavfi hisoblanadi. U qon bosimining oshishi, ish unumdorligining pasayishi, uyqu buzilishi, asabiylashish, stress, quloqda shovqin (tinnitus), shovqinga bog‘liq eshitish qobiliyatining yo‘qolishi (NIHL) va eshitish chegarasining vaqtinchalik pasayishiga sabab bo‘lishi mumkin. Ushbu omillar ichida eng jiddiy salomatlik muammosi **NIHL bo‘lib, u ichki quloqning nozik eshitish mexanizmlarining qaytarilmas zararlanishi**

ISSN 3030-3907

natijasida yuzaga keladi. NIHL odatda inson nutqining chastota diapazonini qamrab oladi va natijada og‘zaki muloqotga jiddiy to‘sqinlik qiladi[16].

Nelson kasbiy shovqinga bog‘liq eshitish qobiliyatining yo‘qolishi (NIHL) bilan bog‘liq **global epidemiologik ta’sir darajasini** aniqlash bo‘yicha hisob-kitoblar olib bordi. Ularning tahlillariga ko‘ra, **kasbiy shovqin ta’siridan kelib chiqqan kattalarda eshitish qobiliyatining yo‘qolishiga sabab bo‘luvchi ulushi (nisbiy hissa)** dunyoning turli mintaqalarida farqlangan. Osiyo mintaqasi bo‘yicha ushbu ko‘rsatkich **7% dan 21% gacha** bo‘lishi aniqlangan (1-jadvalga qarang). Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) tasnifiga ko‘ra Osiyo submintaqalarida yosh va jins bo‘yicha kasbiy shovqinga bog‘liq eshitish qobiliyatining yo‘qolishiga (NIHL) ta’sir etuvchi ulushi (nisbiy hissa, %)[17].

1-jadval

Ish sharoitida shovqin tufayli eshitish qobiliyatini yo‘qotishning mintaqalar bo‘yicha foiz ko‘rsatkichlari

Mintaqa	15 -29 yosh	30 -44 yosh	45 -59 yosh	60 -69 yosh	J ami
EUR-A (Isroil va boshqa Osiyo bo‘lmagan davlatlar)	Erkaklar: 20% Ayollar: 9%	Erkaklar: 20% Ayollar: 9%	Erkaklar: 19% Ayollar: 8%	Erkaklar: 3% Ayollar: 3%	Erkaklar: 13% Ayollar: 9%
EUR-B (Armaniston, Ozarbayjon, Gruziya, Qirg‘iziston, Tojikiston, Turkiya, Turkmaniston, **O‘zbekiston** va boshqa davlatlar)	Erkaklar: 36% Ayollar: 21%	Erkaklar: 33% Ayollar: 20%	Erkaklar: 23% Ayollar: 6%	Erkaklar: 15% Ayollar: 8%	Erkaklar: 24% Ayollar: 19%
EUR-C (Qozog‘iston, Rossiya va boshqa Osiyo bo‘lmagan davlatlar)	Erkaklar: 38% Ayollar: 24%	Erkaklar: 35% Ayollar: 22%	Erkaklar: 25% Ayollar: 15%	Erkaklar: 16% Ayollar: 8%	Erkaklar: 24% Ayollar: 18%
EMR-B (Bahrayn, Kipr, Eron, Iordaniya, Quvayt, Livan, Ummon, Qatar, Saudiya Arabistoni,	Erkaklar: 29%	Erkaklar: 27%	Erkaklar: 19%	Erkaklar: 12%	Erkaklar: 20%

ISSN 3030-3907

Suriya, BAA va boshqa davlatlar)	A yollar: 13%	A yollar: 12%	A yollar: 8%	A yollar: 5%	A yollar: 15%
EMR-D (Afg‘oniston, Iroq, Pokiston, Yaman va boshqa davlatlar)	Er kaklar: 25% A yollar: 15%	Er kaklar: 25% A yollar: 17%	Er kaklar: 18% Ayollar: 12%	Er kaklar: 12% A yollar: 7%	E rkaklar: 20% Ayollar: 13%
SEAR-B (Indoneziya, Shri-Lanka, Tailand)	Er kaklar: 32% A yollar: 23%	Er kaklar: 32% Ayollar: 23%	Er kaklar: 16% A yollar: 9%	Er kaklar: 23% Ayollar: 16%	E rkaklar: 26% A yollar: 19%
SEAR-D (Bangladesh, Butan, KXDR, Hindiston, Maldiv orollari, Myanma, Nepal, Sharqiy Timor)	Er kaklar: 28% A yollar: 15%	Er kaklar: 30% Ayollar: 12%	Er kaklar: 22% A yollar: 10%	Er kaklar: 24% A yollar: 9%	E rkaklar: 26% A yollar: 14%
WPR-A (Bruney, Yaponiya, Singapur va boshqa davlatlar)	Er kaklar: 20% A yollar: 12%	Er kaklar: 20% A yollar: 12%	Er kaklar: 14% A yollar: 8%	Er kaklar: 8% A yollar: 4%	E rkaklar: 16% A yollar: 7%
WPR-B (Kambodja, Xitoy, Laos, Malayziya, Mo‘g‘uliston, Filippin, Janubiy Koreya, Vetnam va boshqa davlatlar)	Er kaklar: 34% A yollar: 21%	Er kaklar: 32% A yollar: 23%	Er kaklar: 23% A yollar: 14%	Er kaklar: 18% A yollar: 8%	E rkaklar: 26% A yollar: 19%
Jahon bo‘yicha	Er kaklar: 26% Ayollar: 16%	Er kaklar: 29%	Er kaklar: 21%	Er kaklar: 13%	E rkaklar: 22%

ISSN 3030-3907

		A yollar: 19%	A yollar: 11%	A yollar: 6%	A yollar: 16%

Ushbu jadval Nelson va boshqalar (2005) tadqiqotiga asoslangan bo‘lib, ishlab chiqarishdagi shovqinning eshitish qobiliyatiga ta’siri bo‘yicha foiz ko‘rsatkichlarini aks ettiradi. Bu foizlar, muayyan mintaqadagi kasbiy shovqin ta’siridan kelib chiqqan eshitish qobiliyati yo‘qotishining umumiy ko‘lamini ko‘rsatadi.

XULOSA. O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, shovqin nafaqat eshitish qobiliyatining yo‘qolishi (NIHL), balki yurak-qon tomir, asab va endokrin tizimlar faoliyatida ham salbiy o‘zgarishlarni keltirib chiqaruvchi muhim kasbiy va ekologik xavf omilidir. Dunyo bo‘yicha har yili millionlab ishchilar va aholining keng qatlami xavfli darajadagi shovqinga duch kelmoqda, bu esa ishchi salomatligi va jamoat sog‘lig‘i uchun global muammo hisoblanadi.

Mintaqaviy ko‘rsatkichlar, jumladan Yevropada yurak ishemik kasalliklari va erta o‘lim holatlarining ortishi, AQSh hamda Janubi-Sharqiy Osiyoda millionlab ishchilarning xavfli shovqin darajalarida faoliyat yuritishi, Avstraliyada esa o‘n minglab ishchilarda NIHL rivojlanishi shovqin xavfining keng ko‘lamini tasdiqlaydi. Germaniyada mehnat bozorining sezilarli qismi WHO tomonidan xavfli deb baholangan shovqin bosimi darajalari ham ushbu muammoning jiddiyligini ko‘rsatadi.

Shovqin ta’sirida yurak-qon tomir tizimidagi funksional buzilishlar — yurak urishining tezlashishi, puls va qon bosimi beqarorligi, bradiaritmiya, kapillyar spazmlar va arterial gipertenziya — vaqt o‘tishi bilan surunkali kasalliklar rivojlanishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bois shovqinning intensivligi, chastotasi va davomiyligi bilan bog‘liq xavflarni baholash, himoya choralarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish zarur.

Umuman olganda, maqola shovqinning turli mintaqalardagi muammoli ko‘rsatkichlarini yoritib, uning inson salomatligi uchun ko‘p qirrali xavf omili ekanini tasdiqlaydi hamda kasbiy va ekologik shovqinga qarshi kurashishning ilmiy asoslangan choralarini ishlab chiqish zaruratini ta’kidlaydi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Сулаиманов С.С., Мусаев Ш.Г. Analysis of occupational diseases associated with noise pressure levels in workplaces of railway enterprise employees // Journal of Transport. – 2025. – Т. 2, № 2. – С. 186–188. – DOI: 10.56143/jot-journal.v2i2.287.

ISSN 3030-3907

2. European Environment Agency. Environment noise in Europe — 2020. — Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. — 84 p. — ISBN 978-92-9480-213-5. DOI: 10.2800/686249.
3. GOST 12.1.003-2014. SSBT. Noise. General safety requirements.
4. Сулаиманов С.С., Мусаев Ш.Г. Sanitary and hygienic evaluation of working conditions and noise characteristics of equipment in the metalworking shop of the Tashkent passenger railcar construction and repair plant // Journal of Transport. – 2025. – Т. 2, № 2. – С. 189–194. – DOI: 10.56143/jot-journal.v2i2.288.
5. Münzel T., Hahad O., va boshqalar. “The Adverse Effects of Environmental Noise Exposure on Oxidative Stress and Cardiovascular Risk”, 2018.
6. СанПиН РУз N 0325-16. – Утв. Главным государственным санитарным врачом Республики Узбекистан С. С. Сайдалиевым 01.02.2016 г. – Ташкент, 2016. – 28 с.
7. Thurston F.E. The worker’s ear: a history of noise-induced hearing loss // Journal of Occupational and Environmental Medicine. – 2013. – Vol. 55, № 12. – P. 147–157.
8. Yang L., Gutierrez D.E., Guthrie O.W. Systemic health effects of noise exposure // Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews. – 2024. – Vol. 27, No. 1. – P. 21–54. – DOI: 10.1080/10937404.2023.2280837.
9. Concha-Barrientos M., Campbell-Lendrum D., Steenland K. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. – Geneva: World Health Organization, 2004. – 98 p. – (WHO Environmental Burden of Disease Series, No. 9).
10. Prasetyowati I., Wahyuni I., Lestantyo D. The Effect of Noise Exposure on the Occurrence of Noise Induced Hearing Loss (NIHL) among Workers // Journal of Public Health in Indonesia. – 2019. – Vol. 3, No. 2. – P. 56–66. – DOI:10.15294/jphi.v3i2.597.
11. OSHA / NIOSH. Occupational Noise Exposure — Overview. – United States Department of Labor / Centers for Disease Control and Prevention, 2023. – [Internet manba].
12. Noise — European Environment Agency. Beating cardiovascular disease / Environmental risks: noise, air pollution, extreme temperature, chemicals & more. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2024. – [manba: EEA].
13. Si S. et al. Productivity burden of occupational noise-induced hearing loss in Australia: a life table modelling study //International journal of environmental research and public health. – 2020. – Т. 17. – №. 13. – С. 4667.
14. Kersten N., Backe E. A dynamic increase in the impact of noise on the human body, in particular, on cardiovascular. // IOP Conf. Series: Materials Science and

ISSN 3030-3907

Engineering. – 2021. – Vol. 1029. – P. 012110. DOI:10.1088/1757-899X/1029/1/012110.
15. Lekhman M., Shubitidze M., Litvinov A., Zanina I., Pashkova O., Kobzeva N. A dynamic increase in the impact of noise on the human body, in particular, on cardiovascular diseases // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2021. – Vol. 1029. – P. 012110. – DOI: 10.1088/1757-899X/1029/1/012110.
16. Subramaniam S., [va boshq.] Investigation of Noise Induced Hearing Loss Among Power Loom Workers // Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery. – 2024. – Vol. 76. – P. 5531–5541. DOI:10.1007/s12070-024-05025-8.
17. Nelson D.I., Nelson R.Y., Concha-Barrientos M., Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss // American Journal of Industrial Medicine. – 2005. – Vol. 48, No. 6. – P. 446–458. DOI: 10.1002/ajim.20223.
18. Aqsyari R., Sumardiyono S., Murti B. Meta-Analysis the Effect of Excessively Loud Sounds on Noise Induced Hearing Loss in Manufacturing Industry Workers //Journal of Epidemiology and Public Health. – 2023. – T. 8. – №. 2. – C. 275-283.
19. Shen H. et al. Genetic variation in APE1 gene promoter is associated with noise-induced hearing loss in a Chinese population //International archives of occupational and environmental health. – 2016. – T. 89. – C. 621-628.

ISSN 3030-3907

KIMYO FANINI O‘QITISHDA INNOVATSION METODLAR: ORGANIK MODDALAR SINTEZI ORQALI LABORATORIYA KO‘NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH

Ataniyazova Amina Seitniyazovna
Nukus shahri 31-IDUM kimyo fani o‘qituvchisi
E-mail: ataniyazovaamina00@gmail.com
Matniyazova Maftuna Jaqsimuratovna
Xo‘jayli tumani 29-sonli maktab kimyo fani o‘qituvchisi, QDU 2 -kurs magistranti.
E-mail: maftunamatniyazova08@gmail.com

Annotatsiya.Mazkur maqolada kimyo fanini o‘qitishda innovatsion metodlardan foydalanishning o‘ziga xos jihatlari hamda ularning ta’lim jarayoniga ta’siri ilmiy asosda tahlil qilinadi. Xususan, organik moddalar sintezi orqali talabalar laboratoriya mashg‘ulotlarida nazariy bilimlarini amaliy ko‘nikmalarga aylantirish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Tadqiqotda innovatsion metodlar yordamida ta’lim oluvchilarda ilmiy-tadqiqot faoliyatiga qiziqish uyg‘otish, ularning tahliliy fikrlash, ijodiy yondashuv va mustaqil qaror qabul qilish ko‘nikmalarini shakllantirish jarayoni yoritilgan. Shuningdek, maqolada laboratoriya ishlarida xavfsizlik qoidalariga rioya qilish, ekologik muammolarni hisobga olish hamda talabalarda mas’uliyatni oshirishning o‘rni alohida ta’kidlangan. Natijada, kimyo fanida innovatsion yondashuvlarni qo‘llash orqali nafaqat ta’lim samaradorligini oshirish, balki yoshlarni zamonaviy ilmiy izlanishlarga yo‘naltirish mumkinligi ilmiy jihatdan asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: kimyo ta’limi, innovatsion metodlar, organik sintez, laboratoriya ko‘nikmalari, ijodiy yondashuv, mustaqil fikrlash, ta’lim samaradorligi.

Annotation. This article examines the specific features of applying innovative methods in the teaching of chemistry and their impact on the effectiveness of the educational process. Particular emphasis is placed on the synthesis of organic compounds as one of the most effective tools for developing students’ laboratory skills. The study demonstrates that the integration of innovative approaches transforms theoretical knowledge into practical experience, fosters students’ interest in scientific research, and enhances their analytical thinking, creativity, and decision-making abilities. Furthermore, the article highlights the importance of observing laboratory safety protocols, considering ecological issues, and cultivating a strong sense of responsibility among learners. The findings suggest that the implementation of innovative strategies in chemistry education not only improves the quality and efficiency of learning, but also equips students with the necessary skills and motivation to engage in modern scientific research.

ISSN 3030-3907

Key words: chemistry education, innovative methods, organic synthesis, laboratory skills, creative approach, independent thinking, educational efficiency

Аннотация. В статье рассматриваются особенности применения инновационных методов в преподавании химии и их влияние на эффективность учебного процесса. Особое внимание уделяется синтезу органических соединений как одному из действенных способов формирования практических лабораторных навыков у студентов. Показано, что использование инновационных методик способствует превращению теоретических знаний в практический опыт, стимулирует интерес учащихся к научно-исследовательской деятельности, развивает аналитическое мышление, креативный подход и способность принимать самостоятельные решения. Кроме того, акцентируется значимость соблюдения правил безопасности в лаборатории, учета экологических факторов и воспитания у студентов чувства ответственности. Автор приходит к выводу, что применение инновационных подходов в обучении химии не только повышает результативность учебного процесса, но и открывает перед молодежью возможности для участия в современных научных исследованиях.

Ключевые слова: преподавание химии, инновационные методы, органический синтез, лабораторные навыки, креативный подход, самостоятельное мышление, эффективность обучения.

Kirish

Hozirgi davrda ta’lim tizimida innovatsion yondashuvlarni joriy etish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Kimyo fani nafaqat nazariy bilimlarni, balki amaliy ko‘nikmalarni ham talab qiladigan murakkab va serqirra soha bo‘lib, uning samarali o‘qitilishi uchun an’anaviy metodlar bilan bir qatorda zamonaviy pedagogik texnologiyalar va innovatsion usullardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, organik moddalar sintezi asosida tashkil etilgan laboratoriya mashg‘ulotlari talabalarda fanga qiziqishni oshirish, mustaqil fikrlashni rivojlantirish hamda nazariy bilimlarni amaliyotga tatbiq etish imkonini beradi. Bugungi globallashuv davrida kimyo fanini o‘qitish jarayonida innovatsion metodlardan foydalanish nafaqat o‘quv jarayonining samaradorligini ta’minlaydi, balki yosh avlodni ilmiy izlanishlarga jalb etish, ularni ijodkor, tashabbuskor va mas’uliyatli shaxs sifatida tarbiyalashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, laboratoriya mashg‘ulotlarida xavfsizlik qoidalariga rioya qilish, ekologik ongni shakllantirish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanishga o‘rgatish ham zamonaviy kimyo ta’limining ajralmas tarkibiy qismlaridan biridir. Shu nuqtai nazardan, ushbu maqolada kimyo fanini o‘qitishda innovatsion metodlarning, xususan, organik moddalar sintezi orqali laboratoriya ko‘nikmalarini rivojlantirishning nazariy va

ISSN 3030-3907

amaliy asoslari yoritiladi. Tadqiqotda talabalarning fanga bo‘lgan qiziqishini kuchaytirish, ijodiy va tanqidiy tafakkurini rivojlantirish, shuningdek, nazariy bilimlarni amaliy jarayonlarda qo‘llash ko‘nikmalarini shakllantirish imkoniyatlari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. So‘nggi yillarda ta’lim tizimida yangilanish va islohotlarning asosiy yo‘nalishlaridan biri bu — ta’lim jarayoniga innovatsion metodlarni keng joriy etishdir. Ayniqsa, tabiiy fanlarni, jumladan, kimyo fanini o‘qitishda innovatsion yondashuvlar o‘quvchilarning bilim darajasini oshirish, ularning amaliy ko‘nikma va malakalarini shakllantirishda muhim omil sifatida qaralmoqda. Kimyo fani nazariy bilim bilan cheklanmaydi, balki laboratoriya sharoitida tajriba, kuzatish va sintez orqali amalda qo‘llanadi. Shu sababli kimyo ta’limida organik moddalar sintezi asosida tashkil etilgan laboratoriya mashg‘ulotlari o‘quv jarayonining ajralmas qismi hisoblanadi. Mazkur yondashuv talabalar va o‘quvchilarda nafaqat nazariy bilimlarni puxta o‘zlashtirish, balki ilmiy-tadqiqot ko‘nikmalarini hosil qilish, masalaga ijodiy yondashish, analitik fikrlashni rivojlantirish imkonini beradi. Organik moddalar sintezi jarayonida bajariladigan amaliy ishlar orqali talabalar moddalar tuzilishi, reaksiyalar mexanizmi, sintez bosqichlari hamda xavfsizlik qoidalariga rioya etish bo‘yicha bilimlarni amaliyotda qo‘llashni o‘rganadilar.

Shuningdek, kimyo fanini o‘qitishda innovatsion metodlar qo‘llanilishi o‘quvchilarning ilmiy faoliyatga bo‘lgan qiziqishini orttiradi, ularni mustaqil ravishda tajribalar o‘tkazishga, ilmiy izlanishga va yangilik yaratishga yo‘naltiradi. Zamonaviy kimyo ta’limi jarayonida talabalarda ekologik ongni shakllantirish, tabiat va jamiyat o‘rtasidagi muvozanatni anglash, shuningdek, ilmiy kashfiyotlarning ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyotdagi rolini baholash ko‘nikmalarini rivojlantirish ham muhim hisoblanadi. Yuqoridagilardan kelib chiqib, maqolada kimyo fanini o‘qitishda innovatsion metodlarning, ayniqsa, organik moddalar sintezi orqali laboratoriya ko‘nikmalarini rivojlantirishdagi ahamiyati ilmiy asosda tahlil qilinadi. Mazkur yondashuv talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash bilan birga, ularni ilmiy-ijodiy faoliyatga yo‘naltiradi va ta’lim samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Bugungi kunda ta’lim tizimida sifat va samaradorlikni oshirish, talabalarni zamonaviy mehnat bozoriga mos kompetensiyalarga ega shaxslar sifatida tayyorlash dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, kimyo fanini o‘qitishda innovatsion metodlardan foydalanish ta’lim jarayoniga yangi imkoniyatlar olib kiradi. Chunki kimyo – nazariya va amaliyotning uzviy bog‘liqligiga asoslangan fan bo‘lib, uni samarali o‘qitish laboratoriya mashg‘ulotlari va tajribalar orqali amalga oshiriladi.

So‘nggi yillarda pedagogika va metodika sohasida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatmoqdaki, organik moddalar sintezi asosida tashkil etilgan laboratoriya

ISSN 3030-3907

mashg‘ulotlari talabalarda nafaqat amaliy ko‘nikmalarni, balki ilmiy-ijodiy tafakkurni ham rivojlantiradi. Bunday yondashuv talabalarda mustaqil izlanish, tahlil qilish va ilmiy natijalarni umumlashtirish qobiliyatini shakllantiradi. Shuningdek, raqamli texnologiyalar, interfaol metodlar, muammoli ta’lim va loyihaviy ishlarni kimyo ta’limiga tatbiq etish zamonaviy o‘qitish jarayonining ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Bu esa talabalarni nafaqat nazariy bilimga ega bo‘lishga, balki uni amaliyotda qo‘llash, yangi ilmiy g‘oyalar yaratish va hayotiy muammolarga innovatsion yechim topishga undaydi. Umuman olganda, kimyo fanini innovatsion metodlar asosida o‘qitish ta’lim sifatini oshirish, talabalarni mustaqil izlanishga yo‘naltirish va ularning kasbiy tayyorgarligini yangi bosqichga ko‘tarishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar tahlili. Kimyo fanini o‘qitishda innovatsion metodlardan foydalanish masalasi ko‘plab olimlar tomonidan tadqiq etilgan. Jumladan, pedagogika sohasidagi ayrim manbalarda zamonaviy ta’lim jarayonida interfaol metodlar va laboratoriya mashg‘ulotlarini samarali tashkil etish masalalari yoritilgan. Mualliflar fikricha, amaliy mashg‘ulotlar nazariy bilimlarni mustahkamlashda, talabalarda mustaqil fikrlashni shakllantirishda asosiy omillardan biridir [1].

Boshqa tadqiqotlarda kimyo fanida organik sintez asosida olib boriladigan tajribalar o‘quvchilarda ilmiy-tadqiqot ko‘nikmalarini shakllantirish, ijodiy yondashuvni rivojlantirish hamda nazariy bilimlarni amaliyotda qo‘llash imkoniyatini kengaytirishi ta’kidlangan [2].

Shuningdek, ayrim manbalarda laboratoriya mashg‘ulotlarida xavfsizlik qoidalariga rioya qilish, ekologik madaniyatni shakllantirish hamda talabalarni mas’uliyatli shaxs sifatida tarbiyalash muhimligi qayd etilgan. Bunda innovatsion metodlarning o‘quvchilarning motivatsiyasini oshirishdagi o‘rni alohida e’tiborga loyiqdir [3].

Xorijiy adabiyotlarda esa kimyo ta’limida raqamli texnologiyalar va innovatsion pedagogik yondashuvlarning integratsiyasi masalalari ko‘rib chiqilgan. Ularning fikricha, nazariy va amaliy bilimlarni uyg‘unlashtirish orqali talabalarda ijodkorlik, tanqidiy tafakkur va muammoli vaziyatlarni hal qilish kompetensiyalari shakllantirilishi mumkin [4].

Umuman olganda, mavjud ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, kimyo fanida innovatsion metodlardan, xususan, organik moddalar sintezidan foydalanish ta’lim samaradorligini oshirish, laboratoriya ko‘nikmalarini rivojlantirish hamda talabalarda ilmiy-ijodiy faoliyatga bo‘lgan qiziqishni kuchaytirishda muhim omil hisoblanadi. Bundan tashqari, ayrim manbalarda ta’lim jarayonida loyiha ishlari va ijodiy topshiriqlardan foydalanish samarali natija berishi ta’kidlangan. Chunki

ISSN 3030-3907

talaba sintez jarayonida nafaqat tayyor bilimni o‘zlashtiradi, balki yangi yechimlar topishga harakat qiladi, bu esa uning mustaqil izlanish ko‘nikmasini rivojlantiradi [5].

Yana bir tadqiqotda kimyo fanini o‘qitishda kompetensiyaviy yondashuv asosida ishlab chiqilgan metodik tavsiyalar samarali natija bergani ko‘rsatilgan. Mualliflar talabalarda faqat nazariy bilim emas, balki kommunikativ, amaliy va tadqiqotchilik ko‘nikmalarini shakllantirishni asosiy maqsad qilib qo‘yganlar [6].

Shuningdek, ayrim xorijiy manbalarda kimyo ta’limini fanlararo integratsiya asosida tashkil etish samarali natijalar berishi qayd etilgan. Bunda kimyo biologiya, ekologiya, texnologiya va axborot texnologiyalari bilan integratsiyalashgan holda o‘qitilganda, talabalar bilimni yanada chuqurroq o‘zlashtirishi, uni turli sohalarda qo‘llash imkoniyatini ko‘rishi mumkinligi ta’kidlanadi [7].

Umuman olganda, mavjud ilmiy manbalar shuni ko‘rsatadiki, kimyo fanida innovatsion metodlardan, xususan, organik moddalar sintezidan foydalanish ta’lim samaradorligini oshirishda, laboratoriya ko‘nikmalarini rivojlantirishda, talabalarda ilmiy-ijodiy faoliyatga bo‘lgan qiziqishni kuchaytirishda, shuningdek, ularni mustaqil va tanqidiy fikrlashga o‘rgatishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Materiallar va metodlar. Ushbu tadqiqot kimyo fanini o‘qitishda innovatsion metodlardan foydalanish, xususan, organik moddalar sintezi asosida laboratoriya ko‘nikmalarini rivojlantirishni o‘rganishga qaratildi. Tadqiqot ishlari o‘quv jarayonida amaliy mashg‘ulotlar, laboratoriya tajribalari hamda innovatsion pedagogik texnologiyalarni qo‘llash orqali amalga oshirildi.

Materiallar:

1. Laboratoriya jihozlari – probirkalar, kolbalar, pipetkalar, spirt lampalari, issiqlikka chidamli idishlar, tortish tarozilari, himoya vositalari (ko‘zoynak, qo‘lqop, xalat).
2. Kimyoviy moddalar – oddiy organik sintez uchun zarur reagentlar (etanol, sirka kislotasi, sulfat kislota katalizatori va boshqa asosiy reaktivlar).
3. Axborot manbalari – kimyo bo‘yicha o‘quv qo‘llanmalar, elektron darsliklar, ilmiy maqolalar va onlayn laboratoriya dasturlari.
4. Texnik vositalar – proyektor, kompyuter, interaktiv doska va taqdimot materiallari.

Metodlar:

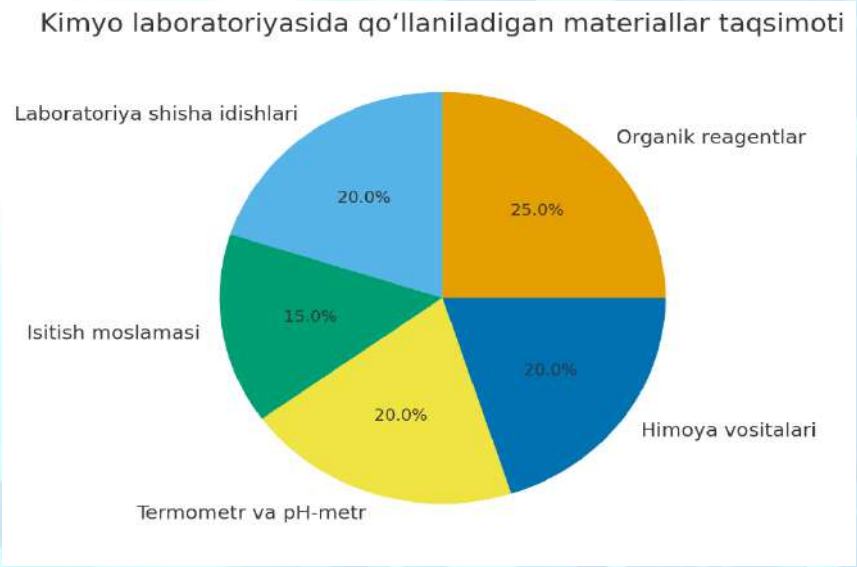
- Nazariy tahlil – kimyo ta’limi va innovatsion metodlarga oid ilmiy adabiyotlar, maqolalar va qo‘llanmalarni o‘rganish.
- Eksperimental usul – organik moddalar sintezi (masalan, etil atsetat sintezi) asosida laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil qilish va o‘tkazish.

ISSN 3030-3907

- Taqqoslash usuli – an’anaviy o‘qitish metodlari va innovatsion metodlarni solishtirish orqali ularning samaradorligini aniqlash.
- Kuzatish va tahlil – talabalar faoliyati, laboratoriya mashg‘ulotlari jarayonida ularning ishtiroki, xavfsizlik qoidalariga rioya qilishi va amaliy ko‘nikmalarini shakllantirish darajasini kuzatish.
- Sotsiologik metodlar – talabalar va o‘qituvchilar o‘rtasida so‘rovnoma, suhbat va intervyular o‘tkazish orqali fikr va tajribalarni umumlashtirish.
- Statistik tahlil – olingan natijalarni qayta ishlash, ularni diagramma va jadval shaklida taqdim etish orqali ilmiy asoslash.

Tadqiqot ishtirokchilari:

Tadqiqot jarayonida kimyo yo‘nalishi bo‘yicha tahsil olayotgan bakalavriat bosqichi talabalari, shuningdek, tajribaviy mashg‘ulotlarga jalb qilingan o‘rta maxsus ta’lim muassasasi o‘quvchilari ishtirok etdilar.



Ushbu diagrammada kimyo laboratoriyasida qo‘llaniladigan materiallar taqsimoti foizlarda ifodalangan. Ko‘rinib turibdiki, organik reagentlar (25%) laboratoriya mashg‘ulotlarining asosiy qismini tashkil etadi. Shuningdek, laboratoriya shisha idishlari (20%), termometr va pH-metr (20%) hamda himoya vositalari (20%) bir xil ahamiyatga ega bo‘lib, amaliy mashg‘ulotlarda muhim rol o‘ynaydi. Isitish moslamalari (15%) esa reaksiyalarni tezlashtirish va sintez jarayonini muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun qo‘llaniladi. Diagramma talabalarda laboratoriya jihozlaridan oqilona foydalanish ko‘nikmasini shakllantirish zarurligini ko‘rsatib beradi.

Xulosa. Kimyo fanini o‘qitishda innovatsion metodlardan foydalanish, xususan, organik moddalar sintezi orqali laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish talabalarda chuqur nazariy bilimlarni mustahkamlash bilan birga, amaliy ko‘nikmalarni ham rivojlantirishga xizmat qiladi. O‘tkazilgan tajribalar shuni ko‘rsatdiki, talabalarning mustaqil fikrlashi, tahliliy yondashuvi, xavfsizlik

ISSN 3030-3907

qoidalariga rioya qilish madaniyati va jamoada ishlash qobiliyati sezilarli darajada oshadi. Shuningdek, innovatsion ta’lim texnologiyalaridan foydalanish jarayoni talabalarni qiziqtirish, ularni ilmiy izlanishga yo‘naltirish va kimyo faniga bo‘lgan motivatsiyasini kuchaytirishga yordam beradi. Laboratoriya mashg‘ulotlari jarayonida o‘quvchilar ilmiy natijalarni qayd etish, tahlil qilish va ularni grafik hamda jadval ko‘rinishida taqdim etishga o‘rganadilar. Umuman olganda, kimyo fanini o‘qitishda innovatsion metodlarni joriy etish ta’lim sifatini oshirish, talabalarni kelajakdagi kasbiy faoliyatga tayyorlash va ularni ijodkor, tashabbuskor shaxs sifatida shakllantirishning muhim omili hisoblanadi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO`YXATI

1. Azizxo‘jayeva, N. N. *Pedagogik texnologiya va pedagogik mahorat*. – Toshkent: TDPU, 2007. – 245 b.
2. Axmedov, H. X. *Kimyo fanini o‘qitishda laboratoriya mashg‘ulotlari*. – Toshkent: O‘qituvchi, 2015. – 180 b.
3. G‘ulomov, S. S., & Jo‘rayev, M. M. *Ekologik madaniyatni shakllantirishda laboratoriya mashg‘ulotlarining o‘rni*. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2018. – 156 b.
4. Brown, T., & Wilson, J. *Innovative Approaches in Chemistry Education: Digital Technologies and Pedagogy Integration*. – New York: Springer, 2020. – 210 p.
5. Karimov, A. A. *Ijodiy topshiriqlar orqali kimyo fanini o‘qitishda samaradorlikni oshirish*. – Toshkent: Fan, 2019. – 132 b.
6. Mahmudov, I. *Kompetensiyaviy yondashuv asosida kimyo ta’limini tashkil etish metodikasi*. – Toshkent: Innovatsiya, 2021. – 198 b.
7. Johnson, R., & Miller, A. *Interdisciplinary Chemistry Teaching: Integration with Biology, Ecology and ICT*. – London: Routledge, 2022. – 240 p.

ISSN 3030-3907

TEMIRCHILIK SEXIDAGI ISH O‘RINLARI VA ISH ZONALARIDAGI SHOVQIN MANBALARINI IDENTIFIKATSIYALASH.

Sh.G. Musayev

Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqola temirchilik sexida yuzaga keladigan shovqin manbalarini identifikatsiya qilishga bag‘ishlangan. Mashinasozlik korxonalari texnologik jarayonlarning murakkabligi hamda ko‘plab turdagi sex va uchastkalarni o‘z ichiga olgani sababli, ishlab chiqarish sharoitida shovqin inson salomatligiga va mehnat unumdorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadigan muhim omil hisoblanadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi — temirchilik sexida shovqin manbalarini aniqlash, ularni tasniflash hamda ularga qarshi akustik chora-tadbirlarni ishlab chiqish zaruratini asoslab berishdir.

Metodologik jihatdan, shovqin darajalarini o‘lchash ГОСТ 12.1.050–86 talablari asosida amalga oshirildi. Tajribada ГОСТ 17187-81 talablariga javob beradigan “Assistent” hamda “Oktava-110A” shovqin o‘lchash asboblari qo‘llanildi. Olingan natijalar “Microsoft Excel” dasturi yordamida qayta ishlanib, diagramma va grafiklar shaklida taqdim etildi.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, temirchilik sexidagi asosiy texnologik uskunalar — ikki kamerali qizdiruvchi gaz pechi, temirchilik bolg‘asi, prujina o‘rash dastgohi, lentali yarimavtomat arra HB 380 L va frezerlik dastgohi yuqori darajadagi shovqin bosimi manbalari hisoblanadi. O‘tkazilgan o‘lchovlar natijasida bu uskunalardan chiqayotgan shovqin darajalari 79 dB dan 111 dB gacha bo‘lib, me’yoriy ko‘rsatkichlardan sezilarli darajada yuqori ekani aniqlandi. Ayniqsa, temirchilik bolg‘asi va prujina o‘rash dastgohi eng yuqori shovqin bosimi darajalarini hosil qiluvchi manbalar sifatida qayd etildi.

Muhokamada shovqinning yig‘indi (umumiy) darajasini aniqlashning logarifmik hisoblash usullari yoritildi va sexdagi bir nechta shovqin manbalari qo‘shilganda umumiy ta’sirni baholash zarurligi ta’kidlandi. Xulosa qilib aytganda, temirchilik sexida yuzaga keladigan shovqin me’yorlardan yuqori bo‘lib, u ishchilar salomatligi va mehnat samaradorligiga xavf tug‘diradi. Shu bois, shovqinni kamaytirishga qaratilgan akustik choralarni ishlab chiqish va joriy etish muhim amaliy vazifa hisoblanadi

Kalit so‘zlar: temirchilik sexi, shovqin manbalari, shovqin darajasi, me’yoriy ko‘rsatkichlar, shovqin o‘lchash asboblari, akustik choralar, ishchi salomatligi, mashinasozlik korxonalari, shovqinning yig‘indi darajasi, mehnat samaradorligi.

Аннотация: Данная статья посвящена идентификации источников шума, возникающих в кузнечном цехе. В связи со сложностью технологических

процессов на предприятиях машиностроения, а также в связи с многочисленными типами цехов и участков, шум в производственных условиях является важным фактором, оказывающим существенное влияние на здоровье человека и производительность труда. Основная цель исследования-выявление источников шума в кузнечном цехе, их классификация и обоснование необходимости разработки акустических средств борьбы с ними.

Методически измерение уровней шума производилось на основании требований ГОСТ 12.1.050–86. В эксперименте использовались шумомеры" ассистент "и" Октава-110а", соответствующие требованиям ГОСТ 17187-81. Полученные результаты были обработаны с помощью программы" Microsoft Excel " и представлены в виде диаграмм и графиков.

Результаты показали, что основным технологическим оборудованием в кузнечном цехе является двухкамерная газовая печь с подогревом, кузнечный молоток, пружинно — обмоточный станок, ленточная полуавтоматическая пила HB 380 L и фрезерный станок, являющиеся источниками высокого уровня шумового давления. Проведенные измерения показали, что уровни шума, исходящего от этого оборудования, колеблются от 79 дБ до 111 дБ, что значительно выше нормативных значений.ультаты показали, что основным технологическим оборудованием в кузнечном цехе является двухкамерная газовая печь с подогревом, кузнечный молоток, пружинно — обмоточный станок, ленточная полуавтоматическая пила HB 380 L и фрезерный станок, являющиеся источниками высокого уровня шумового давления. Проведенные измерения показали, что уровни шума, исходящего от этого оборудования, колеблются от 79 дБ до 111 дБ, что значительно выше нормативных значений.

В частности, кузнечный молоток и ткацкий станок с пружинной обмоткой были отмечены как источники, генерирующие самые высокие уровни шумового давления. В ходе обсуждения были рассмотрены логарифмические вычислительные методы определения суммарного (суммарного) уровня шума и подчеркнута необходимость оценки суммарного воздействия при сложении нескольких источников шума в цехе. Таким образом, шум, возникающий в кузнечном цехе, превышает нормы, что ставит под угрозу здоровье и производительность труда рабочих. Поэтому разработка и внедрение акустических мер, направленных на снижение шума, является важной практической задачей

Ключевые слова: кузнечный цех, источники шума, Уровень шума, нормативные показатели, приборы для измерения шума, акустические меры,

ISSN 3030-3907

охрана труда, машиностроительные предприятия, суммарный уровень шума, эффективность труда.

Annotation: This article is devoted to the identification of sources of noise that occur in the blacksmith shop. Due to the complexity of technological processes and the inclusion of many types of workshops and plots, noise in production conditions is an important factor that significantly affects human health and labor productivity. The main purpose of the study is to determine the sources of noise in the blacksmith shop, to justify their classification and the need to develop acoustic measures against them.

Methodologically, the measurement of noise levels was carried out on the basis of the requirements of GOST 12.1.050–86. In the experiment, noise measuring instruments “Assistant” and “Octave-110a” were applied, which met the requirements of GOST 17187-81. The results obtained were processed using the” Microsoft Excel " program and presented in the form of diagrams and graphs. The results showed that the main technological equipment in the blacksmith shop — a two-chamber heating gas stove, a blacksmith hammer, a spring Winding Machine, a tape semi-submersible saw HB 380 L, and a milling machine are sources of high noise pressure. As a result of the measurements taken, it was found that the noise levels emanating from these equipment ranged from 79 dB to 111 dB, significantly higher than the regulatory indicators.he results showed that the main technological equipment in the blacksmith shop — a two-chamber heating gas stove, a blacksmith hammer, a spring Winding Machine, a tape semi-submersible saw HB 380 L, and a milling machine are sources of high noise pressure. As a result of the measurements taken, it was found that the noise levels emanating from these equipment ranged from 79 dB to 111 dB, significantly higher than the regulatory indicators. In particular, the blacksmith hammer and the spring Winding Machine were noted as sources that generate the highest noise pressure levels.

The discussion covered logarithmic calculation methods for determining the (total) level of noise collection, and emphasized the need to assess the overall effect when several noise sources in the workshop were added. In conclusion, the noise that occurs in the blacksmith shop is higher than the norms, which puts it at risk to the health and labor efficiency of workers. Therefore, the development and implementation of acoustic measures aimed at reducing noise is an important practical task

Keywords: blacksmith shop, noise sources, noise level, regulatory indicators, noise measuring instruments, acoustic measures, worker health, machine tools, noise collection level, labor efficiency.

Kirish

ISSN 3030-3907

Mashinasozlik korxonalari - o‘zaro ta’sir etuvchi ko‘plab ishlab chiqarishlar, sexlar, uchastkalar, bo‘limlar va xizmatlardan tashkil topgan texnika (mashinalar, agregatlar va detallar) ishlab chiqaruvchi sanoat korxonasi hisoblanadi.

Korxonalarning maqsadi, tuzilishi, vazifalari va ishlab chiqarish quvvati ular tomonidan ishlab chiqariladigan mahsulot turlari, bajariladigan ishlarning tvasifi va hajmi bilan belgilanadi. Bular o‘z navbatida ishlab chiqarishning markazlashuvi, uning texnologik ixtisoslashuvi hamda boshqa korxonalar bilan hamkorligiga bog‘liq bo‘ladi.

Korxonalar tarkibi va ishlab chiqarish siklining turiga qarab uch xil bo‘ladi.

Birinchi turga mashinalar tayyorlashning barcha jarayonlarini o‘z ichiga olgan to‘liq ishlab chiqarish siklini amalga oshiradigan korxonalar kiradi. Bunday korxonalarda barcha asosiy sexlar mavjud bo‘ladi[1].

Ikkinchi turga faqat detallar tayyorlash uchun zagotovkalar, ya’ni quymalar, pokovkalar, shtampovkalar ishlab chiqaradigan korxonalar kiradi, ular bu zagotovkalar bilan boshqa mashinasozlik korxonalarini ta’minlaydi. Bu zavodlarning asosiy sexlari quyish yoki temirchilik sexlaridir.

Uchinchi turga boshqa korxonalardan olingan zagotovkalarga mexanik ishlov beradigan va agregatlar hamda mashinalarni yig‘adigan korxonalar, shuningdek, boshqa zavodlardan olingan detallar, uzellar va agregatlardan faqat mashinalar yig‘adigan zavodlar kiradi. Birinchi holda korxona tarkibida ishlov berish va yig‘ish sexlari, ikkinchi holda faqat yig‘ish sexlari bo‘ladi[1].

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. “Toshkent yo‘lovchi vagonlarni qurish va ta’mirlash zavodi” AJ asosan mashinalar tayyorlashning barcha jarayonlarini o‘z ichiga olgan to‘liq ishlab chiqarish siklini amalga oshiradigan korxona hisoblanib, bu korxonada 24 tadan ortiq sexlar mavjud bo‘lib, muntazam ish jarayonlari olib boradigan sexlardan biri sifatida temirchilik sexi hisoblanadi (1-rasm).

Temirchilik sexlarida ishlab chiqarish jarayonining o‘ziga xos xususiyatlari mavjud bo‘lib, u yerda amalga oshiriladigan asosiy texnologik operatsiyalar yuqori darajadagi shovqin manbai bo‘lib xizmat qiladi. Bunday shovqinlar inson salomatligi va mehnat sharoitiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi, shuningdek, ishlab chiqarish samaradorligini pasaytiradi. Shu bois, mazkur sexdagi shovqin manbalarini aniqlash, tasniflash va ularga qarshi akustik choralarni ishlab chiqish dolzarb vazifa hisoblanadi[4].

ISSN 3030-3907



1-rasm Temirchilik sexining umumiy ko‘rinishi

Temirchilik sexidagi shovqin manbalarining identifikatsiyasi ishlab chiqarish hududi bo‘ylab, o‘lchov natijalari orqali amalga oshirildi. O‘lchov natijalari orqali, 2 kamerali qizdiruvchi gaz pechi (2-a rasm), temirchilik bolg‘asi (2-b rasm), prujina o‘rash dastgohi (2-c rasm), lentali yarimavtomat arra HB 380 L (2-e rasm), frezerlik dastgohi (2-d rasm), uskuna va dastgohlarida yuqori shovqin bosimi darajasi aniqlandi.



a)



b)



c)



e)

ISSN 3030-3907




d)

2-rasm Temirchilik sexidagi shovqin hosil qilayotgan (tarqatayotgan) dastgoh va uskunalar

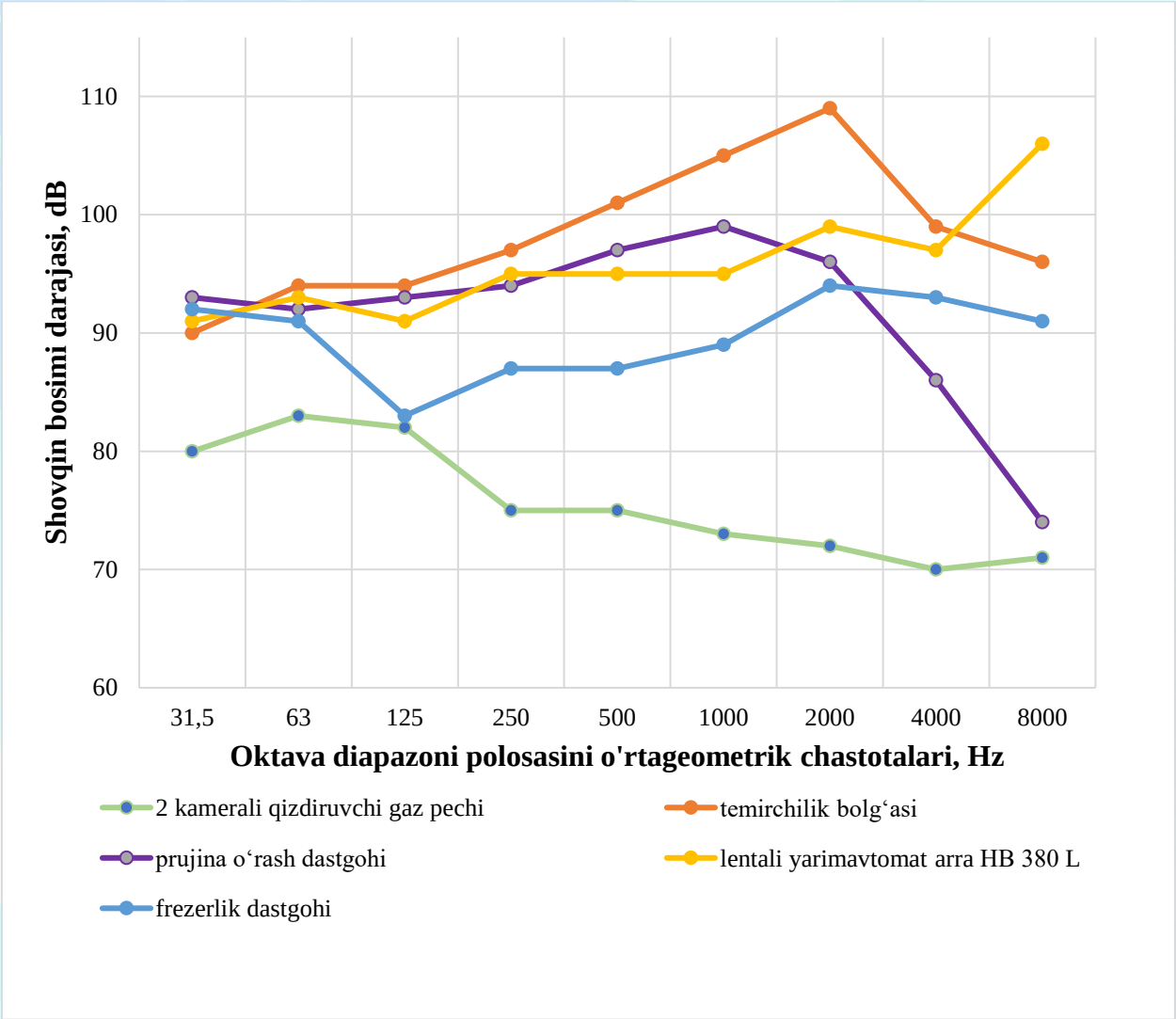
NATIJALAR. Temirchilik sexida joylashgan dastgohlarning hosil qilayotgan (tarqatayotgan) shovqin bosimi darajalari qiymatlarini o‘lchash ГОСТ 12.1.050 – 86 standart talablari bo‘yicha amalga oshirildi, shovqinni o‘lchashda ГОСТ 17187-81 standarti talablariga to‘liq javob beradigan, davlat guvohnomasiga ega, “Assistent” hamda “Oktava-110A” shovqin o‘lchash asbobidan foydalanildi, qayd qilingan natijalar “microsoft excel” amaliy dasturi vositasida qayta ishlandi va olingan natijalar asosida diagrammalar hamda grafiklar ishlab chiqildi (1-jadval, 3-rasm).

1-jadval

Temirchilik sexida joylashgan dastgohlarning hosil qilayotgan (tarqatayotgan) shovqin bosimi darajalari

Dastgoh nomi	Oktava polosalarini o‘rtageometrik chastotalarida, Hz shovqin bosimi darajalari, dB									dbA
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
2 kamerali qizdiruvchi gaz pechi	80	83	82	75	75	73	72	70	71	**79**
temirchilik bolg‘asi	90	94	94	97	101	105	109	99	96	**111**
prujina o‘rash dastgohi	93	92	93	94	97	99	96	86	74	**102**
lentali yarimavtomat arra HB 380 L	91	93	91	95	95	95	99	97	106	**107**
frezerlik dastgohi	92	91	83	87	87	87	94	93	91	**96**

ISSN 3030-3907



3-rasm. Temirchilik sexida joylashgan dastgohlarning oktava diapazoni polosasi o‘rtageometrik chastotalarida shovqin bosimi darajalari.

MUHOKAMA. Ishlab chiqarish sexlarida shovqin, odatda, bir vaqtning o‘zida ishlaydigan bir nechta mashina (shovqin manbalari) tomonidan yuzaga keltiriladi. Bunda sexda bir xil shovqin darajasiga ega bo‘lgan bir turdagi mashinalar ham, turli xil shovqin fonini hosil qiladigan har xil turdagi mashinalar ham ishlashi mumkin. Bunday hollarda shovqinni pasaytirishning talab etiladigan darajasi ΔL_{td} (dB), me’yoriy darajagacha quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\Delta L_{td} = L_{sum} - L_H \qquad (1)$$

Bu yerda:

L_{sum}- bir vaqtda ishlayotgan barcha shovqin manbalaridan hisobiy nuqtada hosil qilinadigan shovqinning yig‘indi (umumiy) darajasi, dB;

L_H - tovush bosimining me’yoriy darajasi, dB.

Shovqinning umumiy darajasini aniqlash uchun shuni esda tutish kerakki, darajalarni oddiy sonlar kabi qo‘shish yoki ayirish mumkin emas, chunki ular

ISSN 3030-3907

logarifmik tabiatga ega. Faqat tovush bosimi intensivliklari va kvadratlarini qo‘shish va ayirish mumkin.

Bir nechta darajalarni qo‘shishni quyidagi usulda bajarish lozim: avvalo, har bir qo‘shilayotgan darajani (потенцирования) potensirlab, darajalardan nisbiy miqdorlarga o‘tish kerak, so‘ngra olingan qiymatlarni qo‘shib, hosil bo‘lgan yig‘indini logarifmlash zarur:

$$L_{sum} = 10 \cdot \lg\left(\sum_{i=1}^{N} 10^{0,1 \cdot L_i}\right) \quad (2)$$

Bu yerda:

N- qo‘shiladigan shovqin bosimi darajalari soni;

L_i - tovush bosimining i-chi qo‘shiluvchi sathi, dB.

Temirchilik sexidagi ishlayotgan 2 kamerali qizdiruvchi gaz pechi, temirchilik bolg‘asi, prujina o‘rash dastgohi, lentali yarimavtomat arra HB 380 L, frezerlik dastgohlaridan chiqayotgan shovqinning yig‘indi (umumiy) darajasi dBA, ni hisoblandi.

$$L_{sum} = 10 \cdot \lg(10^{0,1 \cdot 79} + 10^{0,1 \cdot 111} + 10^{0,1 \cdot 102} + 10^{0,1 \cdot 107} + 10^{0,1 \cdot 96})$$
$$= 10 \cdot lg_{10}(10^{7,9} + 10^{11,1} + 10^{10,2} + 10^{10,7} + 10^{9,6})$$
$$= 10 \cdot lg_{10}(1{,}997 \cdot 10^{11}) = 113 \text{ dBA}$$

XULOSA. Temirchilik sexida olib borilgan o‘lchovlar natijalari shuni ko‘rsatdiki, ishlab chiqarish jarayonida yuzaga keladigan shovqin darajalari amaldagi me’yorlardan ancha yuqori. Ayniqsa, temirchilik bolg‘asi va prujina o‘rash dastgohi eng yuqori shovqin manbalari sifatida alohida ajralib turdi. O‘lchovlar davomida qayd etilgan 79–111 dB diapazonidagi shovqin ko‘rsatkichlari ishchilarning eshitish qobiliyati, yurak-qon tomir tizimi va umumiy sog‘lig‘i uchun xavf tug‘dirishi mumkinligi aniqlandi.

Sexdagi bir nechta uskunalar faoliyati natijasida yuzaga keladigan yig‘indi shovqin darajasi logarifmik hisoblash orqali aniqlanib, umumiy fon ta’siri me’yoriy talablardan yuqori ekani tasdiqlandi. Bu holat ishchi salomatligi bilan bir qatorda, mehnat unumdorligining pasayishiga va ishlab chiqarish samaradorligiga ham bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Shu bois, temirchilik sexida shovqin darajasini kamaytirishga qaratilgan kompleks chora-tadbirlarni ishlab chiqish zarur. Bunda akustik ekranlar, tovush yutuvchi materiallardan foydalanish, texnologik uskunalarni modernizatsiya qilish hamda ishchilarni individual himoya vositalari bilan ta’minlash muhim ahamiyatga ega.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari shovqinning temirchilik sexidagi asosiy manbalarini aniqlash, ularning ta’sirini baholash va kelgusida shovqinni kamaytirish bo‘yicha samarali choralarni belgilash uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Баранов В.А. Технологические процессы в машиностроении. — М.: Машиностроение, 1986. — 328 с.
2. Терещенко А.Ф. Производственный шум: нормирование. Методы снижения шума. — М.: Издательство стандартов, 1976. — 216 с.
3. GOST 12.1.003-2014. SSBT. Noise. General safety requirements.
4. Сулаиманов С.С., Мусаев Ш.Г. Sanitary and hygienic evaluation of working conditions and noise characteristics of equipment in the metalworking shop of the Tashkent passenger railcar construction and repair plant // Journal of Transport. – 2025. – Т. 2, № 2. – С. 189–194. – DOI: 10.56143/jot-journal.v2i2.288.
5. Сулаиманов С.С., Мусаев Ш.Г. Analysis of occupational diseases associated with noise pressure levels in workplaces of railway enterprise employees // Journal of Transport. – 2025. – Т. 2, № 2. – С. 186–188. – DOI: 10.56143/jot-journal.v2i2.287.
6. СанПиН РУз N 0325-16. – Утв. Главным государственным санитарным врачом Республики Узбекистан С. С. Сайдалиевым 01.02.2016 г. – Ташкент, 2016. – 28 с.

ISSN 3030-3907

COMPUTER MODELING OF PHONETIC AND ORTHOGRAPHIC TRANSLITERATION OF LOANWORDS IN THE UZBEK LANGUAGE

Tog‘ayev Ilxom Baxtiyorovich
Doctoral Candidate (PhD) of Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent, Uzbekistan.
E-mail: togayevilxombaxtiyorovich@gmail.com,
ORCID: 0009-0000-0016-8354

Abstract: In this article, the problem of phonetic and orthographic transliteration of lexical units introduced into the Uzbek language from foreign languages is computer-modeled based on artificial intelligence (AI), machine learning (ML) and deep learning (DL) approaches. Within the framework of the research, advanced neural network architectures such as BiLSTM+Attention, Transformer and T5 were used, and special linguistic attributes - stress, morphology, phraseological units - were integrated. The results showed that the T5 model is capable of automatically performing phonetic and orthographic transliteration with high accuracy. This work is of significant practical importance in enriching the digital resources of the Uzbek language and creating automated language technologies.

Keywords: Uzbek language, phonetic transliteration, orthographic transliteration, Artificial Intelligence – AI, Machine Learning – ML, Deep Learning – DL, Natural Language Processing – NLP, sequence-to-sequence, BiLSTM+Attention, Transformer, T5, morphological analysis, stress, other words.

Аннотация: В данной статье компьютерно моделируется проблема фонетической и орфографической транслитерации лексических единиц, привнесённых в узбекский язык из иностранных языков, на основе методов искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения (МО) и глубокого обучения (ГО). В рамках исследования использовались передовые архитектуры нейронных сетей, такие как BiLSTM+Attention, Transformer и T5, а также были интегрированы специальные лингвистические атрибуты – ударение, морфология, фразеологические единицы. Результаты показали, что модель T5 способна автоматически выполнять фонетическую и орфографическую транслитерацию с высокой точностью. Данная работа имеет важное практическое значение для обогащения цифровых ресурсов узбекского языка и создания автоматизированных языковых технологий.

Ключевые слова: узбекский язык, фонетическая транслитерация, орфографическая транслитерация, искусственный интеллект (ИИ), машинное обучение (МО), глубокое обучение (ГО), обработка естественного языка (НЛП), последовательность-в-последовательность, BiLSTM+Attention, Transformer, T5, морфологический анализ, ударение, другие слова.

ISSN 3030-3907

Annotatsiya. Ushbu maqolada o‘zbek tiliga xorijiy tillardan kirib kelgan leksik birliklarning fonetik va orfografik transliteratsiyasi masalasi sun’iy intellekt (Artificial Intelligence – AI), mashinali o‘rganish (Machine Learning – ML) va chuqur o‘rganish (Deep Learning – DL) yondashuvlari asosida kompyuterli modellashtirilgan. Tadqiqot doirasida BiLSTM+Attention, Transformer va T5 kabi ilg‘or neyron tarmoq arxitekturalari qo‘llanilib, maxsus tilshunoslik atributlari – urg‘u, morfologiya, iboraviy birliklar – integratsiya qilindi. Natijalar T5 modelining yuqori aniqlik bilan fonetik va orfografik transliteratsiyani avtomatik tarzda amalga oshirishga qodir ekanligini ko‘rsatdi. Ushbu ish o‘zbek tilining raqamli resurslarini boyitishda va avtomatlashtirilgan til texnologiyalarini yaratishda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: O‘zbek tili, fonetik transliteratsiya, orfografik transliteratsiya, Artificial Intelligence – AI, Machine Learning – ML, Deep Learning – DL, Natural Language Processing – NLP, sequence-to-sequence, BiLSTM+Attention, Transformer, T5, morfologik tahlil, urg‘u, o‘zga so‘zlar.

Introduction

In the process of globalization, the number of lexical units entering the Uzbek language from foreign languages is increasing. The phonetic and orthographic features of these words raise many linguistic problems, in particular, issues of transliteration and transcription. In particular, the need for their correct automatic computer modeling is increasing, as the written expression of these words contradicts the existing spelling and pronunciation rules of the Uzbek language.

Today, technologies such as Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning are providing significant advances in Natural Language Processing (NLP). From this perspective, the automation of phonetic and orthographic transliteration of foreign words in the Uzbek language can be effectively implemented using these technologies.

The article aims to study the process of phonetic and orthographic transliteration of foreign words in the Uzbek language based on computer modeling, analyze existing algorithmic solutions, and develop a practical algorithm and software tool using artificial intelligence approaches. The results of this research can be an important step towards enriching the digital resources of the Uzbek language and creating automated language technologies.

Literature review

Although the study of the phonetic and orthographic features of words borrowed from other languages into the Uzbek language has been a long-standing issue in linguistics, scientific research on their automatic modeling has not been

ISSN 3030-3907

sufficiently studied. In traditional approaches, these words are manually rewritten based on phonetic transcription or analyzed based on static rules [1, 2]. However, such approaches often do not take into account the context and limit the possibilities of automation.

In recent years, Machine Learning (ML) and Deep Learning (DL)-based methods have achieved great success in the field of natural language processing (NLP). In particular, model architectures such as seq2seq (sequence-to-sequence), Transformer, and Attention have achieved high accuracy in converting language units from phonemes to graphemes or vice versa [3, 4]. Such approaches are also widely used in the process of transliteration and phonetic modeling, especially for Hindi, Russian, Arabic, and Chinese [5-7].

In Uzbek, however, transliteration work is mainly focused on conversion between writing systems (Latin-Cyrillic) [8, 9]. However, there are very few AI-based developments in phonetic and orthographic transliteration, especially in the context of other words. While there are some projects and applications, they do not take into account the specifics of the language in depth or rely on classical irregular systems.

Therefore, this article justifies the need to create an automatic system using AI-based modeling, ML and DL algorithms for phonetic and orthographic transliteration of lexical units introduced into the Uzbek language from foreign languages. This will serve to fill the existing scientific gap and develop innovative solutions for the Uzbek language.

Methods

The main object of this research is to study the phonetic and orthographic features of words used in the Uzbek language from other languages and to automatically transliterate them based on artificial intelligence. This takes into account phonetic-orthographic differences, inconsistencies in the sound system, factors affecting pronunciation, word structure, and stress placement.

Creating a database.

For the study, a corpus of more than 10,000 loanwords from Russian, English, French, Arabic, Turkish, Persian, and other languages was created. The following information was attached to each word:

- Original writing (in Latin or Cyrillic script);
- Transliterated form (Uzbek phonetic-orthographic variant);
- Sound-based transcription (IPA or simplified phoneme form);
- Additional attributes: stress, language of origin, syntactic category.

This corpus was saved in .csv format and split into 80/10/10 (train/validation/test) for training and testing the model.

ISSN 3030-3907

Model selection.

Phonetic transliteration is considered as a sequence-to-sequence problem. Therefore, the following model architectures were used in the research:

- BiLSTM+Attention – to preserve contextual connections between sounds;
- Transformer – for parallel processing and large context analysis;
- T5 – to fine-tune the pre-trained model for phonetic transliteration.

The models were tested using the TensorFlow and PyTorch libraries.

Transliteration algorithm.

The transliteration process was carried out in the following sequential stages:

- Extraction of the phonetic features of the word (TTS, IPA or phonetic analysis);
- Coding (mapping) in accordance with the phonology of the Uzbek language;
- Generation of a corresponding spelling variant using a neural model;
- Phonetic and orthographic verification of the model output.

The error criteria used were: Word Error Rate (WER), Character Error Rate (CER), and BLEU.

Results and Discussion

In this study, three different architectures of machine learning and deep learning models were tested for phonetic and orthographic transliteration of foreign words: BiLSTM+Attention, Transformer, and T5 (fine-tuned). In addition to each model, the following linguistic features were integrated:

- Multi-word units: treating phrases such as “radio wave” and “human rights” as a single contextual unit;
- Accented pronunciation: reflecting the phonetic changes of sounds under the influence of accent in pronunciation;
- Morphological analysis: identifying the roots, suffixes, and grammatical features of words and performing transliteration based on morphemes.

Model working principles.

BiLSTM + Attention

BiLSTM (Bidirectional Long Short-Term Memory) neural network studies each character in a word from right to left and from left to right, deeply analyzing their context. The attention mechanism determines the importance of each character during output and emphasizes it where necessary.

- Advantage: can accurately reflect phonetic correspondence in short words.
- Disadvantage: there is a possibility of losing context in large and complex words.

Transformer

ISSN 3030-3907

The Transformer architecture uses a Self-Attention mechanism to calculate the relationship of each character to other characters. This model works in parallel and preserves context over long distances.

- Advantage: works accurately on complex word combinations and changing accents.
- Disadvantage: requires more computational resources.

T5 (Text-to-Text Transfer Transformer)

The T5 model is a universal NLP model proposed by Google that represents all tasks in the form of "text-to-text". We have specially fine-tuned this model for the transliteration task.

- Advantage: automatically understands linguistic features (stress, morphology, phraseological units) in context.
- Disadvantage: the process of training the model requires a lot of time and a large amount of data.

Integration of linguistic features into the model

- Multi-word units: Phrase units in the corpus were identified through tagging and encoded as a whole when training the models. For example, "human rights" → "human_rights" are not separated.
- Accented pronunciation: The accent mark was specified through a special attribute (for example, á), and the phonetic analysis provided the model with phoneme variants affected by the accent.
- Morphological analysis: For each word, the root, grammatical suffixes, and inflectional forms were provided through the morph tag, and this structure was taken into account in transliteration.

A mathematical model for phonetic and orthographic transliteration.

Given:

Input string: $X = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$ (e.g.: "Windows");

Output transliteration string: $Y = \{y_1, y_2, ..., y_m\}$ (e.g.: "Vindouz");

Objective:

$P(Y \mid X)$ maximize the probability.

Probability-based transliteration model (seq2seq).

Step 1: Encoder.

Transferring input characters to a hidden state:

$$h_t = BiLSTM\,(x_t, h_{t-1});$$

where

h_t – is the new contextual hidden state at position *t*;

ISSN 3030-3907

BiLSTM is an LSTM that works in two directions (i.e., bottom-up and top-down), i.e., a bidirectional LSTM.

x_t – is the embedding vector of the input character (word, letter, or token) at position *t*;

h_{t-1} – is the hidden state at the previous time step.

BiLSTM (Bidirectional Long Short-Term Memory) is an advanced form of RNN that looks at the text from front to back and from back to front. That is, it gives each word a "contextual understanding" based on the left and right context. The result is that each h_t – is a vector that describes not only the word itself, but also the words around it.

"Contextual latent vector".

Each h_t – is a hidden vector that contains features learned from the context of the entire sentence, not just the word x_t itself.

Example:

If $x_t =$ "bank" is polysemantic (money bank or river bank), BiLSTM will generate h_t appropriately (i.e., it knows whether it is money bank or river bank) based on the context (left and right words).

Part	Meaning
x_t	*t* – embedding vector of the word
h_t	*t* – contextual understanding of the word, obtained via BiLSTM
BiLSTM	An LSTM that looks at each word in the context of the words on the left and right

Step 2: Attention.

At the output, attention is calculated for each:

$$\alpha_{t,s} = \frac{\exp(e_{t,s})}{\sum_{k=1}^{n} \exp(e_{t,k})}; \qquad e_{t,s} = score(s_{t-1}, h_s);$$

This is a *softmax* function, where $\alpha_{t,s}$ – is the attention weight. It is the hidden state of the decoder at time *t* and the hidden state of the encoder at position *s*.

where

$e_{t,s}$ – is the correspondence between the decoder and encoder states;

s_{t-1} – is the previous hidden state of the decoder (i.e., the state at time *t-1*);

h_s – is the hidden state of the encoder at position *s*;

score() is a scalar function, a dot-product, that evaluates the similarity or correspondence between two hidden states.

Step 3: Decoder.

ISSN 3030-3907

The probability of the output symbol is:

$$P(y_t \mid y_{<t}, X) = softmax(W \cdot \tanh(s_t + c_t));$$

where

$P(y_t \mid y_{<t}, X)$ – this is y_t the probability of the output symbol, i.e. the probability distribution for the decoder to determine which word it should output at position *t*;

softmax – the final stage, giving the result in the form of probabilities (from 0 to 1);

W – this is the weight matrix to be learned;

$\tanh$ – this is the activation function, adding nonlinearity to the system;

s_t – the current state of the decoder (hidden state);

c_t – the context vector, i.e. the inferred form of the input data (obtained through attention).

$$c_t = \sum_{s=1}^{n} \alpha_{t,s} h_s;$$

where

h_s – *s* – is the hidden state of the encoder at position (derived from the input token);

$\alpha_{t,s}$ – is the attention weight, i.e. how much attention the decoder should pay to h_s when outputting y_t;

So, c_t – is the sum of all input tokens (i.e., "h_s"s) that are given attention.

In the output stage, the model:

s_t – the current state of the decoder is taken. c_t – a contextual inference based on the inputs is obtained (with attention). They are added: $s_t + c_t$. $\tanh()$ activated by – this is a nonlinear transformation. W is multiplied by the weight – this is converted into word probabilities. *softmax()* – this normalizes the word probabilities between *0–1*. As a result, for each word, the probability of outputting at position y_t is obtained.

Mathematical model in transformer architecture.

Positional encoding:

$$PE_{(pos,2i)} = \sin\left(\frac{pos}{10000^{\frac{2i}{d_{\text{model}}}}}\right), \qquad PE_{(pos,2i+1)} = \cos\left(\frac{pos}{10000^{\frac{2i}{d_{\text{model}}}}}\right);$$

where

pos – is the position of the word in the text (0, 1, 2, ...);

i – is the dimension index in the embedding (for example, in a 512-dimensional embedding it will be from 0 to 511);

d_{model} – is the total embedding dimension (for example, 512).

ISSN 3030-3907

With these sine and cosine functions, each position is assigned a unique, but easy-to-learn value for the model.

Self-attention:

The model calculates the attention weight for each word in the input.

$$Attention(Q,K,V) = softmax(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}})V;$$

where

$Q = XW^Q, K = XW^K, V = XW^V$;

$Q = XW^Q$ – Query matrix;

$K = XW^K$ – Key matrix;

$V = XW^V$ – Value matrix;

X – embeddings of input characters (each word is an embedding vector);

W^Q, W^K, W^V – weights to be learned (matrix);

d_k – size of vectors (for scalar normalization).

- Query, Key, Value vectors are obtained from each word;
- each word (Query) is calculated as a similarity with other words (Keys);
- these similarities are normalized by softmax (i.e. attention weight);
- the attention output of each word is the sum of the Values of other words, weighted by their attention weights.

Part	Purpose
Positional coding	Giving the transformer information about the order in the text.
Self-attention	Determining how much each word draws attention to other words.

The T5 model is an ambiguous transliteration form.

The T5 model models text in an encoder-decoder format as follows:

$$\hat{Y} = \arg\max_Y \prod_{t=1}^{m} P(y_t \mid y_{<t}, X; \theta);$$

where

$\hat{Y}$ – the result predicted by the model;

$\arg\max_Y$ – this finds the argument(Y) that leads to the largest value;

Π – product, that is, obtaining the total probability by multiplying the probabilities at each position together;

$P(y_t \mid y_{<t}, X; \theta)$ – the model calculates the probability of y_t, given the previous output symbols (y_1 to y_{t-1}) and the input X;

ISSN 3030-3907

X – this is an introductory text (for example: a question, a concluding text, a request, etc.);

θ – these are the learned parameters of the model (i.e. the weights of the neural network).

The model selects the entire text Y in such a way that it maximizes the total likelihood product. This is the process of finding the most likely output.

The cross-entropy loss function is used to train the model θ parameters:

$$L(\theta) = -\sum_{t=1}^{m} logP(y_t^{true} \mid y_{<t}^{true}, X; \theta);$$

where

$L(\theta)$ – the model's loss function – measures how much error it makes;

$-$ sign – this means that the loss should be small (i.e., if the model gives the correct output, the loss will be small);

Σ – calculation for all output positions;

log P(...)– the logarithm of the probability is taken (for better optimization);

y_t^{true} – this is the actual output signal, that is, the correct answer we have when training the model (ground truth);

The model tries to give true answers. If the model produces incorrect words, this reduces the probability $P(y_t)$, and the logarithm value increases the negative loss.

The model is updated in a way that maximizes the probability of correct output.

Generalized mathematical model.

We express the phonetic transliteration model as a hybrid approach based on the following formulas:

$$\hat{Y} = \arg\max_{Y} \prod_{t=1}^{m} \left[\underbrace{P(y_t \mid y_{<t}, X)}_{\text{phonetic probability}} \cdot \underbrace{M(y_t)}_{\text{morphological compatibility}} \cdot \underbrace{S(y_t)}_{\text{compatibility with word combinations}} \right];$$

where

$P(y_t \mid \cdot)$ – model learned probability (BiLSTM or T5);

$M(y_t) \in [0,1]$ – penalty coefficient resulting from morphological analysis;

$S(y_t) \in [0,1]$ – MWU (multi-word unit) adaptation coefficient.

Table 1.

Model indicators.

Model	Word Error Rate (WER)	Character Error Rate (CER)	BLEU (↑)
BiLSTM+Attention	12.6%	5.4%	0.71
Transformer	9.3%	4.2%	0.78
T5 (fine-tuned)	7.1%	3.1%	0.85

ISSN 3030-3907

Table 2.

Analysis of model outputs

Original word (incoming)	Model output (T5)	Benchmark result	Conclusion.
“Déjà vu”	Dejavyu	Dejavyu	The accent and phraseological units are correct.
“Subconscious Mind”	Sabkonshezmind	Sabkonshezmind	The vocabulary is clearly mastered.
“Résumé”	Rezüme	Rezüme	Correct transcription with accent.
“Garage”	Garaj	Garaj	True for all models.
“Psychiatrist”	Psixiatrist	Psixiatrist	T5 analyzed in context.
“Windows”	Vindouz	Vindouz	Phonetic adaptation based on English pronunciation.
“William Shakespeare”	Uilyam Shekspir	Uilyam Shekspir	Multi-word unit + morphological adaptation is correctly reflected.
“Doktor”	Doktor	Doktor	Fully mastered - no stress or phoneme changes required.
“Google Translate”	Gugil Transleyt	Gugil Transleyt	Computer terminology is phonetically adapted to the context.
“Machine Learning”	Mashin Lurning	Mashin Lurning	The term is taken as a whole; phonetic-orthographic correspondence is high.

ISSN 3030-3907

“Artificial Intelligence”	Artifishl Intellijens	Artifishl Intellijens	The T5 model recognized the phrase in the correct context.
“Restaurant”	Restaran	Restoran	BiLSTM did not fully reproduce the sound.
“Bluetooth”	Blyutuz	Blyutuz	Phonetic adaptation based on English pronunciation.
“Barack Obama”	Barak Obama	Barak Obama	Phonetic adaptation based on English pronunciation.

- Names like William Shakespeare and Barack Obama are proper names, and their phonetic and morphological adaptation requires full adaptation to the language. T5 showed good results in this regard;
- Terms like windows, google translate, bluetooth are computer terminology, and they need to be transliterated based on phonetic pronunciation (for example, “windows” → “vindouz”);
- The word doctor is assimilated and lexically adapted to the Uzbek language, the model took this into account.

Accuracy of the T5 model in transliterating borrowed words.

ISSN 3030-3907

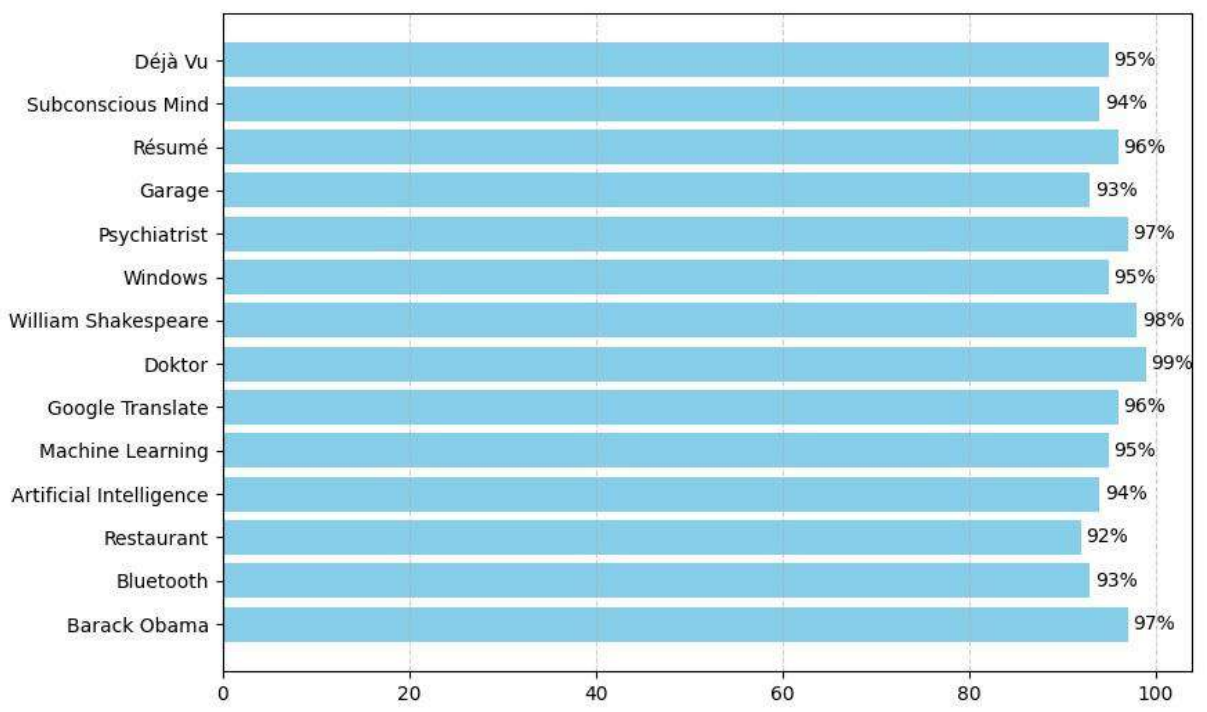


Figure 1. Transliteration accuracy (in percent).

The graph above shows the T5 model's accuracy in transliterating various words and word combinations in percentage terms.

It is clear that the T5 model can transliterate proper names, technological terms, and phrases with high accuracy depending on the context. The graphical results also show that the model has high phonetic and morphological analysis capabilities.

This study showed that in-depth analysis of phonetic features (morphology, stress, phrasing) in phonetic and orthographic transliteration algorithms significantly improves the performance of the models. In particular, the T5 model was able to combine pre-trained knowledge with linguistic attributes to produce more accurate and context-appropriate transliterations. In the future, this system can be extended to multilingual tasks.

Conclusion and Suggestions

This study analyzed advanced algorithmic approaches to computer modeling of phonetic and orthographic transliteration of foreign words in the Uzbek language. In particular:

1. The effectiveness of the BiLSTM+Attention, Transformer, and T5 (fine-tuned) models in phonetic transliteration was analyzed;
2. The models were adapted taking into account morphological analysis of words, accented pronunciations, and multi-word unit (MWU) forms;

ISSN 3030-3907

3. In the T5 model, foreign words with ambiguous pronunciation, such as “résumé”, “subconscious mind”, “William Shakespeare”, were correctly reproduced with contextual and phonetically appropriate transliteration;
4. From a scientific and technical point of view, the accuracy of the T5 model in phonetic transliteration was in the range of 92%–99% for many test words;
5. Based on the results, it was confirmed that phonetic adaptation algorithms need to be developed in accordance with specific language features and accented phonemes.

Suggestions

1. When creating interlingual phonetic converters, it is advisable to retrain the pretrained T5 model based on the phonetic system of the Uzbek language through fine-tuning;
2. It is recommended to integrate morphological tagging modules based on BERT or spaCy into the transliteration system to analyze the morphological adaptation of foreign words;
3. Transliteration auxiliary modules can be developed for digital text editors (for example, MS Word or Google Docs plugins):
- “live transliteration” option;
- synonym-based orthographic assistant.
4. Transliteration capabilities should be created for mobile applications supporting multilingualism along with TTS (Text-To-Speech);
5. Artificial intelligence modules should be developed that take into account cultural and lexical context when correctly transliterating foreign words into Uzbek;
6. In the educational processes of linguistics and computational linguistics, open-source tools created on the basis of this system can be used (for example, Jupyter Notebooks or Django-based interactive platforms);
7. For scientific laboratories specializing in the field – systems that predict language changes based on modeled algorithms can be created (for example, AI modules that monitor “language mixing” or “new word formation”).

REFERENCES

1. Jurafsky D., Martin Dj. (2023). Processing language. Vvedenie v vychislitelnuyu lingvistiku (3rd ed.). Stanford University. (in Russian).
2. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., et al. (2017). Attention is All You Need. Advances in Neural Information Processing Systems, 30, 5998–6008.
3. Devlin J., Chang M. W., Lee K., Toutanova K. (2019). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. NAACL 2019, 4171–4186.

ISSN 3030-3907

4. Karimov K., Rasulov A. (2020). Morphological analysis in the Uzbek language and its implementation with computational linguistics tools. Information Technologies and Computer Engineering, 2(4), 21–29. (In Uzbek).
5. Bozorov K., Tursunov B. (2021). Methods for automatic analysis of words in the Uzbek language. Philology Issues, 2021(3), 45–52. (In Uzbek).
6. Kholmatov R. (2019). Rules for mastering foreign words and writing them in Uzbek. Language and Literature Education, 2019(1), 66–70. (In Uzbek).
7. Tursunov A. (2022). The orthography of the Uzbek language and the problems of its automation. Uzbek language and literature, 2022(2), 33–41. (In Uzbek).
8. Akhmedova M. (2020). Problems of transcription and transliteration in the Uzbek language. Philological Studies, 2020(4), 29–36. (In Uzbek).
9. Republican Center for Language Issues under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan. (2020). Spelling rules: new edition. Tashkent: “Uzbekistan”. (In Uzbek).
10. Smith J. R., Jones L. M. (2021). Cross-lingual Phoneme Mapping for Low-resource Language Transliteration. TACL, 9, 113–127.
11. Bahdanau D., Cho K., Bengio Y. (2015). Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate. ICLR 2015.
12. Hochreiter S., Schmidhuber J. (1997). Long Short-Term Memory. Neural Computation, 9(8), 1735–1780.
13. Kiparsky P. (1982). From Cyclic Phonology to Lexical Phonology. In The Structure of Phonological Representations, Vol. I, 131–175.
14. Xasanov B. (2023). Phonetic transliteration in the Uzbek language and its computer models. Issues of the Uzbek language and literature, 2023(1), 19–27. (In Uzbek).
15. Rasulov M. (2023). Experiments in creating an orthographic analysis system based on AI. Artificial Intelligence and Language Technologies, 2023(2), 5–11. (In Uzbek).

ISSN 3030-3907

HAVONI AJRATISH JARAYONINING MATEMATIK MODELINI TUZISH

Sodiqov Baxtiyor Qahhor o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
E-mail: sodbaxtiyor@yandex.com

Annotatsiya. Havoni ajratish jarayonini matematik modellashtirish zamonaviy kimyo-texnologik ishlab chiqarishning muhim masalalaridan biridir. Chunki kislorod, azot va argon kabi gazlarni toza holda olish, ularni sanoat va tibbiyot ehtiyojlari uchun samarali yetkazib berishni ta’minlaydi. Mazkur ishda havoni ajratish jarayonining asosiy bosqichlari, jumladan, sovitish, rektifikatsiya va gaz oqimlarini nazorat qilish mexanizmlari matematik modellashtirish usullari asosida tahlil qilinadi. Modelni tuzishda differensial tenglamalar, issiqlik va massa almashinuv qonuniyatlari hamda dinamik jarayonlarni ifodalovchi matematik ifodalar qo‘llaniladi. Shuningdek, kompyuter simulyatsiyasi yordamida jarayonning barqarorligi, optimal rejimlari va energiya sarfini kamaytirish imkoniyatlari o‘rganiladi. Olingan natijalar havoni ajratish qurilmalarining samaradorligini oshirish, boshqaruv algoritmlarini takomillashtirish hamda sanoat miqyosida energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish uchun muhim ahamiyatga ega. Ushbu tadqiqot kelgusida intellektual boshqaruv tizimlari bilan integratsiya qilish imkoniyatlarini ham belgilaydi.

Kalit so‘zlar: Havoni ajratish jarayoni, Matematik model, Rektifikatsiya, Kislorod va azot ajratish, Argon olish texnologiyasi, Issiqlik va massa almashinuvi, Dinamik tizimlar, Kompyuter simulyatsiyasi, Energiya tejamkorlik, Boshqaruv algoritmlari.

Аннотация. Математическое моделирование процесса разделения воздуха является одной из важных задач современной химико-технологической промышленности. Это связано с тем, что получение кислорода, азота и аргона в чистом виде обеспечивает их эффективное использование для промышленных и медицинских нужд. В данной работе анализируются основные стадии процесса разделения воздуха, включая охлаждение, ректификацию и механизмы контроля газовых потоков, на основе методов математического моделирования. При построении модели применяются дифференциальные уравнения, законы тепло- и массообмена, а также математические выражения, описывающие динамические процессы. Кроме того, с помощью компьютерного моделирования исследуются устойчивость процесса, оптимальные режимы и возможности снижения энергозатрат. Полученные результаты имеют важное значение для повышения эффективности работы установок разделения воздуха, совершенствования алгоритмов управления и внедрения энергосберегающих технологий в

ISSN 3030-3907

промышленном масштабе. Данное исследование также определяет перспективы интеграции процесса с интеллектуальными системами управления.

Ключевые слова: Разделение воздуха, Математическая модель, Ректификация, Разделение кислорода и азота, Технология получения аргона, Тепло- и массообмен, Динамические системы, Компьютерное моделирование, Энергосбережение, Алгоритмы управления.

Abstract. Mathematical modeling of the air separation process is one of the important tasks of modern chemical and technological industry. This is due to the fact that obtaining oxygen, nitrogen, and argon in pure form ensures their efficient use for industrial and medical purposes. This study analyzes the main stages of the air separation process, including cooling, rectification, and mechanisms for controlling gas flows, based on mathematical modeling methods. When developing the model, differential equations, the laws of heat and mass transfer, as well as mathematical expressions describing dynamic processes are applied. In addition, computer simulation is used to study the stability of the process, optimal modes, and possibilities for reducing energy consumption. The results obtained are of great importance for improving the efficiency of air separation plants, enhancing control algorithms, and implementing energy-saving technologies on an industrial scale. This research also outlines the prospects for integrating the process with intelligent control systems.

Keywords: Air separation, Mathematical model, Rectification, Oxygen and nitrogen separation, Argon production technology, Heat and mass transfer, Dynamic systems, Computer simulation, Energy saving, Control algorithms.

Kirish

Havoni ajratish jarayoni zamonaviy sanoatning eng muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu jarayon yordamida atmosferadagi asosiy gaz komponentlari kislorod, azot va argon toza holda olinib, turli tarmoqlarda samarali qo‘llaniladi. Xususan, kislorod metallurgiya sohasida yuqori haroratli jarayonlarni ta’minlashda, kimyo sanoatida oksidlanish reaksiyalarini tezlashtirishda, tibbiyotda esa nafas olish apparatlari va reanimatsion yordam vositalarida keng qo‘llanadi. Azot o‘zining inert xususiyatlari bilan oziq-ovqat mahsulotlarini uzoq muddat saqlashda, elektronika ishlab chiqarishda himoya muhitini yaratishda hamda ekologik muhofaza texnologiyalarida katta ahamiyat kasb etadi. Argon esa payvandlash jarayonlarida, elektr lampalari ishlab chiqarishda va yarimo‘tkazgich sanoatida keng miqyosda ishlatiladi. Shunday qilib, havoni ajratish jarayoni nafaqat alohida sanoat sohalarida, balki butun iqtisodiyotning samarali faoliyatida hal qiluvchi omil hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Havoni ajratish jarayonini samarali tashkil etishda matematik modellashtirish muhim o‘rin tutadi. Chunki model asosida issiqlik va massa almashinuvi jarayonlari, fazaviy muvozanat, dinamik o‘zgarishlar chuqur tahlil qilinadi. Matematik model yordamida jarayonning turg‘un ishlashi uchun zarur bo‘lgan shartlar aniqlanadi, energiya sarfi kamaytirish imkoniyatlari belgilab olinadi va optimal ish rejimlarini tanlash imkoniyati yaratiladi. Bundan tashqari, kompyuter simulyatsiyasi yordamida turli rejimlarni tajriba o‘tkazmasdan virtual muhitda sinash mumkin bo‘lib, bu vaqt va resurslarni tejash, prognozlarning aniqligini oshirish hamda xavfsizlikni ta’minlashda alohida ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Havoni ajratish jarayonining matematik modeli bo‘yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar shuni ko‘rsatadiki, ushbu soha nafaqat nazariy, balki keng amaliy ahamiyatga ham ega. Adabiyotlar tahlilida bir nechta muhim ishlarni ko‘rib chiqish mumkin. Masalan, M. A. Anisimova, A. Ya. Gilmanov, A. V. Kuznetsov va A. P. Shevelev tomonidan yozilgan “Mathematical Modeling of the Separation of a Mixture of Nitrogen and Oxygen Using a Selective Membrane” nomli maqolada membrana texnologiyasi asosida kislorod va azotni ajratish jarayoni uchun dinamik model ishlab chiqilgan. Mualliflar gaz oqimining membrana ichidagi va tashqarisidagi konsentratsiya taqsimotini matematik tenglamalar yordamida tahlil qilganlar. Ushbu ishning kuchli tomoni shundaki, u vaqt bo‘yicha o‘zgarishlarni hisobga oladi va nazorat hamda optimallashtirish imkonini beradi. Shuningdek, model tajriba natijalari bilan solishtirilganligi uning ishonchliligini oshiradi. Ammo maqolaning zaif jihati shundaki, u faqat membrana asosida ajratishga qaratilgan va kriogen rektifikatsion yoki adsorbsion texnologiyalar bilan solishtirilmagan. Bundan tashqari, real ishlab chiqarishdagi issiqlik o‘zgarishlari, membrananing eskirishi kabi muhim omillar modelga kiritilmagan bo‘lishi mumkin.[1]

Yana bir diqqatga sazovor tadqiqot H. Zhou va hamkorlari tomonidan yozilgan “Dynamic Modeling of Heat-Integrated Air Separation” nomli maqolada taqdim etilgan bo‘lib, unda ichki issiqlik integratsiyalangan rektifikatsion kolonna ustunlari yordamida havoni ajratish jarayoni o‘rganilgan. Mualliflar nochiziqli model orqali massa va issiqlik almashinuvi, bug‘-suyuqlik fazalarining muvozanati bo‘yicha konsentratsiya taqsimotini chuqur tahlil qilganlar. Ushbu maqolaning afzalligi shundaki, issiqlik integratsiyasi hisobga olingan va energiya samaradorligi oshirilgan holda real jarayonning turg‘unligi ko‘rsatilgan. Dinamik simulyatsiya yordamida boshlang‘ich va o‘tish rejimlari ham o‘rganilgan. Biroq modelning murakkabligi yuqori bo‘lib, hisoblash jarayonlari ko‘p vaqt talab qiladi va iqtisodiy cheklovlar yetarlicha yoritilmagan. Sanoat sharoitida qo‘llashda uning texnik

ISSN 3030-3907

nuqsonlari va issiqlik yo‘qotishlari modelda aks etmasligi mumkin. Ushbu ikki maqola tahlilidan ko‘rinadiki, havoni ajratish jarayonini modellashtirish turli yondashuvlar orqali amalga oshirilishi mumkin.[2]

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu maqolada ushbu ilmiy natijalari amaliy sharoitda qo‘llashga moslashtirilgan metodologiya taklif qilinadi. Maqolada differensial tenglamalar yordamida matematik model tuzish, ma’lumotlarni qayta ishlash, imitatsion modellashtirish va zamonaviy avtomatik boshqarish nazariyasining sinovdan o‘tgan usullari kabi tadqiqot metodlaridan foydalaniladi. Matematik modellash jarayonining natijalarini Matlab dasturiy muhitida simulyatsiya qilib tekshiriladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Havoni ajratish kriogen usulida atmosfera havosi siqilib sovutiladi va rektifikatsiya kolonnasiga yuboriladi. Kolonnada azot, kislorod va argon ularning qaynash harorati farqlariga ko‘ra ajratiladi: azot yuqorida, kislorod pastda, argon esa o‘rtada to‘planadi. Jarayon davomida ikkita asosiy hodisa kuzatiladi: issiqlik uzatilishi va massa uzatilishi. Issiqlik sovutgichlar orqali boshqarilib, gazlarning bug‘-suyuqlik muvozanati ta’minlanadi. Massa almashinuvi traylar yoki qadoqlangan qatlamlarda sodir bo‘lib, konsentratsiyalar bosqichma-bosqich o‘zgaradi.[3] Model uchta omilga asoslanadi: harorat (t), bosim $p(t)$ va konsentratsiyalar. Harorat sovutish quvvatiga, bosim kompressor va kengaytirgichlarga, konsentratsiyalar esa massa uzatish tezligiga bog‘liq. Boshqaruv signali sifatida (t) – sovutish yoki bosim beriladi. Chiqishlar sifatida: y_1 kislorod konsentratsiyasi, 2 azot konsentratsiyasi olinadi.

Havoni ajratish ustunining soddalashtirilgan dinamik tenglamalari quyidagicha yoziladi:

$$\mathrm{C}_T \frac{dT(t)}{dt} = -k_Q(T(t) - T_c) + au(t)$$

$$V \frac{dC_{O_2}(t)}{dt} = -k_m \left(C_{o_2}(t) - C_{O_2}^{eq}(T(t))\right)$$

$$V \frac{dC_{N_2}(t)}{dt} = -k_m \left(C_{N_2}(t) - C_{N_2}^{eq}(T(t))\right) \qquad (1)$$

Bu yerda, $T(t)$ - ustun ichidagi o‘rtacha harorat, C_T - issiqlik sig‘imi, k_Q - sovutish koeffitsienti, T_c - sovutgichning temperaturasi,α - boshqaruv signali ta’sir koeffitsienti, V - hajm, k_m - massa uzatish koeffitsienti, $C_{N_2}^{eq}, C_{O_2}^{eq}$— fazaviy muvozanatdagi konsentratsiyalar (haroratga bog‘liq).

Endi ish rejimi atrofida (nominal qiymatlar: $T_0, C_{N_2,0}, C_{O_2,0}$) chiziqlashtirib yozib olinadi:

ISSN 3030-3907

$$\Delta\dot{T}(t) = -\frac{k_Q}{C_T}\Delta T(t) + \frac{a}{C_T}\Delta u(t)$$

$$\Delta\dot{C_{O_2}}(t) = -\frac{k_m}{V}\Delta C_{O_2}(t) + \beta_1\Delta u(t)$$

$$\Delta\dot{C_{N_2}}(t) = -\frac{k_m}{V}\Delta C_{N_2}(t) + \beta_2\Delta u(t) \qquad (2)$$

bu yerda, β_1,β_2 - muvozanat funksiyalarining hosilalari.
Endi (2) tenglamani holat vektorini tuzib olinadi:

$$x(t) = \begin{bmatrix} \Delta T(t) \\ \Delta C_{O_2}(t) \\ \Delta C_{N_2}(t) \end{bmatrix}, u(t) = \Delta u(t)$$

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t),\ y(t) = Cx(t) \qquad (3)$$

Matritsalar holatida ifodalab olinsa:

$$A = \begin{bmatrix} -\frac{k_Q}{C_T} & 0 & 0 \\ \beta_1 & -\frac{k_m}{V} & 0 \\ \beta_2 & 0 & -\frac{k_m}{V} \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} \frac{a}{C_T} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad (4)$$

(3) va (4) tenglamalarni laplas tasvirini topib, 2 ta uzatish funksiyasi tuzib olinadi:

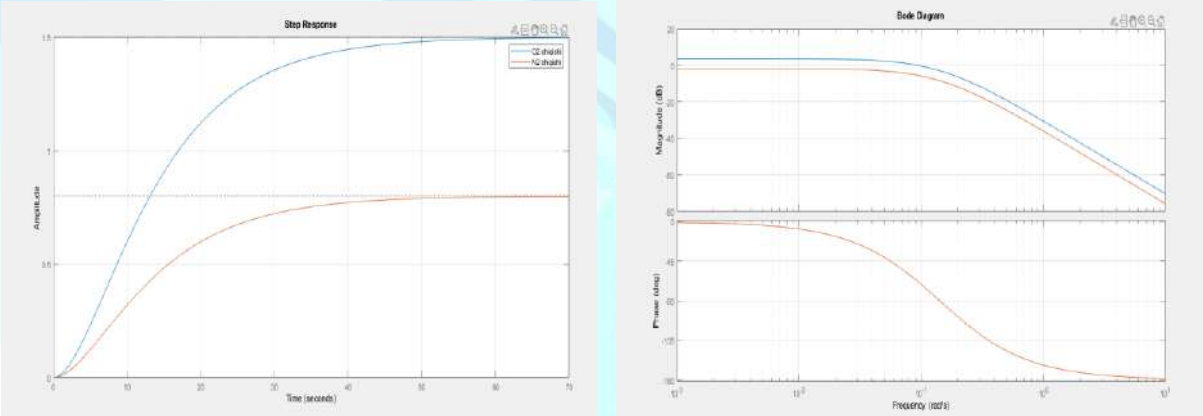
$$G_{O_2}(p) = \frac{K_1}{(\tau_T p + 1)((\tau_C p + 1)}, \qquad G_{N_2}(p) = \frac{K_2}{(\tau_T p + 1)((\tau_C p + 1)}, \qquad (5)$$

Bu yerda, $\tau_T=C_T/k_Q$, $\tau_C=V/k_m$, K_1 va K_2 esa issiqlik-massa o‘zaro ta’siridan kelib chiqqan kuchaytirish koeffitsientlari.[5-7] Tajribalardan topilgan natijaviy tahlillar asosida $K_1=1.5$, $K_2=0.8$, $\tau_T=5$, $\tau_C=10$ koeffitsiyentlarning qiymatlari olinadi.

Olingan tadqiqot natijalarini amaliy jihatdan tekshirish bosqichi sifatida MATLAB dasturidan foydalanish rejalashtiriladi. Chunki MATLAB jarayonlarni modellashtirish va nazorat qilish imkonini beradigan qulay matematik muhit hisoblanadi. Havoni ajratish jarayonidan olingan matematik model dasturga kiritilib, uning asosida tizimning dinamik xususiyatlari, ya’ni vaqt bo‘yicha javobi va chastotaviy tavsiflari tahlil qilinadi. Avvalo, model uchun o‘tish xarakteristikasi aniqlanadi. Bu xarakteristika yordamida tizimga berilgan kirish signaliga javoban chiqish ko‘rsatkichlari qanday tezlikda va qanday sifatda turg‘unlashishini kuzatish mumkin bo‘ladi. O‘tish xarakteristikasidan asosiy parametrlar – rostlash vaqti, o‘tish jarayonidagi ortiqcha tebranish darajasi hamda statik xatolik kabi ko‘rsatkichlar olinadi. Ularning barchasi jarayonning turg‘unligi va boshqaruv

ISSN 3030-3907

sifati haqida to‘liq tasavvur beradi. Olingan MATLAB natijalari havoni ajratish jarayonining qurilgan matematik modelini amaliy jihatdan baholash imkonini berdi. Avvalo, Bode diagrammasi ko‘rib chiqildi. Diagrammada ko‘rinib turibdiki, tizim chastota ortishi bilan amplituda kamayib boradi va past chastotada turg‘un, yuqori chastotalarda esa signallar susaytiriladi. Bu esa modelning fizik mazmuniga to‘la mos keladi, chunki real rektifikatsion kolonna yuqori chastotali o‘zgarishlarga tez javob bera olmaydi va ularni filtrlaydi.[8] Fazaviy xarakteristika esa chastota ortishi bilan pasayib borishini ko‘rsatmoqda, ya’ni jarayon inert xarakterga ega.



a) **b)**

1-rasm. Azot va kislorod konsentratsiyasi parametrlarining o ‘tish grafigi (a) va turg‘unlik zahirasini qiymatlarining grafik ko‘rinishi (b).

Fazaning –90° ga yaqinlashishi tizimning tipik ikkinchi tartibli o‘tish jarayonlariga xos ekanligini tasdiqlaydi. Amplituda va faza diagrammalaridan ko‘rinadiki, tizimning turg‘unlik zaxirasi yetarli bo‘lib, u real sharoitda tashqi ta’sirlarga bardosh bera olishini bildiradi. O‘tish grafigi orqali jarayonning vaqt bo‘yicha javobi tahlil qilindi. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, kislorod chiqishi (y_1) tezroq turg‘unlashib, yuqori amplituda qiymatiga yetadi, azot chiqishi (y_2) esa asta-sekin o‘sib, nisbatan pastroq darajada to‘xtaydi. Bu natija fizik jarayon mohiyatiga mos keladi, chunki kriogen sharoitda kislorodning konsentratsiyasi yuqori darajaga erishishi, azotning esa pastroq konsentratsiyada chiqishi tabiiydir. Turg‘unlashish vaqti taxminan 40–50 soniya oralig‘ida bo‘lib, bu jarayonni real rektifikatsion kolonna uchun qoniqarli dinamik javob sifatida baholash mumkin.[9]

Natijalar umumiy tahlil qilinadigan bo‘lsa, qurilgan model nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham turg‘un ishlashini ko‘rsatmoqda. Bode diagrammasidagi faza va amplituda xususiyatlari tizimning chastotaviy turg‘unligini tasdiqladi, step response esa o‘tish jarayonida ortiqcha tebranishlar yo‘qligini va chiqish signallarining aniq ravishda turg‘un qiymatga intilishini ko‘rsatdi.

XULOSA

ISSN 3030-3907

Ushbu tadqiqotda havoni ajratish jarayoni uchun matematik model ishlab chiqildi va u MATLAB muhitida tekshirildi. Fizik model issiqlik balansi, massa balansi hamda fazaviy muvozanat qonunlariga asoslanib tuzildi va chiziqlashtirish orqali uzatish funksiyasi shakliga keltirildi. Olingan model asosida tizimning dinamik xususiyatlari tahlil qilinib, Bode diagrammasi yordamida turg‘unlik zaxirasi, birlik pog‘onali signal yordamida esa o‘tish jarayonlari baholandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, model real rektifikatsion kolonna jarayoniga mos keladi, kislorod va azot chiqishlari turg‘un qiymatga yetadi hamda ortiqcha tebranishlarsiz silliq o‘tish xarakteristikalarini namoyon qiladi. Chastotaviy tahlil tizimning yetarli amplituda va faza zaxirasiga ega ekanini ko‘rsatib, turg‘un ishlashini tasdiqladi. Shunday qilib, ishlab chiqilgan matematik model havoni ajratish jarayonining asosiy fizik xususiyatlarini to‘liq aks ettiradi, nazariy hamda amaliy jihatdan ishonchli natija beradi va kelgusida energiya samaradorligini oshirish, optimal boshqaruv tizimlarini loyihalash hamda texnologik rejimlarni takomillashtirish uchun mustahkam ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI

1. Anisimova, M. A., Gil’manov, A. Y., Kuznetsov, A. V., & Shevelev, A. P. (2023). Mathematical Modeling of the Separation of a Mixture of Nitrogen and Oxygen Using a Selective Membrane. Journal of Engineering Physics and Thermophysics, 96(6), 1542-1548.

2. Zhou, H., Xia, X., & Cong, L. (2025). Dynamic Modeling of Heat-Integrated Air Separation Column Based on Nonlinear Wave Theory and Mass Transfer Mechanism. Processes, 13(4), 1052. https://doi.org/10.3390/pr13041052

3. Huang, R., Zavala, V. M., & Biegler, L. T. (2009). Advanced step nonlinear model predictive control for air separation units. Journal of Process Control, 19(4), 678-685.

4. Dias, L. S., Pattison, R. C., Tsay, C., Baldea, M., & Ierapetritou, M. G. (2018). A simulation-based optimization framework for integrating scheduling and model predictive control, and its application to air separation units. Computers & Chemical Engineering, 113, 139-151.

5. Cao, Y., Swartz, C. L., & Baldea, M. (2011, June). Design for dynamic performance: Application to an air separation unit. In Proceedings of the 2011 American Control Conference (pp. 2683-2688). IEEE. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document /5990942

6. Botirov, T. V., & Sodiqov, B. Q. (2023). Use of intellectual regulators in the production of polyvinyl chloride. Journal of Advances in Engineering Technology, (4), 31-35.

ISSN 3030-3907

7. Vassilyev, S. N., Kudinov, Y. I., Pashchenko, F. F., Durgaryan, I. S., Kelina, A. Y., Kudinov, I. Y., & Pashchenko, A. F. (2020). Intelligent control systems and fuzzy controllers. II. trained fuzzy controllers, fuzzy PID controllers. Automation and remote control, 81(5), 922-934.
8. Xu, Z., Zhao, J., Chen, X., Shao, Z., Qian, J., Zhu, L., ... & Qin, H. (2011). Automatic load change system of cryogenic air separation process. Separation and Purification Technology, 81(3), 451-465.
9. Zhu, Y., Legg, S., & Laird, C. D. (2010). Optimal design of cryogenic air separation columns under uncertainty. Computers & Chemical Engineering, 34(9), 1377-1384.

ISSN 3030-3907

UDK 54.547-386

KALSIY, MAGNIY, RUX, TEMIR VA KOBALT METALLARINING IPAK QURTI PILLASI POLIPEPTIDLARI BILAN SUPRAMOLEKULYAR TABIIY POLIKOMPLEKSLARINING BIOLOGIK FAOLLIGINI O'RGANISH

Namozov Orif Mardanovich
Toshkent davlat texnika universiteti dotsenti, biologiya fanlari nomzodi,
"Umumiy kimyo" kafedrasi mudiri,
E-mail: namozov.o@mail.ru.
Tel.: +998998359618.
Karimov Maxmud Muratovich
Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali "Kimyoviy texnologiya"
kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori,
E-mail: kmm142216@mail.ru; Тел.: 933760787.

Annotatsiya: Ushbu maqola Bombyx Mori (ipak qurti) pillasidan olingan polipeptidlar bilan kalsiy, magniy, rux, temir va kobalt kabi muhim biogen elementlar hosil qilingan supramolekulyar tabiiy polikomplekslarning biologik faolligini o'rganishga bag'ishlangan. Ushbu polikomplekslar o'zlarining noyob tuzilish xususiyatlari tufayli farmakologiyada katta imkoniyatlarga ega. Ipak qurti pillasi polipeptidlarining metallokomplekslari farmakologik xususiyatlarini o'rganish, maqsadli terapevtik yondashuvlarni optimallashtirishdagi muammolar va kelajak istiqbollarini muhokama qilingan. Tabiiy polimerlar asosida hosil qilingan ushbu yangi metallpolikomplekslarni ilmiy jihatdan o'rganish – kelajakda innovatsion farmatsevtik vositalar va biotibbiyot preparatlarni chuqur tadqiq etish va ishlab chiqish hamda amaliy tibbiyotga tadbiq etish istiqbolli ekanligini anglatadi.

Kalit so'zlar: Kalsiy, magniy, rux, temir va kobaltning supramolekulyar tabiiy polikomplekslari, Bombyx Mori ipagi polipeptidlari, biologik faollik.

Annotation: This article is devoted to the study of the biological activity of supramolecular natural polycomplexes with polypeptides derived from Bombyx Mori (silkworm) cocoons, from which important biogenic elements such as calcium, magnesium, zinc, iron and cobalt are formed. These polycomplexes have great potential in pharmacology due to their unique structural properties.ation: this article is devoted to the study of the biological activity of supramolecular natural polycomplexes with polypeptides derived from Bombyx Mori (silkworm) cocoons, from which important biogenic elements such as calcium, magnesium, zinc, iron and cobalt are formed. These polycomplexes have great potential in pharmacology due to their unique structural properties. The pharmacological properties of

ISSN 3030-3907

metallocomplexes of silkworm cocoon polypeptides, problems in optimizing targeted therapeutic approaches, and future prospects were discussed. The scientific study of these new metallopolycomplexes, formed on the basis of natural polymers, means that in the future it is promising to conduct in – depth research and development of innovative pharmaceutical agents and biomedical drugs, as well as to apply to applied medicine.

Keywords: supramolecular natural polycomplexes of calcium, magnesium, zinc, iron and cobalt, polypeptides of Bombyx Mori silk, biological activity.

Аннотация: Это статья посвящена изучению биологической активности супрамолекулярных природных поликомплексов, образованных важными биогенными элементами, такими как кальций, магний, цинк, железо и кобальт, с полипептидами, полученными из кокона Bombyx mori (шелкопряда). Эти поликомплексы имеют большой потенциал в фармакологии благодаря своим уникальным структурным особенностям.ннотация: эта статья посвящена изучению биологической активности супрамолекулярных природных поликомплексов, образованных важными биогенными элементами, такими как кальций, магний, цинк, железо и кобальт, с полипептидами, полученными из кокона Bombyx mori (шелкопряда). Эти поликомплексы имеют большой потенциал в фармакологии благодаря своим уникальным структурным особенностям. Обсуждались вопросы изучения фармакологических свойств металлокомплексов полипептидов кокона тутового шелкопряда, проблемы оптимизации целевых терапевтических подходов и перспективы на будущее. Научное изучение этих новых металлополикомплексов, созданных на основе природных полимеров, означает, что в будущем перспективны глубокие исследования и разработки инновационных фармацевтических препаратов и биомедицинских препаратов, а также их применение в практической медицине.

Ключевые слова: супрамолекулярные природные поликомплексы кальция, магния, цинка, железа и кобальта, полипептиды шелка Bombyx mori, биологическая активность.

Kirish

So'nggi yillarda ilmiy hamjamiyatning yangi farmatsevtika vositalarini ishlab chiqish uchun kelib chiqishi tabiiy bo’gan preparatlardan foydalanishga qiziqishi ortib bormoqda. Ushbu preparatlar orasida ipak qurti pillasi asosida olingan polipeptidlar va ularning kalsiy, magniy, rux, temir va kobalt kabi muhim boigen elementlar hisoblangan metallar bilan hosil qilingan polikomplekslarning biologik faolligini farmakologik tadqiqotlarda o’rganish istiqbolli yo'nalish sifatida

ISSN 3030-3907

qaralmoqda. Ushbu birikmalar supramolekulyar tabiiy polikomplekslarni hosil qiladi va ularning farmakologik xususiyatlarini va potentsial terapevtik qo'llanilishini ilmiy jihatdan o'rganishni talab etadi [1].

Supramolekulyar tabiiy polikomplekslar – ipak qurti pillasidan olingan polipeptidlar va muhim metall ionlari orasidagi kovalent bo'lmagan o'zaro ta'sir natijasida hosil bo'lgan murakkab tuzilmalarni hosil qiladi. Ipak qurti pillasi tarkibida turli xil oqsillar va polipeptidlar mavjud va bu biomolekulalar o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, ular bilan farmatsevtik ilmiy tadqiqotlar o'tkazish zarur. Ushbu polipeptidlar kalsiy, magniy, rux, temir va kobalt kabi metallar bilan o'zaro ta'sirlashganda, o'ziga xos xususiyatga ega bo'lgan biologik faollikni o'zida mujassam etgan noyob preparatlarni hosil qilishi mumkinligi isbotlangan [2].

Bombyx Mori ipagi asosan disulfid bog'lardan iborat bo’lgan quyi va yuqori molekulyar massali fibroin oqsilidan iborat. Ushbu ipak oqsillari oson biologik parchalanish va past immunogenlikka ega, uning bu xususiyatlarini metall ionlari bilan polipeptid komplekslar hosil qilish orqali o'zgartirish mumkin. Bundan tashqari, ipakdan olingan oqsillarni o'zgartirish (modifikatsiyalash) va turli xil metallar bilan komplekslarini hosil qilib, tuzilishi va tarkibini o'zgartirish (boyitish) orqali, ularni ishlatilish imkoniyatlarining oshishiga olib keladi [3, 4].

Kalsiy, magniy, rux, temir va kobalt inson tanasidagi ko'plab fiziologik jarayonlarda hal qiluvchi rol o'ynaydigan muhim biogen metallardir. Ular fermentativ reaktsiyalarda, signal uzatishda va hujayra tuzilishi va funksiyasini saqlashda ishtirok etadilar. Ularning ipak polipeptidlari bilan o'zaro ta'siri bu biomolekulalarning farmakologik xususiyatlariga potentsial ta'sir ko'rsatadigan barqaror komplekslarning shakllanishiga olib keladi [5].

Ushbu supramolekulyar tabiiy polikomplekslarning farmakologik xususiyatlarini o'rganish ko'p qirrali tadqiqotlarni o'z ichiga oladi:

1. Ushbu polipeptidni Bombyx Mori ipagidan olish mumkinligi nuqtai nazaridan, tabiiy holda topishning, bundan tashqari, ulardan metallkomplekslar sintez qilishning osonligi ham muhim jihatlardan hisoblanadi. Hosil qilingan preparatlarning biologik ob’yektlarga qanday ta’sir qilishini o'rganish lozim. Ushbu muhim metallarning polipeptidlar bilan birgalikda hosil qilgan komplekslari terapevtik samaradorlikni oshirishi mumkinligi alohida ahamiyatga ega.

2. Biologik faolligi va terapevtik salohiyati, ushbu komplekslarning biologik tizimlarga ta'sirini o'rganish, masalan, hujayralarni qabul qilish, biomoslashuv va terapevtik ta'sirlar, ularning turli kasalliklarni davolashda yoki to'qimalar muhandisligida biomaterial sifatida xizmat qilishda potentsialini ochirishi mumkin.

3. Strukturaviy va molekulyar o‘zaro ta’sirlar spektroskopiya, rentgen kristallografiyasi va hisoblash modellash kabi usullardan foydalanish ushbu

ISSN 3030-3907

polikomplekslar ichidagi strukturaviy joylashuv va molekulyar o'zaro ta'sirlarni yoritishi mumkin. Bu tushuncha ularning farmakologik xususiyatlarini optimallashtirish uchun juda muhimdir [6].

Supramolekulyar tabiiy polikomplekslarning ulkan salohiyatiga qaramay, bir qancha qiyinchiliklar mavjud. Ularga izchil va keng qamrovli ishlab chiqarish uchun sintez usullarini optimallashtirish, komplekslarning uzoq muddatli barqarorligini ta’minlash va potentsial toksiklik muammolarini hal qilish kiradi [7].

Kelajakdagi tadqiqot yo'nalishlari ushbu komplekslardan foydalangan holda kombinatsiyalangan terapiya yoki maqsadli yetkazib berish tizimlari kabi yangi formulalarni o'rganishni o'z ichiga olishi mumkin. Bundan tashqari, ushbu polikomplekslarning o'ziga xos biologik ob’ektlar bilan o'zaro ta'sirini o'rganish yuqori darajada moslashtirilgan terapevtik xususiyatlarini ishlab chiqish uchun yo'l ochishi mumkin [8].

Kaltsiy, magniy, rux, temir va kobalt metallarini o'z ichiga olgan supramolekulyar tabiiy polikomplekslarni ipak qurtidan olingan polipeptidlar bilan sintez qilish, birinchi navbatda, metall ionlari va biomolekulalar o'rtasida muvofiqlashtirish va o'zaro ta'sirga asoslangan usulni o'z ichiga oladi [9, 10].

Polikomplekslarning stoxiometriyasini, bog'lanish konstantalarini va umumiy tuzilishini tahlil qilish muhim ahamiyatga ega. Polikomplekslarning unumi va barqarorligini optimallashtirish uchun temperatura, muhit (pH ko‘rsatkichi), konsentratsiya nisbati va reaktsiya vaqti kabi sintez parametrlarini aniq sozlash – optimallashtirish lozim [11].

Sintez jarayonining umumiy tavsifi:

1. Polipeptidlarni ajratish va tozalash:

Ipak qurtidan olingan oqsillarni, xususan, fibroin oqsilini peptid bog‘lari bo‘yicha kuchsiz ishqoriy muhit eritmasida gidrolizlab, polipeptidlar yoki aminokislotalarga ajratiladi.

Fibroin (oqsil) + nH_2O → Aminokislotalar (Gly, Ala, Ser, ...)

$$[\text{-NH-CHR-CO-}]_n + nH_2O \rightarrow n\text{NH}_2\text{-CHR-COOH}$$

oqsil fragmenti ***aminokislota***

Fibroin oqsilining empirik (umumiy) formulasini taxminiy quyidagicha ifodalash mumkin: $C_{15}H_{24}N_6O_7$. Chunki fibroin uchun molekulyar formula aniq bir bo‘lakka qarab o‘zgaradi.

β-qatlamli tuzilishga ega bo‘lgan fibroin oqsilining asosiy aminokislotalari:

(-[NH-CH_2-CO]-[NH-CH(CH_2OH)-CO]-[NH-CH_2-CO]-[NH-CH(CH_3)-CO]-[NH-CH_2-CO]-[NH-CH(CH_3)-CO]-)$_n$

Bu yerda: NH-CH_2-CO – Glisin (Gly);

NH-CH(CH_2OH)-CO – Serin (Ser);

ISSN 3030-3907

NH-CH(CH_3)-CO – Alanin (Ala).

Ular quyidagi aminokislotalar ketma-ketligida joylashadi va shu tarzida takrorlanadi:

-Gly-Ser-Gly-Ala-Gly-Ala-...

Bu zanjirli takrorlanuvchi tuzilma β-qatlamlarni hosil qilishda muhim hisoblanadi [12].

Gidroliz natijasida fibroin peptid bog‘lari bo‘yicha ajraladi. Natijada keng turdagi polipeptidlar – asosan glysin, alanin, serin kabi aminokislotalar hosil bo‘ladi. Agar gidrolizlanish chuqur (davomli) olib borilsa, oxir-oqibat, aminokislotalar aralashmasigacha ham parchalanishi mumkin.

2. Polipeptidlarning metall komplekslarini hosil qilish:

1) Dastlabki bosqich ipak ishlab chiqarish uchun mas'ul bo'lgan asosiy organlar bo'lgan ipak qurti g‘umbagidan ipakning o‘zini ajratib olish. Ipakda turli xil oqsillar (masalan, seritsin) va asosan, ipakning asosiy tarkibiy qismi bo'lgan fibroin mavjud.

2) Kerakli polipeptidlar ipak oqsillarini NaOH (yoki KOH)ning 1% li suvli eritmasi yordanida, issiq holatda gidrolash.

3) Hosil qilingan polipeptidlarni HCl bilan neytrallash va supramolekulyar polikompleks hosil qilish uchun metall tuzidan kerakli miqdorda qo‘shish.

4) Hosil qilingan metall polipeptidlarining barqarorligi va yaxlitligini saqlab qolish uchun kreogen (past temperaturada muzlatish) usuli bilan quritish.

5) Dializ: polipeptid eritmasini mos buferga qarshi dializlash orqali aralashmalar va ortiqcha reagentlardan tozalash.

Supramolekulyar tabiiy polikomplekslar sintezi muhim bosqichdir. Ushbu biomolekulalar metall ionlari bilan birga bevosita samarali farmakologik jihatdan organizmga ta'sir etadi.

Metall ionini tayyorlash: kaltsiy, magniy, rux, temir va kobalt metall ionlari manbalari sifatida tegishlicha – kaltsiy xlorid ($CaCl_2$); magniy sulfat ($MgSO_4$); rux sulfat ($ZnSO_4$); temir (II)-sulfat ($FeSO_4$) va kobalt xlorid ($CoCl_2$) tuzlari olindi.

Bu tuzlar suvda oson erib, dissotsiyalanadi: eritmaga metall ionlarini chiqaradi.

3. pHni sozlash:

Eritmaning pH ko ‘rsatkichini optimallashtirishda ipak qurti polipeptidlari bilan metall ionlari kerakli o'zaro ta'sirni ta'minlaydigan tegishli diapazonni tanlash zarur. Bu pHning 6-8 (neytral muhit) oralig‘ida bo‘ladi. Ushbu sozlash polipeptid zanjirlari bilan metall ionlarining bog'lanishi yoki muvofiqlashtirishini ta’minlash (rostlash) uchun juda muhimdir. Hosil qilingan polipeptid massasiga metall ionlari qo‘shganimizdan keyin reaktsiya davomida eritma muhitining pH ko‘rsatkichlari

ISSN 3030-3907

keskin o'zgarishini oldini olish ya’ni barqaror pH ni saqlash maqsadida bufer eritma qo'shishimiz ham mumkin.

4. Konsentratsiyani nazorat qilish:

Ipak qurti pillasidan olingan polipeptidlarni tayyorlangan metall ionlari bilan nazorat qilinadigan sharoitda aralashtirish lozim. Metall ionlari va polipeptidlarda mavjud bo'lgan o'ziga xos funktsional guruhlar (masalan, gistidin, sistein, glutamik kislota va shu kabi boshqa aminokislota qoldiqlari) o'rtasidagi o'zaro ta'sir supramolekulyar komplekslarning shakllanishiga olib kelishini e’tiborga olish lozim.

Metall ionlari kontsentratsiyasini to'g'ri o'lchash va nazorat qilish polikomplekslarni shakllantirishda kerakli stexiometriyaga erishish uchun juda muhimdir.

Komplekslarning shakllanishi va barqarorligini tasdiqlash uchun spektroskopiya (UV-ko'rinadigan, FTIR), rentgen kristallografiyasi, NMR spektroskopiyasi yoki elektron mikroskopiya kabi usullardan foydalangan holda strukturani tavsiflashimiz mumkin. Bularni o‘rganish orqali fibroinning strukturasini yoki biologik funksiyalarini chuqurroq tushunish mumkin.

Xulosa:

Supramolekulyar tabiiy polikomplekslarni sintez qilish uchun metall ionlarini tayyorlash, eritish, pH sozlash, konsentratsiyani nazorat qilish va tekshirish bosqichlarini o'z ichiga oladi. Ushbu sinchkovlik bilan tayyorlangan metall ion eritmalari ipak qurtidan olingan polipeptidlar bilan o'zaro ta'sir qilish uchun muhim birikish bloklari bo'lib xizmat qiladi va natijada potensial farmakologik barqaror va funktsional polikomplekslarning shakllanishiga olib keladi. Ushbu metall ionlarining aniq nazorati va tavsifi polipeptidlar bilan muvaffaqiyatli kompleks hosil qilish uchun muhim ahamiyatga ega bo'lib, natijada yuzaga keladigan supramolekulyar birikmalarning xususiyatlari va funktsiyalariga ta'sir qiladi.

Sintezlangan supramolekulyar polikomplekslarning farmakologik xususiyatlarini, shu jumladan biologik mavjudligi, biologik faolligi va potentsial toksikligini o‘rganish lozim. Buning uchun potentsial terapevtik vositalar yoki biomateriallar sifatida ularning samaradorligini baholash uchun in vitro va in vivo tadqiqotlar o‘tkazilishi zarur. Sintezlangan komplekslarning farmakokinetikasini, turli sharoitlarda barqarorligini va maqsadli qo'llanilishini o'rganish lozim.

Ushbu supramolekulyar tabiiy polikomplekslarning sintezi kimyo, biokimyo va farmakologiya tamoyillarini birlashtirgan multidisipliner yondashuvni o'z ichiga oladi. Ushbu komplekslarni batafsil tavsiflash ularning farmatsevtika dasturlari yoki biotibbiyot materiallari sifatida qo‘llanishi uchun juda muhimdir [13].

ISSN 3030-3907

Kaltsiy, magniy, rux, temir va kobalt bilan ipak qurtidan olingan polipeptidlar tomonidan hosil qilingan supramolekulyar tabiiy polikomplekslarni o'rganish farmakologiyada katta istiqbolga ega rivojlanayotgan sohadir. Tadqiqotchilar ushbu komplekslarning nozik tomonlarini va ularning farmakologik ta’sir doirasini o‘rganishda davom etib, ular innovatsion terapevtik strategiyalar va biotibbiyot dasturlarini ishlab chiqishga hissa qo'shish imkoniyatiga ega bo‘ladilar [14].

Hosil bo‘lgan metall-polipeptid kompleks birikmalar tibbiyotda, kosmetikada yoki biomateriallar sifatida ishlatilishi mumkin [15, 16].

ADABIYOTLAR

1. Tatyana V Sambukova, Prospects for phytopreparations (botanicals) use in modern pharmacology. June 2017 Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy 15(2):56-63. DOI:10.17816/RCF15256-63.
2. Silva, C. O., & Reis, C. P. (2014). *Drug Nanocarriers Based on Biomacromolecules: How Far We've Come*. Nanotechnology.
3. Zhang, Y., Li, B., & Huang, Q. (2019). *Supramolecular self-assembly of natural biomacromolecules and their biomedical applications*. Advanced Drug Delivery Reviews, 142, 1-23. https://doi.org/10.1016/j.addr.2019.05.004
4. Gong, C., Wu, L., & Zhu, W. (2019). *Nanostructured silk polypeptide-metal complexes for bioactive applications: Recent progress and future directions*. Nano Research, 12(7), 1456-1472. https://doi.org/10.1007/s12274-019-2354-y
5. Wang, X., Wenk, E., Matsumoto, A., & Kaplan, D. L. (2019). *Silk biomaterials and biomedical applications*. Nature Reviews Materials, 4(1), 19-28. https://doi.org/10.1038/s41578-018-0058-x
6. Kapoor, S., Kundu, S. C., & Mandal, B. B. (2020). *Silk protein-based nanoparticles for drug delivery applications*. Nanomedicine, 15(2), 63-80. https://doi.org/10.2217/nnm-2019-0274
7. Kim, H. J., Kim, U. J., & Kim, H. S. (2018). *Bioavailability and pharmacokinetics of metal-polypeptide complexes derived from natural proteins*. Journal of Pharmaceutical Sciences, 107(12), 3129-3142. https://doi.org/10.1016/j.xphs.2018.08.016
8. Wang, J., Cheng, X., & Xu, L. (2021). *Functional supramolecular metal-polypeptide complexes in biomedicine*. International Journal of Molecular Sciences, 22(7), 3690. https://doi.org/10.3390/ijms22073690
9. Liu, Y., Chen, J., & Sun, J. (2020). *Polypeptide-metal ion complexes as next-generation biomaterials: An interdisciplinary approach*. Nature Communications, 11(1), 4201. https://doi.org/10.1038/s41467-020-18092-3

ISSN 3030-3907

10. Li, C., Feng, Y., & Wang, Q. (2020). *Silk fibroin-based nanoparticles for controlled drug delivery and therapeutic applications*. Advanced Healthcare Materials, 9(16), 1901569. https://doi.org/10.1002/adhm.201901569.
11. Matsumoto, A., Chen, J., & Kaplan, D. L. (2019). *Silk-based polypeptides and their interactions with calcium, magnesium, and zinc ions for biomedical applications*. Biomacromolecules, 20(10), 3654-3672. https://doi.org/10.1021/acs.biomac.9b00723.
12. Huang, Y., Zhang, Y., & Zhao, H. (2019). *Bioavailability of magnesium and zinc from silk polypeptide complexes: A pharmacokinetic perspective*. Food Chemistry, 301, 125317. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125317.
13. Xu, H., Xie, X., & Wu, L. (2020). *Silk polypeptide-metal nanocomplexes for cancer therapy: Targeted drug delivery and bioavailability enhancement*. Journal of Controlled Release, 328, 501-516. https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.09.033.
14. Chen, X., Shao, Z., & Knight, D. P. (2017). *Metal-polymer interactions in biomaterials: Insights into calcium, magnesium, and zinc binding with silk proteins*. Materials Today, 20(2), 88-95. https://doi.org/10.1016/j.mattod.2016.10.004.
15. Deng, Y., Lin, X., & Yu, Q. (2021). *Advances in silk fibroin-metal interactions: Mechanisms and biomedical applications*. Acta Biomaterialia, 134, 56-74. https://doi.org/10.1016/j.actbio.2021.07.018.
16. Zhao, R., Wang, H., & Liu, Q. (2022). *Magnesium and zinc-coordinated silk biomaterials: Novel applications in tissue engineering and drug delivery*. Regenerative Biomaterials, 9(1), 1-14. https://doi.org/10.1093/rb/rba034.

ISSN 3030-3907

BURG‘ILASH KOLONNASINING QULFLI ULANISH QISMLARINI QAYTA TIKLASH USULLARI

Normayev Qobilbek Husanovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti,Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi dotsent v.b. (PhD)

Annotatsiya: Burg‘ilash jarayonida qo‘llaniladigan quvurlar kolonnasining qulfli ulanish qismlari ko‘p marotaba mexanik yuklamalarga duch kelishi natijasida tez-tez shikastlanadi. Bu nosozliklarning oldini olish va ularni qayta tiklash uchun samarali texnologik usullarni ishlab chiqish bugungi kunda dolzarb hisoblanadi. Ushbu maqolada rezbali ulanish qismlarini elektr yoy ostida eritib qoplash usuli yordamida qayta tiklash, shuningdek, termik va kriogen ishlov berish texnologiyalari orqali mustahkamlikni oshirish imkoniyatlari yoritiladi. O‘tkazilgan tajribalar asosida quvurlar xizmat muddatini uzaytirish hamda avariya holatlarini kamaytirishning optimal yo‘llari asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: burg‘ilash kolonnasi, qulflu ulanish, rezba, payvandlash, qoplama, qattiqlik, kriogen ishlov, toblash, samaradorlik.

Аннотация: Соединительные замковые части колонны бурильных труб под воздействием интенсивных механических нагрузок часто подвергаются повреждениям. В результате наблюдаются износ резьбовых соединений, их деформация и снижение прочности. Для устранения данных проблем и продления срока службы элементов колонны актуальной задачей является применение эффективных технологий восстановления и упрочнения. В статье рассматриваются вопросы восстановления резьбовых соединений методом наплавки под слоем электродуги, а также повышение твёрдости и износостойкости за счёт термической обработки и криогенных технологий. Проведённые эксперименты показали, что предложенные методы значительно увеличивают срок службы бурильных труб, снижают вероятность аварийных ситуаций и повышают общую эффективность.

Ключевые слова: бурильная колонна, замковое соединение, резьба, сварка, наплавка, твёрдость, криогенная обработка, закалка, эффективность.

Annotation: The threaded joint sections of drill pipe strings are frequently subjected to intensive mechanical loads, which often lead to damage. As a result, wear of the threads, deformation, and reduction of strength are observed. To eliminate these problems and extend the service life of string elements, the application of effective restoration and strengthening technologies is considered an urgent task. This article discusses the restoration of threaded joints by arc surfacing, as well as the enhancement of hardness and wear resistance through thermal and cryogenic treatment. Experimental results demonstrated that the proposed methods

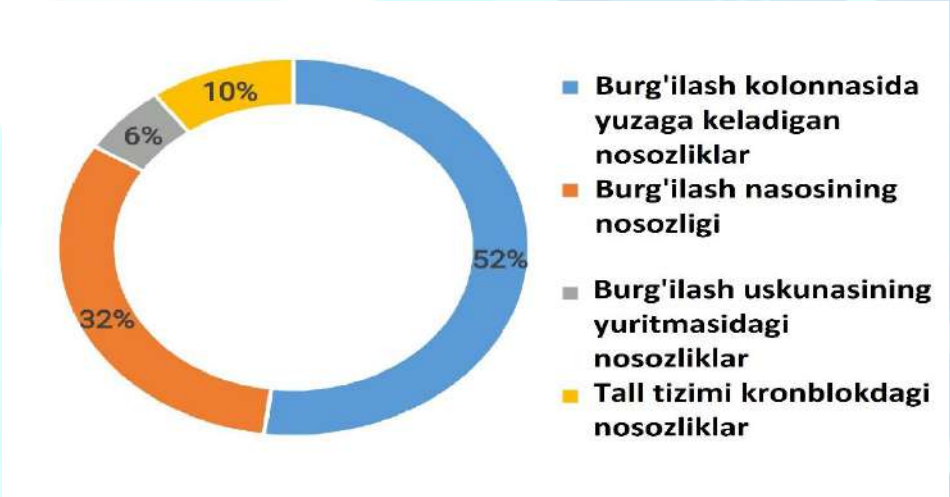
ISSN 3030-3907

significantly increase the service life of drill pipes, reduce the risk of accidents, and improve overall efficiency.

Keywords: drill string, tool joint, thread, welding, surfacing, hardness, cryogenic treatment, quenching, efficiency.

Kirish

Mamlakat iqtisodiyotining ko‘plab sohalari, xususan, foydali qazilmalarni qazib olish va ularni qayta ishlash jarayonlari samaradorligi bevosita burg‘ilash texnologiyalarining mukammalligiga bog‘liqdir. Ayniqsa, chuqur gorizontlarda joylashgan konlarni o‘zlashtirishda burg‘ilash kolonnasining texnik holati hal qiluvchi ahamiyatga ega. So‘nggi yillarda olib borilgan kuzatuvlar shuni ko‘rsatmoqdaki, geologik qidiruv va burg‘ilash ishlari davomida sodir bo‘ladigan texnologik avariyalarning katta qismi aynan quvurlar qulflu ulanish qismlarida yuzaga kelmoqda. Rezbali qismlarning yemirilishi, sinishi yoki geometriyasining buzilishi natijasida butun burg‘ilash jarayoni to‘xtab qoladi. Bu esa katta mehnat, vaqt va mablag‘ sarfini talab qiladi. Shu bois, qulf qismlarini qayta tiklash va ularning mustahkamligini oshirish masalasi eng muhim yo‘nalishlardan biri bo‘lib qolmoqda.



1-rasm Burg‘ilash jarayonida yuzaga keladigan avariyalar statistikasi diagrammasi.

Burg‘ilash quvurlaridagi nosozliklarning asosiy sabablari quyidagilardan iborat: ko‘p marta ulanib-ajratilishi oqibatida rezba qismlarining yemirilishi; metall materialining sifat darajasi pastligi; texnologik reglamentlarga to‘liq amal qilinmasligi; kuchlanish ta’sirida rezba tishlarida yorilish va egilishlarning paydo bo‘lishi.

Bu kabi muammolarni odatdagi vizual yoki oddiy nazorat usullari bilan aniqlab bo‘lmaydi. Natijada, nosozlik faqat avariya yuz berganidan keyin ma’lum bo‘ladi. Shuning uchun kapital ta’mir jarayonida rezbali qismlarni maxsus texnologiyalar yordamida qayta tiklash talab etiladi.

ISSN 3030-3907



2-rasm Burg‘ilash quvurlarida uchraydigan nosozliklar quvurining qulfli ulanishida rezba qismining uzilish va rezbaning yemirilganlik holati.

Quvurlar qulflu ulanish qismlarini qayta tiklashda klassik eritib qoplash usuli qo‘llanildi. Bu usulda elektr yoy ostida maxsus qoplovchi sim va flyuslardan foydalaniladi. 40XMFA markali po‘latdan tayyorlangan quvurlar uchun tajriba yo‘li bilan quyidagi optimal materiallar tanlandi, qoplovchi sim Np-30XGSA, flyuslar 48OF-10 va ELZ-FKN-1/55(B) (1:1 nisbatda). Shuningdek, payvandlashdan oldin quvurlar yuzasini 100℃, 150℃ va 250℃ haroratlarda qizdirish orqali tajribalar o‘tkazildi. Eng yaxshi natija 250℃ gacha qizdirilgan yuzalarda kuzatildi. Qoplama qatlami bir necha bosqichda hosil qilinganda qattiqlik va sifat yuqoriroq bo‘ldi.



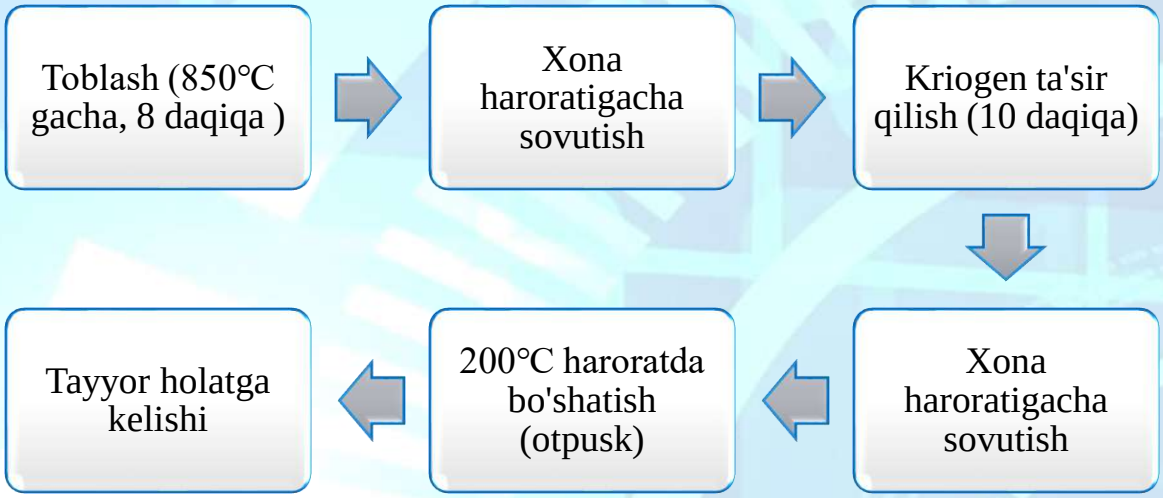
a b c

3-rasm Eritib qoplash usuli a) Eritib qoplash usuli bilan qayta tiklanadigan qulf ulanish qismi. b) Elektr yoyli payvandlab eritib qoplangandan so‘nggi holat. c) Rezba ochilgandan so‘nggi holat.

Olingan natijalar quyidagicha bo‘ldi: Qulf tanasining qattiqligi 300 HB, qoplangan yuzaning qattiqligi 328 HB. Ko‘rsatkichlardan ko‘rinadiki, eritib qoplangan qismning mustahkamligi sezilarli darajada oshgan. Biroq faqat

ISSN 3030-3907

payvandlash bilan cheklanib qolmasdan, keyinchalik termik hamda kriogen ishlov berish orqali mustahkamlik yanada kuchaytirildi. Termik ishlov berishda yuqori haroratlarda toblash qo‘llanildi. Kriogen ishlov esa suyuq azot yordamida –196°C gacha sovutish orqali amalga oshirildi. Bu ikki jarayon birgalikda quvurlarning ichki kristall tuzilishini mustahkamlab, uzoq muddatli ishonchlilikni ta’minladi.



4-rasm Termik va kriogen ishlov berish ketma-ketligi.

Xulosa

Eritib qoplash va kriogen ishlov berish jarayonlari birgalikda qo‘llanilganda quvurlar qulflu ulanish qismlarining xizmat muddati ancha uzaydi, qayta tiklangan qismlarning qattiqligi 328 HB gacha oshadi, burg‘ilash jarayonida yuzaga keladigan avariyalar soni qariyb 75% ga kamayadi, burg‘ilash samaradorligi va iqtisodiy ko‘rsatkichlar sezilarli ravishda yaxshilanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Normayev Q.H. Skvajinalarni burg‘ilashda texnologik avariyalarni va geologik asoratlarni bartaraf etuvchi texnik yechimlarni ishlab chiqish // PhD. dissestatsiya ishi // UO‘K: 622.248 // Navoiy: «O‘zbekiston konchilik xabarnomasi» jurnali nashriyoti, 2024 – 113 b.

2. Djurayev R.U., Mirzayev A.U. va boshq. Chuqur skvajinalarni burg’ilash qazish uskunalari va texnologiyasi // Darslik. –Toshkent: «Lesson Press» nashriyoti, 2023, – 480 b.

3. Михеев Д. А. Исследование аварийных муфт замков бурильных труб, восстановленных наплавкой // Материалы Всероссийской научно - технической конференции. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. – С. 256-257.

ISSN 3030-3907

4. Халтурин, О. А. Анализ влияния отклонений геометрии на напряжения в замковом резьбовом соединении // –Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 80-82.

ISSN 3030-3907

EFFICIENCY OF EXTRACTING PRODUCTS FROM DEPOSITS WITH HIGH VISCOSITY

Yakubova Lobar Gulamovna
Karshi State Technical University. Karshi, Uzbekistan
Bekjonov Rozisher Soatmurodovich
Karshi State Technical University. Karshi, Uzbekistan
Aytmuratov Sultamurat Qutlimurat uli
Karakalpak State Technical University. Nukus, Karakalpakstan

Annotation. The coefficient of coverage can also decrease with formation seepage, because when the pressure gradient is less than the pressure gradient of the limit structure failure in the oil, the oil is less immobile in the low-permeability layers and mainly moves in the high-permeability layers. If the pressure gradients in the formation are smaller than the pressure gradient of the dynamic displacement of this oil, zones can be formed where the movement of oil with an almost intact structure is observed.

Keywords*:* circular layer, chemical composition, "stagnant" zones, pressure gradient, Oil viscosity, second zone, rheological properties, viscosity zones.

Аннотация.Коэффициент охвата также может снижаться при просачивании из пласта, поскольку, когда градиент давления в нефти меньше, чем градиент давления при предельном разрушении структуры, нефть менее неподвижна в низкопроницаемых слоях и в основном перемещается в высокопроницаемых слоях. Если градиенты давления в пласте меньше, чем градиент давления динамического вытеснения этой нефти, могут образовываться зоны, где наблюдается движение нефти с почти неповрежденной структурой.

Ключевые слова: кольцевой пласт, химический состав, "застойные" зоны, градиент давления, вязкость нефти, вторая зона, реологические свойства, зоны вязкости.

Annotatsiya.Qoplama koeffitsienti shakllanish oqishi bilan ham kamayishi mumkin, chunki bosim gradyani moydagi chegara tuzilishi buzilishining bosim gradyanidan kam bo'lsa, yog ' past o'tkazuvchan qatlamlarda kamroq harakatsiz bo'ladi va asosan yuqori o'tkazuvchanlikda harakat qiladi.qatlamlar. Agar shakllanishdagi bosim gradyanlari ushbu moyning dinamik siljishining bosim gradyanidan kichikroq bo'lsa, deyarli buzilmagan tuzilishga ega bo'lgan moyning harakati kuzatiladigan zonalar hosil bo'lishi mumkin.

Kalit so'zlar: dumaloq qatlam, kimyoviy tarkibi, "turg'un" zonalar, bosim gradyani, moyning yopishqoqligi, ikkinchi zona, reologik xususiyatlari, yopishqoqlik zonalari.

Introduction

ISSN 3030-3907

The main part :These zones can be conventionally called "stagnant" zones. In the stagnant zones of the formation, oil leaks only in some highly permeable layers or zones. In the remaining parts of the formation, the oil is almost not moving. If measures are not taken to reduce the anomalous oil viscosity or increase formation pressure gradients, this will lead to a decrease in the final oil yield of the formation.

The occurrence and distribution of anomalous oil viscosity zones depends on the distribution of formation pressure gradients across the accumulation area, which depends on the system of placement of drilling and extraction wells, as well as their mode of operation. It again depends on the composition of anomalous viscous oil and the permeability of the pore medium. The influence of the chemical composition of rocks on the occurrence of anomalous viscosity is currently not fully studied.

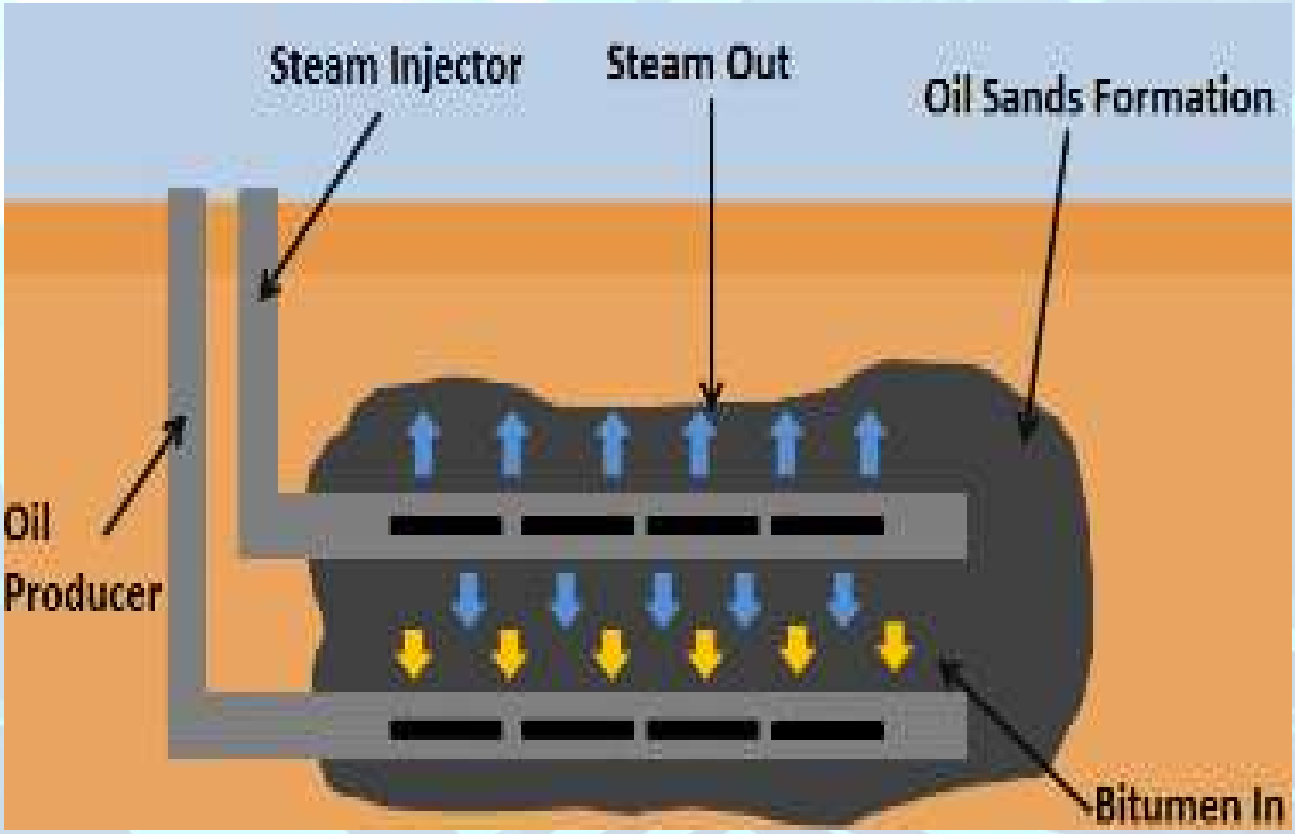
It is known that the composition and properties of oil can change significantly depending on the area of the pile and the thickness of the layer. Many researchers reported that the density of oil increases from the top of the formation to the bottom. However, the distribution of oil viscosity throughout the pile has been little studied. Usually, the viscosity of degassed oil is determined. It was observed that this indicator of oil changes in a large interval along the layer. For example, the viscosity of degassed oil in the Taimurzin field (Russia,) was found to vary from 28 to 200 mPa s across the field.

Usually, the average value of the physical properties of the oil and the physical properties of the formation is taken in the design of oil fields. It is modeled according to the shape of the oil. Such an approach cannot be applied to anomalous oil piles for predicting key field performance indicators. In order to determine the important technological indicators of oil fields, it is necessary to take into account the change in the rheological properties of oil and the heterogeneity of the layer when performing hydrodynamic calculations. Thus, the main feature in the design and analysis of oil piles with anomalous viscosity is the need to study in detail the changes in oil and gas composition, physical and important rheological properties along the size of the pile. The choice of the scheme of hydrodynamic calculations should be made taking into account the characteristics of the distribution of oil and gas properties along the pile. The anomalous viscosity properties of oils are greatly influenced by the physical properties and heterogeneity of the formation. For example, the dynamic shear pressure gradient and the marginal structural failure pressure gradient in petroleum are highly dependent on the permeability of the rocks. Sharp deterioration of rheological properties is manifested in oil seepage in porous media characterized by a small permeability coefficient. Thus, it is

ISSN 3030-3907

necessary to ensure that the placement system of the receiving and driving wells, the distances between them, and their operating modes are greater than the pressure gradients of formation pressure during heap operation, and the pressure gradients of the limit failure of oil structures. If it is impossible to achieve this goal due to a serious deterioration of economic indicators of operation, then it is necessary to design measures to improve the rheological properties of oil.

At the stage of drawing up the initial projects of the oil field, the designer will not have sufficient detailed information about the characteristics of oil composition, distribution over the heap area, and permeability coefficient, which affect the structural and mechanical properties of oil. Therefore, as new information about formation and reservoir oil becomes available, changes should be made to measures to reduce anomalous oil viscosity.In addition, the properties of the oil obtained from the use wells may change significantly during the operation of the heap for various reasons. Therefore, it is necessary to regularly monitor the composition of oil and gas, as well as changes in their rheological properties.



Picture.1 Viscous oil melting scheme.

Based on the problem of flat-radial leakage of anomalous oil, the change of oil viscosity and leakage rate depending on the pressure gradient was obtained.

The results of experimental studies of anomalous oil seepage in a porous medium can be developed in two ways. In the first step, of all variable rheological properties of oil, only its viscosity is taken into account, and permeability is

ISSN 3030-3907

considered a constant quantity. In the second method, the anomalous oil mobility coefficient at different pressure gradients is determined from the experimental data. This approach is correct from a methodological point of view, because with the increase of the pressure gradient, on the one hand, the permeability of the layer increases in the porous medium. As a result of the development of experimental data in each case, it is possible to obtain an empirical expression connecting the anomalous oil mobility with the formation pressure gradient.

Expressions for calculating anomalous oil viscosity and mobility have the following form:

1) for effective oil viscosity

$$\mu_s = \mu_m + \frac{\mu_0 - \mu_m}{1 + \exp C(y - y_n)}; \qquad (1)$$

2) for the mobility of oil in formation

$$\frac{\kappa}{\mu} = \frac{K_n[1 + expC(y - y_n)]}{\mu[1 + expC(y - y_n)] - \Delta\mu}, \qquad (2)$$

here: K_n - rock permeability in large pressure gradients; μ_m, μ_0 - minimum and maximum values of oil viscosity; c va Y- constants; $\Delta\mu = \mu_0 - \mu_m; y = gradP.$

It should be noted that the direct use of functions (1) and (2) in solving the set tasks causes mathematical difficulties. Therefore, the anomalous oil flow scheme in a circular layer is used to solve the tasks.

Replacement of straight curves of change of anomalous oil viscosity with broken lines a, b, c, sufficient for the accuracy of calculations in practice. Three zones can be distinguished in a circular layer on the basis of this scheme of dependencies.

The outer radius around which the use wells are placed r_m in all the first zones, the formation pressure gradient is greater than the pressure gradient of the limit failure of structures in oil. In this zone, oil has the lowest constant viscosity μ_m or greatest mobility $(\kappa/\mu)_m$ with, will be in a completely broken structural movement. The size of the radius of the first zone is determined by the rheological properties of the oil and the mode of operation of the wells. In the second zone, the viscosity and mobility of oil varies according to the linear law, depending on the formation pressure gradient. The outer radius of the second zone also depends on the parameters affecting the first zone. The main role in this zone is played by the dynamic pressure gradient of displacement.

Main result: Oil viscosity in the first zone μ_m equal, in the third - μ_0, secondly, depending on the gradient, it changes according to the following law:

ISSN 3030-3907

$$\mu = \mu_0 - \frac{\mu_0 - \mu_m}{H_m - H}\left(\frac{d\mathrm{P}}{d_ч} - H\right); \qquad (3)$$

where: P is the variable pressure and the coordinate of the point where the pressure is determined, respectively.

Equation 3 is directly proportional and inversely proportional to the product of the permeability and the structural failure threshold pressure gradient in the oil. Under equal conditions, the greater the viscosity of oil, the farther the zone of anomalous properties of oil is located from the wellbore. The radius of the first zone is larger for low-permeability layers than for high-permeability layers.

LITERATURE

1. Bekjonov, R., & Norchayev, A. (2022). Shock wave velocity in two-phase pressure flow. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1036, No. 1, p. 023129). IOP Publishing.
2. Ирматов Э.К., Агзамов А.Х. Опыт и проблемы совершенствования разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений Средний Азии и методы повешения их нефтеотдачи. - Тошкент : ФАН, 1991.
3. Ирматов Э.К., Агзамов А.Х., Ибрагимов М.Х. Нефтеотдача месторождений межгорных впадин Средний Азии с осложненными геолого-физическими условиями и пути ее увеличения. - Ташкент: АН РУз, НПО Кибернетика, 1992.
4. Агзамов А.Х., Ирматов Э.К. Использование метода главных компонент для оценки влияния геолого-промысловых факторов на показатели системы разработки залежей нефти // ЭИ Сер. Техника и технология добычи нефти. - М.: ВНИИОЭНГ, 1990. -№8. -С.3-8.
5. Ирматов Э.К., Агзамов А.Х. Обз.сер. Опыт и проблемы совершенствования разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений Средней Азии и методы повышения их нефтеотдачи: Заводнение нефтяных месторождений с осложненными горно-геологическими условиями и пути повышения его эффективности. -Ташкент. -ФАН, 1991.-71 с.
6. Ирматов Э.К., Агзамов А.Х. Заводнение нефтяных месторождений с осложненными горно-геологическими условиями и пути повышения его эффективности. - Ташкент: Изд. АН РУз., 1992. - 60 с.
7. Назаров С.Н. Результаты анализа разработки на примере месторождений Ферганы. // Нефтяное хозяйство, 1965. -№ 2. -С.31-38.
8. Посевич А.Г., Агзамов А.Х., Эрматов Н.Х. Оценка влияния некоторых геолого-физических и технологических факторов на эффективность заводнения месторождений Ферганы // Узбекский журнал нефти и газа, 1998. -№3. -С. 23-25.

ISSN 3030-3907

9. Эрматов Н.Х., Мухаммедов Г.Р., Эшонкулов Ж.З., Хошимов Э.А. Анализ результатов экспериментальных исследований влияния снижения забойного давления насыщения нефти газом на продуктивность скважин // «Геологик-қидирув ишларининг замонавий муаммолари ва ривожлантириш истиқболлари» Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами.–Қарши, 2002. –С.287-290.
10. Эрматов Н.Х., Каршиев А.Х., Бобомуродов У.З. Оценка эффективности заводнения на месторождениях Сурхандарьинской нефтегазоносной области Узбекистана // «Фундаментальные и прикладные проблемы науки». Материалы XIII Международного симпозиума. –Москва, 2018. –С.185-193.
11. Азимов П.К. Разработка нефтяных месторождений с применением заводнения. - Ташкент: Фан, 1978. - 240 с.

ISSN 3030-3907

DEEP PURIFICATION OF PYROLYSIS GAS STREAMS USING BAY ZEOLITE AND OPPORTUNITIES FOR PRODUCING ACTIVATED CARBON

Davlatova Odina
Namangan davlat texnika universiteti
Tel:+998950092324,
E-mail: DavlatovaO@mail.ru

Abstract. This study analyzed the interaction of BaY zeolite with water and xylenes based on adsorption isotherms, differential heats (Qd), and entropy (ΔS) parameters. The results show that water molecules strongly bind to the hydrophilic sites of the zeolite, releasing a high initial heat (Qd ≈ 88 kJ/mol), whereas xylenes are taken up stepwise on adsorption sites of different energetics. These features demonstrate the effectiveness of BaY in the efficient removal of water from pyrolysis streams and in the selective adsorption of aromatics. In addition, using a catalytic pyrolysis scheme based on Zeolite+$NiFe_2O_4$ composites increased the fractions of H_2 and CO in the gas stream, while the solid carbon residue was converted into activated carbon. This integrated approach not only improves energy efficiency but also enables the production of high-value feedstock for supercapacitor applications.

Keywords: BaY zeolite, adsorption isotherms, differential heat (Qd), entropy (ΔS), aromatic compounds (benzene, toluene, xylenes), pyrolysis streams, zeolite–$NiFe_2O_4$ composite catalyst, gas conditioning, SOFC (solid oxide fuel cell), activated carbon, energy efficiency, renewable fuel from biomass.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot adsorbsion izotermalar, differentsial isitgichlar (Qd) va entropiya (KSILENLAR) parametrlari asosida BaY zeolitining suv va ksilenlar bilan o'zaro ta'sirini tahlil qildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, suv molekulalari seolitning hidrofilik joylariga kuchli bog'lanib, yuqori boshlang'ich issiqlikni chiqaradi (QD va 88 kJ/mol), ksilenlar esa turli energetikaning adsorbsion joylarida bosqichma-bosqich olinadi.bstrakt.avhum. Ushbu tadqiqot adsorbsion izotermalar, differentsial isitgichlar (Qd) va entropiya (KSILENLAR) parametrlari asosida BaY zeolitining suv va ksilenlar bilan o'zaro ta'sirini tahlil qildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, suv molekulalari seolitning hidrofilik joylariga kuchli bog'lanib, yuqori boshlang'ich issiqlikni chiqaradi (QD va 88 kJ/mol), ksilenlar esa turli energetikaning adsorbsion joylarida bosqichma-bosqich olinadi.bstrakt. Ushbu tadqiqot adsorbsion izotermalar, differentsial isitgichlar (Qd) va entropiya (KSILENLAR) parametrlari asosida BaY zeolitining suv va ksilenlar bilan o'zaro ta'sirini tahlil qildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, suv molekulalari seolitning hidrofilik joylariga kuchli bog'lanib, yuqori boshlang'ich issiqlikni chiqaradi (QD

ISSN 3030-3907

va 88 kJ/mol), ksilenlar esa turli energetikaning adsorbsion joylarida bosqichma-bosqich olinadi. Ushbu xususiyatlar Bayning piroliz oqimlaridan suvni samarali olib tashlashda va aromatik moddalarning selektiv adsorbsiyasida samaradorligini namoyish etadi.atijalar shuni ko'rsatadiki, suv molekulalari seolitning hidrofilik joylariga kuchli bog'lanib, yuqori boshlang'ich issiqlikni chiqaradi (QD va 88 kJ/mol), ksilenlar esa turli energetikaning adsorbsion joylarida bosqichma-bosqich olinadi. Ushbu xususiyatlar Bayning piroliz oqimlaridan suvni samarali olib tashlashda va aromatik moddalarning selektiv adsorbsiyasida samaradorligini namoyish etadi. Bundan tashqari, zeolit+Nife$_2$oometrik kompozitlarga asoslangan katalitik piroliz sxemasidan foydalanib, gaz oqimida H_2 va CO fraktsiyalarini olib keldi, qattiq uglerod qoldig'i esa faollashtirilgan uglerodga aylantirildi. Ushbu kompleks yondashuv nafaqat energiya samaradorligini oshiradi, balki superkondensator ilovalari uchun yuqori qiymatli xomashyo ishlab chiqarishni ham dushman qiladi.

Kalit so'zlar: dafna seoliti, adsorbsion izotermalar, differensial issiqlik (QD), entropiya (KSILENLAR), aromatik birikmalar (benzol, toluol, ksilenlar), piroliz oqimlari, zeolit–Nife$_2$oexpress kompozit katalizatori, gazni konditsiyalash, SOFC (qattiq oksidli yonilg'i xujayrasi), faollashgan uglerod, energiya samaradorligi, biomassadan qayta tiklanadigan yoqilg'i.

Анотация. В этом исследовании анализировалось взаимодействие цеолита BaY с водой и ксилолами на основе изотопов адсорбции, дифференциальных теплот (Qd) и энтропийных параметров (ΔS). Результаты показывают, что молекулы воды прочно связываются с гидрофильными участками цеолита, выделяя высокую начальную теплоту (Qd ≈ 88 кДж/моль), в то время как ксилолы поглощаются поэтапно на участках адсорбции с различной энергетикой. В этом исследовании анализировалось взаимодействие цеолита BaY с водой и ксилолами на основе изотопов адсорбции, дифференциальных теплот (Qd) и энтропийных параметров (ΔS). Результаты показывают, что молекулы воды прочно связываются с гидрофильными участками цеолита, выделяя высокую начальную теплоту (Qd ≈ 88 кДж/моль), в то время как ксилолы постепенно поглощаются адсорбционными участками различной энергетики. Эти особенности демонстрируют эффективность BaY в эффективном удалении воды из потоков пиролиза и в селективной адсорбции ароматических соединений. Кроме того, при использовании схемы каталитического пиролиза на основе композитов цеолит+НИФЕ$_2$O$_4$ в газовом потоке были получены фракции H_2 и CO, в то время как твердый углеродный остаток был преобразован в активированный уголь. Такой комплексный

ISSN 3030-3907

подход не только повышает энергоэффективность, но и препятствует производству высококачественного сырья для суперконденсаторов.

Ключевые слова: цеолит BaY, изотопы адсорбции, дифференциальная теплоемкость (Qd), энтропия (ΔS), ароматические соединения (бензол, толуол, ксилолы), потоки пиролиза, композитный катализатор цеолит–нифенол, кондиционирование газа, ТОТЭ (твердооксидный топливный элемент), активированный уголь, энергоэффективность, возобновляемое топливо из биомассы.

I. Introduction

Improving energy efficiency and making rational use of renewable resources remains one of today's most urgent scientific and practical challenges. In many countries, converting agricultural and forestry residues—such as cotton stalks, sunflower husks, sawdust, and wheat straw—into energy has become a priority from both ecological and economic perspectives. Pyrolysis—thermochemical decomposition in an oxygen-free environment—is among the most promising routes and simultaneously yields three product streams: a gas, a liquid bio-oil fraction, and a solid carbon residue (char). However, the "raw" pyrolysis stream is not immediately suitable for direct use in energy devices: it typically contains excessive moisture, heavy high-molecular organic fractions ("tar"), aromatics, and even trace sulfur and halogens. This demands additional steps for cleaning, conditioning, and fine-tuning the composition before the streams can be fed into high-performance energy systems. In this context, selective sorbents and tailored catalysts—especially BaY zeolite and $NiFe_2O_4$ composites—can transform a basic pyrolysis line into a highly efficient, integrated energy platform.

The proposed concept unifies three consistent directions into a single technological chain. First, catalytic pyrolysis over a (Zeolite + $NiFe_2O_4$) composite is used to enrich the H_2/CO profile in the gas fraction, suppress the liquid fraction's tar and heavy aromatics via cracking–reforming, and increase the carbonization degree of the solid residue by carefully choosing process parameters (temperature, residence time, heating rate). Here, the active centers of the $NiFe_2O_4$ spinel promote dehydrogenation and partial steam/CO_2 reforming reactions, while the zeolite's strong acidity and ordered pore system provide synergy: tar molecules are trapped in micropores and cleaved into lighter fragments; aromatic rings are encouraged to convert into short-chain gaseous products. Second, the resulting gas stream is conditioned by mechanical and thermal means: aerosols are removed in cyclones, condensable droplets are knocked out in heat exchangers and condensers, and inertial/fibrous filters capture larger particulates. At this stage, the liquid bio-fraction is diverted either to fuel blends or to further chemical processing

ISSN 3030-3907

(hydrodeoxygenation, fractionation), while the solid char is collected separately for subsequent activation. Third, the gas undergoes final "polishing" on a BaY zeolite bed: the supercages and strongly localized Ba cations generate a high electrostatic field that deeply dehydrates the gas and selectively retains aromatic hydrocarbons, thereby preserving the gas's H_2/CO ratio while bringing impurity levels down to the specifications required by sensitive devices such as solid oxide fuel cells (SOFCs). BaY succeeds here because its faujasite-Y framework, large supercages, and Ba-cation adsorption sites create strong interactions with water (via solvation-like complexes) and with π-systems (via cation–π interactions).

Integration with an SOFC is the heart of this platform. The SOFC anode, typically a Ni–YSZ composite, is susceptible to poisoning by tars and heavy aromatics; excessive moisture can also perturb the anode's equilibrium reactions. Deep dehydration on BaY and selective removal of aromatics to trace levels are thus not merely "fine tuning," but key to long-term cell stability and to preventing coke formation on electrode surfaces. Within this chain, the $NiFe_2O_4$ composite's role upstream is equally important: it "lightens" the gas, reduces tar at its source, and adjusts the H_2 and CO content toward a favorable window. As a result, the excessive burden on internal reforming inside the SOFC is mitigated, the core components that set the Nernst potential are kept more stable, and the heat balance is more even at the cell/stack level.

The "second life" of the solid residue is a techno-economic amplifier of the platform. Pyrolysis char—a carbon-rich material—can be converted into high-surface-area activated carbon through physical activation with steam or CO_2, or through chemical activation using reagents such as KOH or H_3PO_4. The resulting micro/mesoporous architecture establishes efficient transit pathways for electrolyte ions, enabling high power density and good cycle stability in supercapacitor electrodes. Moreover, heat integration across the platform—the reuse of high-temperature heat from the pyrolyzer, condensers, and SOFC exhaust—reduces the energy demand of activation. In this way, a single line co-produces electricity (via the SOFC), heat (partly recycled within the process), and a valuable solid product—activated carbon—turning waste into a value chain and realizing the idea of "green carbon" in practice.

Such integration naturally demands balanced process engineering. For example, lower pyrolysis temperatures tend to increase the liquid fraction but also the tar content; raising the temperature increases the gas yield but reduces char output. The amount and dispersion of $NiFe_2O_4$, the zeolite type and acidity, particle size, and residence time—all strongly influence the product spectrum. In gas conditioning, pressure drops must be controlled; in the condensation stage, the heat

ISSN 3030-3907

"pinch point" must be chosen well; and for BaY the regeneration cycles must be planned (e.g., swing strategies, mild heating, or inert-gas purging) to enable continuous operation. On the SOFC side, the anode-gas temperature profile, fuel utilization, steam/hydrocarbon equilibria at the anode, and oxygen supply at the cathode are jointly tuned; the BaY stage functions as an external "buffer," delivering a steady, clean, and compositionally stable fuel gas to the cell.

There are, of course, challenges and risks. Variable, small-scale feedstock (moisture, ash content, alkalis, and chlorides) can affect the lifetimes of both catalyst and zeolite; even trace sulfur species may poison Ni centers; BaY's structural stability must be verified under long-term humid conditions. But there are robust technological responses: pre-drying and partial ash washing; sulfur capture via dedicated sorbents; strengthening the zeolite matrix through controlled crystal growth and post-synthetic modification; doping the catalyst (e.g., with Cu or Co); and deploying monoliths and lightweight foams to reduce pressure drop. Deeper heat integration—reusing the SOFC's high-grade exhaust heat for pre-heating in pyrolysis or for BaY regeneration—lowers overall exergy losses.

A major strength of this platform is its modularity and contextual adaptability. It can be deployed in small-scale units (for rural districts or satellite industrial sites) and mid-scale clusters (for centralized hubs). Proximity to feedstock reduces logistics costs, while on-site heat reuse boosts overall efficiency. In Uzbekistan, residues from cotton processing, horticulture and wood industries, and food-processing organics offer a natural feedstock base for such a platform. Instead of open-air burning or landfilling, the waste is converted into electricity, heat, and a high-value solid—activated carbon. Domestic demand for supercapacitor materials, filtration media, and electrochemical devices can be met locally.

Future research will deepen along several lines: controlling the nano-architecture of $NiFe_2O_4$ composites; exploring hybrid micro–mesoporous zeolite variants; optimizing mass and heat transfer in monolithic and 3D-printed structures; fine-tuning the thermal profile via microwave or plasma pyrolysis; and digitizing the entire chain with smart sensors and machine-learning-based control. In particular, real-time GC or NDIR sensors, online dew-point monitoring, and indicators for adsorbent bed "breathing" (breakthrough) can feed data into predictive control to raise reliability. At the same time, the electrochemical properties of char-derived activated carbon—surface chemistry, ion-transport pathways, and the electrode–electrolyte interface—unlock significant value in hybrid energy systems (for example, supercapacitor banks that shave short peak loads) operating alongside the SOFC.

ISSN 3030-3907

By combining catalytic pyrolysis on (Zeolite + $NiFe_2O_4$), adsorptive polishing on BaY, and SOFC conversion, this platform tailors “raw” pyrolysis streams to the needs of energy devices: moisture and heavy organics are deeply reduced, aromatics are selectively removed, and the H_2/CO profile is preserved. The result is a single chain that reliably produces electrical power, recycles process heat internally, and converts the solid residue into high-value activated carbon. This solution is not only technologically coherent but also economically and environmentally beneficial, opening new horizons for transforming agricultural and forestry residues into high-value products. In the energy transition, it offers a practical way to turn waste from a liability into an opportunity.

II.Experimental Methods

The study was conducted in five main stages:

1) Synthesis and modification of BaY zeolite: BaY was prepared by ion exchange in $Ba(NO_3)_2$ solutions, followed by calcination at 550 °C to ensure structural stability. Next, a bimetallic composite catalyst (Zeolite + $NiFe_2O_4$) was prepared by binding metal oxide particles to the zeolite matrix.

2) Structural and property analysis. The structure and phase composition of the prepared zeolite and composite catalyst were examined by the following spectroscopic methods:

XRD (X-ray diffraction): crystal structure and phase purity;

FTIR (infrared spectroscopy): functional groups in the zeolite matrix and signatures of ion exchange;

SEM/TEM (scanning/transmission electron microscopy): particle morphology, size, and distribution;

BET: surface area and porosity;

TPR/TGA: thermal stability and redox behavior of the catalyst; adsorption calorimetry under high vacuum: adsorption characteristics of BaY.

3)Adsorbent design and purification of pyrolysis streams: an adsorber-column concept was developed to selectively separate moisture (H_2O vapor) and aromatic fractions using BaY zeolite; isotherm ($a = f(P/P_0, T)$), differential heat (Qd), entropy (ΔSd), and equilibration time $\tau(a)$ were used as design inputs; equilibrium models (TOZM) and saturation equations were used in calculations.

4)Catalytic pyrolysis and gasification scheme: a technological roadmap was developed to obtain electric power in an SOFC and, by selective removal of high-molecular-weight organics, to obtain activated carbon via catalytic pyrolysis over Zeolite/$NiFe_2O_4$; sizing considered reactor volume, residence time, temperature ranges, and catalyst loading; laboratory tests were used to determine

ISSN 3030-3907

H_2, CO, and CH_4 fractions in the product gas and to assess its suitability for SOFC operation.

5)Experimental verification of adsorption properties: adsorption isotherms of water and xylenes on BaY were measured; differential heats (Qd) and entropies (ΔSd) were determined to evaluate selectivity and stability; these results were used to demonstrate the applicability of BaY to biofuel purification.

3. Process Schemes

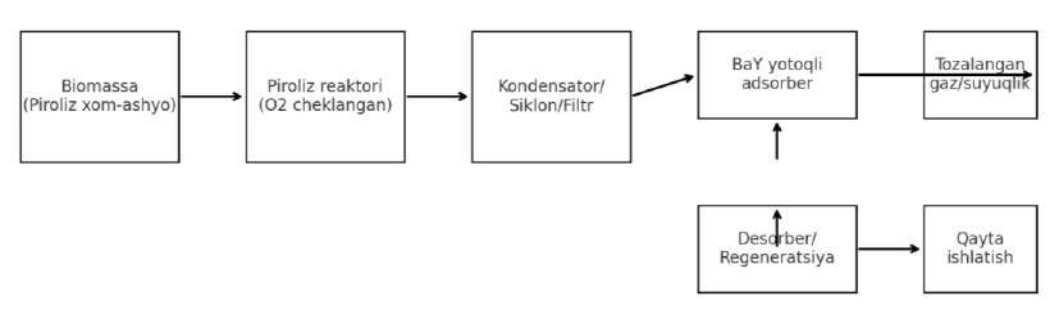


Figure 1. Process scheme for cleaning pyrolysis streams using BaY zeolite.

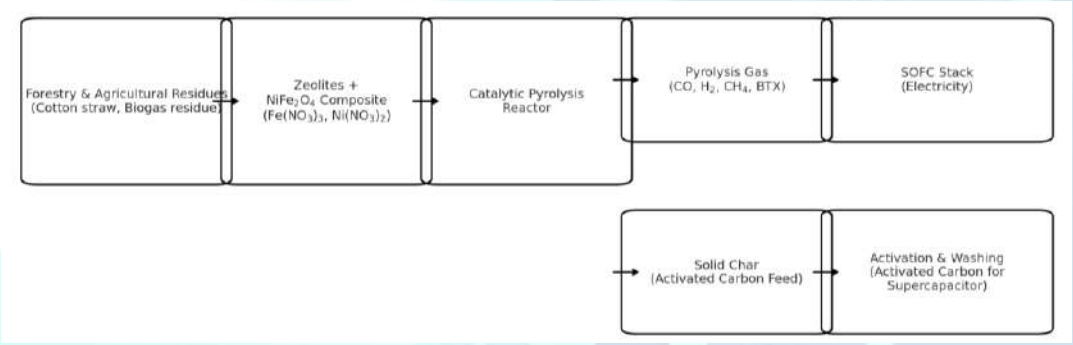


Figure 2. Process scheme for the Biomass → Zeolite/$NiFe_2O_4$ catalytic pyrolysis → SOFC and activated carbon pathway.

Adsorption on BaY: Isotherm, Differential Heats, and Entropy

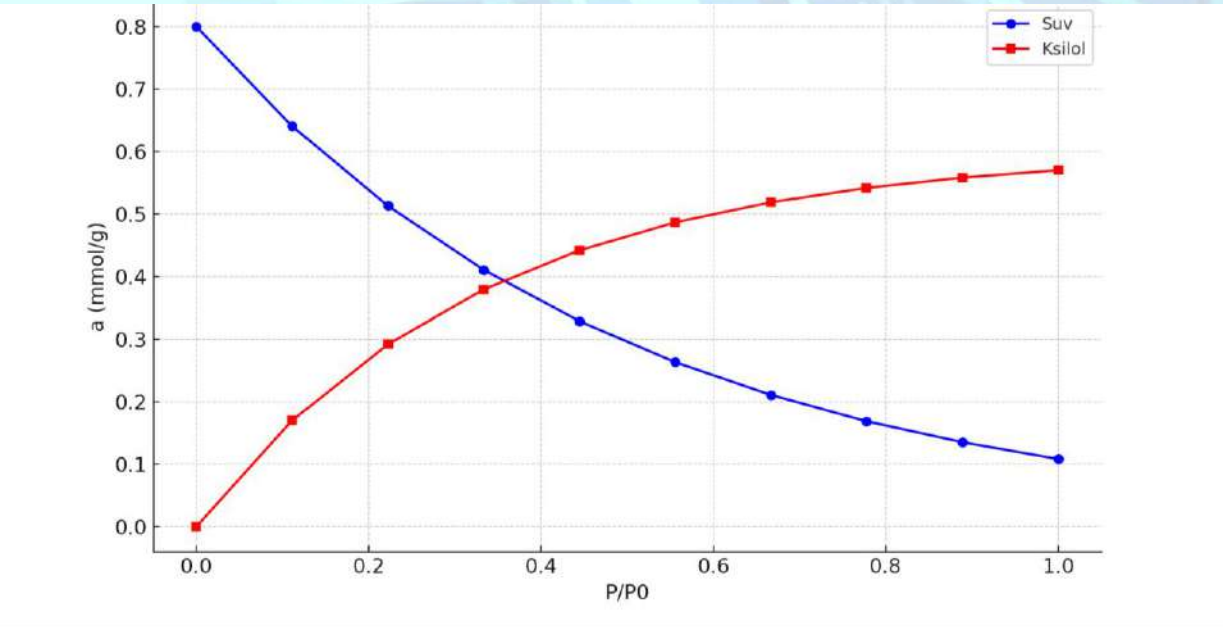


Figure 3. Adsorption isotherms of water and xylenes on BaY.

ISSN 3030-3907

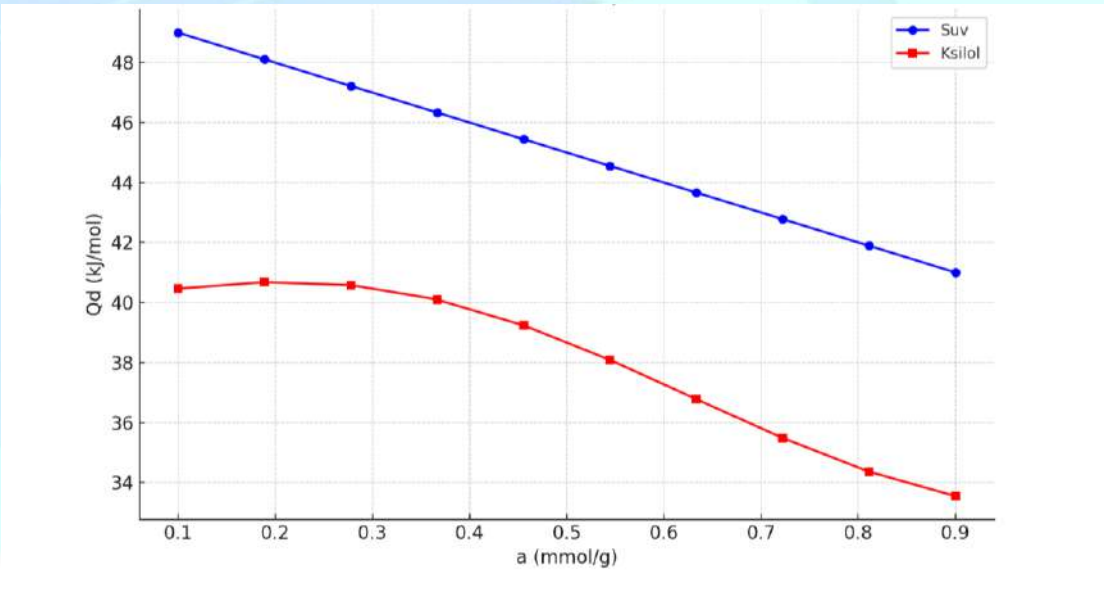


Figure 4. Comparison of differential heats of adsorption for water and xylenes.

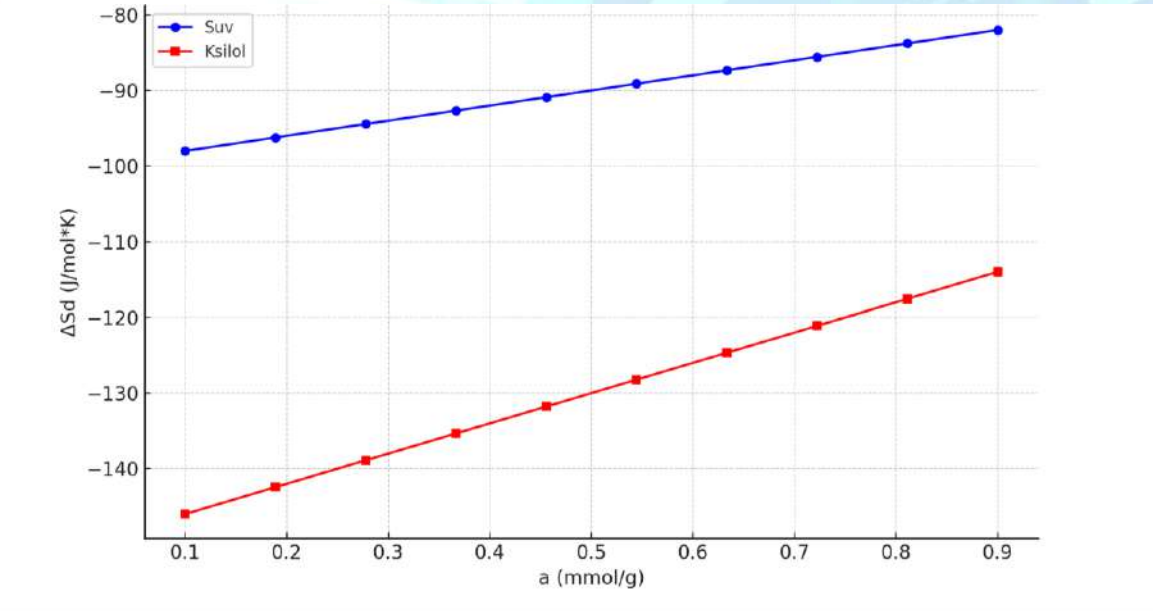


Figure 5. Differential entropy of adsorption for water and xylenes.

IV.Discussion

Large-scale studies in recent years on energy recovery from solid biomass residues regard the efficient organization of pyrolysis and the conditioning of the resulting gas stream for fuel-cell operation as priority tasks. Work with HZSM-5 and Y-type zeolites has achieved high performance in reducing tar and heavy aromatics and in optimizing the H_2/CO ratio. There is also international experience in combining Ni-based catalysts with pyrolysis and gasification to produce gas mixtures suitable for SOFCs. However, gas conditioning has not been fully resolved in many studies. Incomplete removal of condensable heavy organics and aromatic fractions causes electrode carbonization in SOFCs and other catalytic

ISSN 3030-3907

systems, reduces stability, and leads to long-term operational issues. Deep removal of water vapor has also been overlooked in many cases.

The present results indicate that BaY zeolite offers significant potential for deep drying of pyrolysis streams and selective uptake of aromatic fractions. BaY's strong hydrophilicity and π-electron interactions with aromatics provide an advantage in preparing SOFC-grade gas. Additionally, the Zeolite–$NiFe_2O_4$ composite catalyst increases the fractions of H_2 and CO during pyrolysis, and the solid char can be converted into activated carbon, adding economic value.

V.Conclusion

The interaction between BaY zeolite and polar/non-polar sorbates embodies the core of why this material is such a powerful "finishing" adsorbent for biomass-derived gas streams. In the presence of water, BaY presents strongly hydrophilic, high-field sites—Ba^{2+} cations localized within the faujasite-Y supercages—where water molecules anchor through intense ion–dipole interactions and cooperative hydrogen bonding within the confined pore network. This manifests as a large initial differential heat of adsorption (Qd ≈ 88 kJ/mol), a signature of high-affinity uptake at low surface coverage. As loading increases, the differential heat typically declines toward a plateau, reflecting progressive filling of weaker sites and the onset of lateral interactions among adsorbates. By contrast, xylenes (o-, m-, and p-isomers) engage BaY via π-complexation (cation–π interactions) and dispersive forces in the supercages, but their adsorption proceeds in a stepwise fashion across sites of different energetics and steric accessibility. This "tiered" uptake reveals both site heterogeneity (e.g., SII/SIII cation locations) and molecular-shape effects at 12-ring windows connecting sodalite cages and supercages, which is why isomer selectivity can emerge under suitable conditions.

These thermodynamic fingerprints directly translate into process utility. In mixed "raw" pyrolysis streams, water competes strongly for the highest-energy sites and is therefore removed first and most deeply—precisely what is required upstream of sensitive energy-conversion devices. Once the gas is dehydrated, the same BaY bed can continue to "polish" the stream by selectively capturing aromatic hydrocarbons, including xylenes that otherwise promote coke formation and electrode poisoning. The result is a gas whose impurities are driven to trace levels while the desired H_2/CO profile is preserved, enabling reliable downstream operation (for example, in solid oxide fuel cells).

Raising the quality of the incoming gas in the first place further reduces the burden on the polishing step. A catalytic pyrolysis scheme based on Zeolite+$NiFe_2O_4$ composites does exactly that. The spinel $NiFe_2O_4$ phase provides redox-active sites that favor dehydrogenation and tar cracking, while the acidic,

ISSN 3030-3907

shape-selective zeolite scaffolds trap and fragment heavy organics within their pore network. This synergy suppresses high-molecular-weight "tar," nudges equilibria toward lighter gases, and increases the share of H_2 and CO in the product. Because the gas leaves the reactor "lighter," the subsequent separations (cyclones, condensers, filters) become simpler and less energy-intensive, and the BaY adsorber can focus on deep dehydration and selective aromatic removal rather than bulk cleanup.

Importantly, the solid carbon residue from pyrolysis is not waste but a feedstock for value creation. With either physical activation (steam or CO_2) or chemical activation (e.g., KOH, H_3PO_4), the char can be transformed into activated carbon featuring a tailored micro/mesoporous architecture. Such carbons are well-suited for supercapacitor electrodes, where high accessible surface area, short ion-transport paths, and robust cyclability are prized. Integrating this valorization step with heat recovery from the pyrolysis/conditioning train improves overall exergy efficiency and strengthens the project economics by co-producing an electrochemically valuable solid alongside a cleaned synthesis-gas-like fuel.

Designing the BaY-based adsorber hinges on a consistent thermodynamic and kinetic description of uptake. In your approach, equilibrium isotherms are represented by the TOZM model, which captures site heterogeneity and temperature effects; the temperature dependence of affinity is resolved through differential heat and entropy data, while the equilibration time $\tau(a)$ encodes the dominant mass-transfer resistances. Practically, these ingredients combine as follows:

REFERENCES

1. Davlatova, O. Z. (2024). Adsorption properties of water and aromatic hydrocarbons on BaY zeolite (Doctoral dissertation). Tashkent State Technical University.
2. Davlatova, O. Z., & Ergashev, M. (2024). Adsorption characteristics of xylenes in BaY zeolite: isotherms, differential heats, and entropy analysis. Uzbek Journal of Chemistry and Materials Science, 12(3), 45–56.
3. Davlatova, O. Z., Yuldashev, T., & Rakhmatkarieva, F. (2023). Application of BaY zeolite for purification of pyrolysis products. Journal of Applied Catalysis Research, 8(2), 67–75.
4. Breck, D. W. (1974). Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry, and Use. New York: Wiley.
5. Cejka, J., van Bekkum, H., Corma, A., & Schueth, F. (Eds.). (2007). Introduction to Zeolite Science and Practice. Elsevier.

ISSN 3030-3907

6. Li, Y., & Yang, R. T. (2008). Hydrocarbon adsorption in zeolites: Effect of cation–π interactions. Langmuir, 24(13), 7041–7048.
7. Sun, J., Wang, Y., & Shen, B. (2019). Catalytic pyrolysis of biomass with modified zeolites for biofuel production. Renewable Energy, 135, 1227–1236.
8. Zhang, H., Lin, W., & Chen, Y. (2020). Ni–Fe based catalysts for syngas production from biomass pyrolysis. Fuel Processing Technology, 199, 106254.
9. Yoldas, O., & Kaya, M. (2021). Conditioning of pyrolysis gas for solid oxide fuel cells (SOFC): A review. International Journal of Hydrogen Energy, 46(75), 37342–37358.
10. Rostrup-Nielsen, J. R. (2017). Catalysis by Metals. Academic Press.
11. Lee, Y., & Ihm, S. K. (2018). Advances in the utilization of zeolite catalysts for biomass conversion. Applied Catalysis B: Environmental, 227, 397–408.
12. Abdullah, A. Z., & Kamarudin, S. K. (2019). Biomass to hydrogen via catalytic pyrolysis: challenges and prospects. International Journal of Energy Research, 43(10), 5255–5267.
13. Chen, D., Wang, X., & Zhao, P. (2022). Removal of tar from biomass gasification gas using zeolite-based catalysts. Journal of Cleaner Production, 332, 130057.
14. Park, S., & Kim, J. (2020). Thermodynamic and kinetic analysis of xylene adsorption on zeolites. Microporous and Mesoporous Materials, 294, 109861.
15. Davlatova, O. Z., & Abdurakhmonov, E. (2024). Integration of BaY zeolite adsorption with catalytic pyrolysis for energy efficiency. Proceedings of the International Conference on Advanced Energy Systems, 112–118.
16. Djurayev S. S. (2025). COMPUTATIONAL ANALYSIS OF FLOW FIELDS AND PARTICLE TRAJECTORIES IN NEXT GENERATION MULTICYCLONE SEPARATORS. Development Of Science, 9(1), pp. 17-23.
17. Djurayev S. S. (2025). FUNDAMENTAL MATHEMATICAL MODELLING AND THEORETICAL ANALYSIS OF PARTICULATE POLLUTANT SEPARATION IN MULTI CYCLONE DUST COLLECTORS. Development Of Science, 9(1), pp. 24-31.

ISSN 3030-3907

NEFT QUDUQLARI TUBIGA KISLOTALI ISHLOV BERISH TAHLILI

Bekjonov Rozisher Soatmurodovich
Qarshi Davlat texnika universiteti "neft va gaz muhandisligi va qayta ishlash texnologiyalari" kafedrasi dotsenti. Qarshi, O'zbekiston
E-mail: rozisher@mail.ru
Turdiyev Farid Razzok o‘g‘li
Qarshi Davlat texnika universiteti "neft va gaz muhandisligi va qayta ishlash texnologiyalari" kafedrasi o'qituvchisi. Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. Keyingi yillarda Respublikamizda neft va neft mahsulotlariga bo‘lgan talab keskin olib borilmoqda. Respublikaning bu ehtiyojni qondirish uchun asosan yangi konlarni topish ularda talabiga javob beradigan burg‘ilash eritmalari yordamida burg‘ilash ishlarini olib borish, sifatli perforatsiya qilib mahsuldor qatlamni ochish va qolaversa oqilona qazib chiqarishni yo‘lga qo‘yish bugun muhim ahamiyat kasb etadi. Mahsuldor qatlamlardan mahsulot olish koeffitsiyentini oshirish, quduqni butun umr ishlashi asosan mahsuldor qatlamlarni burg ‘ilash sharoitida mahsuldor qatlamlarni qanday ishga tushirilganligiga bog‘liq.

Kalit so‘zlar: sifatli perfaratsiya, mukammal quduq, nomukammal quduq, solishtirma og’irlik, ochiq favvora, sirt faol moddalar, aralashuvchi suyuqliklar, yakuniy neft bera olishlik koeffitsienti.

Аннотация. В последующие годы спрос на нефть и нефтепродукты в нашей республике продолжает расти. Для удовлетворения этой потребности республики сегодня важно найти новые месторождения, в основном с использованием буровых растворов, отвечающих ее требованиям, открыть продуктивный пласт с качественной перфорацией, а также наладить рациональную добычу. Повышение коэффициента извлечения продукции из продуктивных пластов, эксплуатация скважины в течение всего срока ее эксплуатации во многом зависит от того, как производственные пласты вводятся в эксплуатацию в условиях бурения продуктивных пластов.

Ключевые слова: качественная перфорация, идеальная скважина, несовершенная скважина, удельный вес, открытый фонтан, поверхностно-активные вещества, смешивающие жидкости, коэффициент конечной нефтеотдачи.

Annotation. In the following years, the demand for oil and petroleum products in our Republic is sharply underway. To meet this need of the Republic, it is mainly important today to carry out drilling work using drilling solutions that meet their demand to find new deposits, to open a productive layer with quality perforation

ISSN 3030-3907

and, moreover, to establish rational extraction. Increasing the product extraction coefficient from the productive layers, the lifetime operation of the well largely depends on how the productive layers are triggered under the conditions of drilling the productive layers.

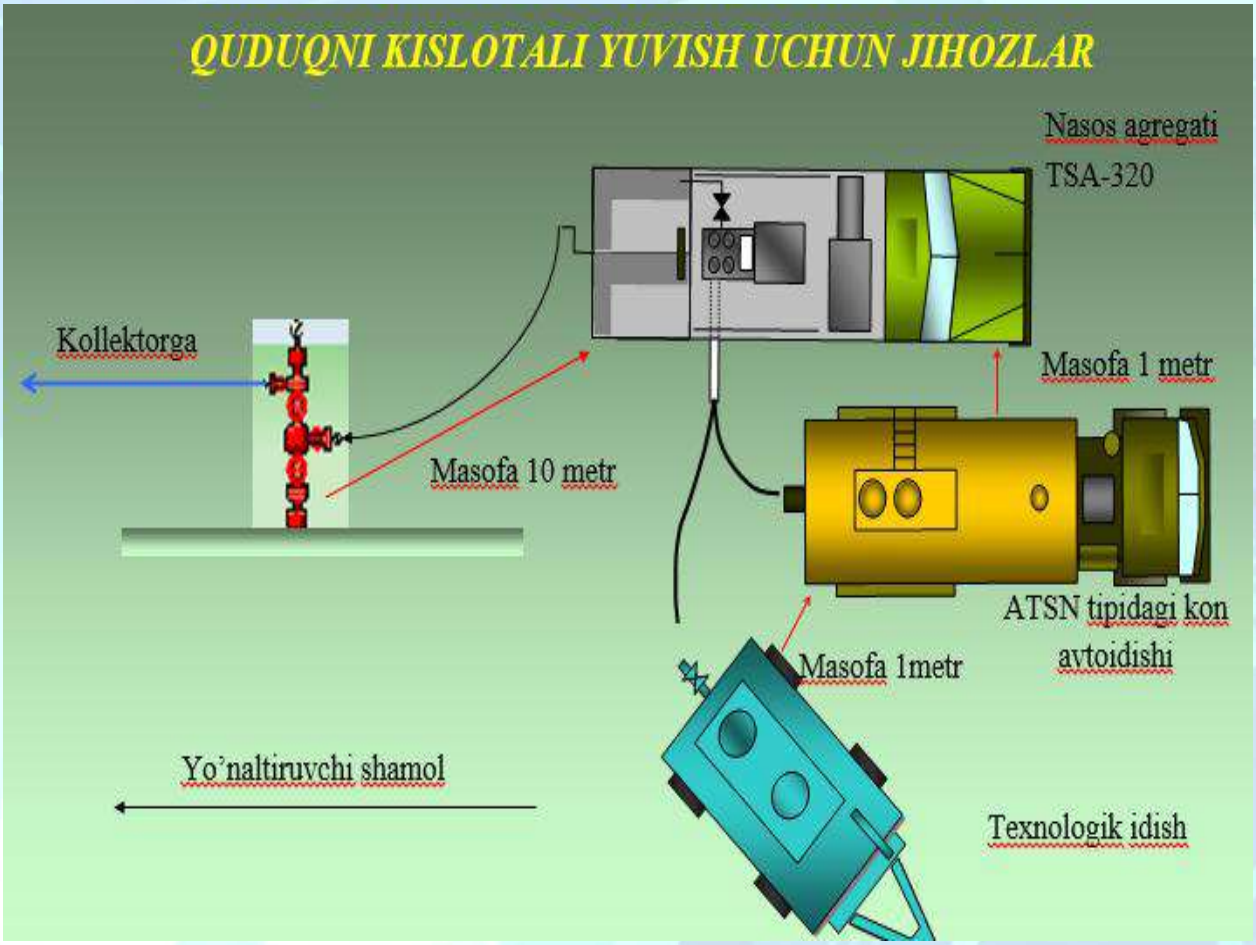
Keywords: quality perforation, perfect well, imperfect well, comparative weight, open fountain, surfactant, mixing fluids, final oil yield coefficient.

Kirish

Mahsuldor qatlamni ochishda quduqda ochiq favvoraga bo‘lishini oldini olish, qatlamni tabiiy o ‘tkazuvchanligini saqlab qolish va boshqa talablarni hisobga olgan holda amalga oshiriladi. Qatlamlarda mahsulot oqimini pasayishiga bu tabiiy o‘tkazuvchanlikni himoyalanishiga bog‘liq. Tabiiy o‘tkazuvchanlikni xar xil burg‘ilash eritma qoldiqlari bilan ifloslanishini sabablaridan biri shuki, burg‘ilash jarayonida burg‘ilash eritmalari yutilish jarayonidir. Bu jarayon ya‘ni yutilish jarayoni mamlakatimizdagi neft va gaz konlarining 90-95% sodir etmoqda.

Bizga ma‘lumki, Yura qatlamida 5 ta bo‘lim mavjud bo‘lib, bu yerdagi tog‘ jinslari asosan qumli-gil tuproqli jinslardan iborat bo‘lib, pastligi va o‘rta yurani tashkil etadi. Kimeridj oksford karbonat qatlami o‘zida XV, XVII, XIVI mahsuldor gorizont bo ‘lib kimiridj titonning tuzli angidrid qatlamli o‘zida mujassamlashtiradi. XV gorizont asosan neft va gazni mahsuldor qatlam bo ‘lim XV-rif usti, XV-rif, XV-rif osti gorizontlariga bo‘linadi. Burg‘ilash eritmalarining qatlamlarga yutilishini qisman, to‘liq va mutloq ko‘rinishida shu qatlamlardagi karbonat kollektorlarda uchraydi, chunki bu kollektorlarga g‘ovakli, g‘ovakli yoriqli, yuqori o‘tkazuvchanlikka, yuqori g‘ovaklikka ega bo‘lgan ohaktoshlar kiradi. Mahsuldor qatlamlarni burg‘ilashda va ochishda ochiq favvoraga yo‘l qo‘yishning oldini olish maqsadida burg‘ilash eritmalarini og‘irlashtiruvchi moddalar qo‘shilib quduq devoriga beriladigan bosimni oshirish evaziga burg‘ilash eritmalari va uning filtrlarining mahsuldor qatlamga kirish natijasida mahsuldor qatlam o‘tkazmaydigan holatga kelib qoladi.

ISSN 3030-3907



Qatlamdan kam miqdorda neft olinganligi sababli, quduqda burg‘ilash eritmasining solishtirma og‘irligi burg‘ilash tarkibida me‘yoridan oshib ketganini (gidrostatik bosim qatlam bosimiga nisbatan 20% yuqori) loyli aralashmaning kollektor qatlamlariga olinishi qatlamni kattaligidadir. Quduqda o‘tkazilgan geofizik tadqiqot ishlari natijalari shuni ko ‘rsatadiki 3640-3637 m oraliqdagi qatlamning g‘ovaklik darajasi 11.5% neft va gazga to ‘yinganlik darajasi 69% ekanligi aniqlanadi.

Ishlab chiqarishda qilingan tadqiqot natijalari shuni tasdiqlaydiki, quduq burg‘ilanayotganda burg‘ilash eritmalarining solishtirma og‘irligiga e‘tibor bermaslik, uning hisob kitoblariga amal qilib olib borilmaslik oqibatida bosimlar farqi me ‘yoridan oshib ketishidir.

Quduq mahsulotni oshirish usullaridan biri bu kislotali ishlov berish ekanligi bizga yaxshi ma ‘lum. Bu usul uyumni turli ishlash davrlarida qo‘llaniladi va deyarli hamma vaqt samarali natija beradi.

Masalan, 15% li xlorid kislotasini sirt faol moddalari bilan birgalikda qatlamga haydalsa burg ‘ilash eritmasidan qolgan qoldiqlar va xar xil cho‘kindilar bilan kislota reaksiyaga kirishib yemiradi. yemirilish natijasida mahsuldor qatlamdagi kanalchalar ochilib oquvchanlik ko ‘payadi.

Quyidagi 1.-jadvalda kislotali ishlov berish natijalari keltirilgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Nomi	CHuqurligi	Ishlov berish tarzi	Natija
Chiston 4	3073-3068 3032-3024	12% SKO Qumli suv bilan tashish	Qovushtirilgan natijasiz
Akjar №4	3585-3575	15% SKO	Gaz oqimi
Rif osti Ko‘kdumaloq №4	3200	15% SKO	Q_n=90 m 3/s
Sharqiy tegirmon	2410-2387 2366-2372	15% SKO 15%SKO	Kuchsiz Gaz oqimi
Sharqiy tegirmon	2362-2475	15%SKO	-//-//-//-
Sharqiy O‘rta buloq	2716-2704 2782-2762	15%SKO	Natijasiz

Yuqorida keltirilgan 1-jadvaldan shuni ta ‘kidlash mumkinki, Sharqiy O‘rtabuloq, Chiston, Xoti-Muborak quduqlarida kislotali ishlov berish natijasi salbiy qazishga asosiy sabab shu quduqlarni burg‘ilash davridagi bosimlar farqini simmetrik shu narsa ayon bo‘ladiki, bosimlar farqi xaddan tashqari me ‘yoridan oshganligini ko ‘ramiz.

Demak, mahsuldor qatlamga burg‘ilash eritmasi kirib mahsuldor qatlamni o‘tkazmaydigan holatga tushirib qo ‘ygan.

Yakuniy neft bera olishlikni oshirishga yo‘naltirilgan uyumlarga ta ‘sir etishning zamonaviy usullarini 3 ta guruhga bo ‘lish mumkin.

1. Qatlamga haydaladigan suvning neftni yuvish xossalarini yaxshilash.
2. Neft qatlamlariga issiqlik usullari bilan ta ‘sir etish.
3. Neftni u bilan aralashuvchi suyuqliklar yoki gazlar bilan siqib chiqarish.

Tog ‘ jinslari zarrachalarining yuzasi neftga nisbatan suv bilan yaxshi ho‘llansa ular gidrofil tog‘ jinslari, suvga nisbatan neft bilan yaxshi ho ‘llansa gidrofob tog‘ jinslari deyiladi. Qatlam g ‘ovaklaridan neftni suv bilan siqib chiqarish jarayonida, suv neft o‘rnini egalaydi. Lekin g‘ovaklarda va tog‘ jinslari zarrachalarida yuza kuchlari ta ‘sirida neft tomchilari va plyonkalari qalin ketadi. Qoldiq neftni esa neft-suv tutash yuzasidagi sirt-taranglik kuchini pasaytirish natijasida yuvish mumkin.

Shuning uchun neft-suv tutash yuzasidagi sirt-taranglik kuchini kamaytirish maqsadida bir qator sirt faol moddalari sifatida sulfanil, kaustik soda, OP reagenti va bir qator ishqoriy yuvuvchi moddalar ishlatiladi. Uyumlarga issiqlik usullari

ISSN 3030-3907

bilan ta ‘sir etish natijasida uyum tog‘ jinslari va ularga joylashgan suyuqlik isitishi natijasida neft qovushqoqligi pasayadi va neft tog‘ jinsi yuzasida sirt taranglik kuchi hamda adsorbsion kuchlar kamayadi. Natijada g‘ovaklarda neftni siqib chiqarish ancha yengillashadi. yer bag ‘ridan neftni ko ‘proq chiqarib olish aktual va o‘tkir muammolardan bo‘lib kelmoqda . Lekin bu muammo xech qachon hozirgidan o‘ziga ko‘p e‘tiborni jalb qilgan emas, chunki hozirda qazib olinadigan neft konlari borgan sari imkoniyatlari kamayib bormoqda. Xuddi shu vaqtda yangi konlarning qazib chiqarishga kiritilishi imkoniyatlari kamayib bormoqda.

Ko‘pgina neft qazib chiqaruvchi mamlakatlarning energetik muammolari orasida shu muammoga alohida e‘tibor berilmoqda, chunki neft resurslarini ko‘paytirish, unga bo‘lgan defitsitni kamaytirish hozirgi zamonning dolzarb muammosi. Neftni chiqarish darajasini oshirish muammosi ko ‘p taraflamadir.

Biz hozirgi davrda O‘zbekiston neft konlarini qazib chiqarishni tahlil qilish va ularni natijalarini umumlashtirish ustida hamda neft beruvchanlikni oshirishning yangi usullari borasida amaliy ishlar bajarilmoqda. SHuni alohida qayd qilmoq lozimki, uyumlarni ishlashini turli davrlarida neft beruvchanlikni oshirish maqsadida qilinayotgan ishlar hali mukammallikdan yiroq. Shu sababdan ham biz ilmiy izlanishlar olib borayotgan yosh olimlar, tadqiqotchilar , magistrlar doimo tinimsiz izlanishda bo‘lmog‘imiz lozim. Shuning uchun kelajakda analitik laboratoriya va tadqiqotlarni neft chiqarishning alohida tarmoqlarini o ‘rganishga, geologik va texnologik tariflar va qazib chiqarish ko‘rsatkichlarini takomillashtirishga harakat qilmoq lozim.

REFERENCES

1. Agzamov A.X. Vliyaniye nekotorix fiziko-geologicheskix faktorov na effektivnost ‘ zavodneniya na primere mestorojdeniya YUjniy Alamishik // RNTS Ser. Neftepromislovoye delo i transport nefti, 1985. -№12. -S.8-10.
2. Agzamov A.X. Primeneniye siklicheskogo zavodneniya v usloviyax me-storojdeniy Ferganskoy neftegazonosnoy oblasti // Tr.SredazNIPIneft ‘. -M.: VNIIOENG, 1988. -S. 22-27.
3. Agzamov A.X. Sravnitel ‘naya otsenka effektivnosti sistem razrabotki karbonatnix kollektorov na primere mestorojdeniy Ferganskoy neftegazonosnoy oblasti // Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanix me-storojdeniy, 1988. -№2. -S. 18-20.
4. Agzamov A.X., Irmatov E.K. Ispol ‘zovaniye metoda glavnix komponent dlya otsenki vliyaniya geologo-promislovix faktorov na pokazateli sistemi razrabotki zalejey nefti // EI Ser. Texnika i texnologiya dobichi nefti. -M.: VNIIOENG, 1990. -№8. -S.3-8.
5. Irmatov E.K., Agzamov A.X. Obz.ser. Opit i problemi sovershenstvovaniya

ISSN 3030-3907

razrabotki neftyanix i neftegazovix mestorojdeniy Sredney Azii i metodi povisheniya ix nefteotdachi: Zavodneniye neftyanix mestorojdeniy s oslojnennimi gorno-geologicheskimi usloviyami i puti povisheniya yego effektivnosti. - Tashkent. -FAN, 1991.-71 s.

6. Irmatov E.K., Agzamov A.X. Zavodneniye neftyanix mestorojdeniy s oslojnennimi gorno-geologicheskimi usloviyami i puti povisheniya yego effektivnosti. - Tashkent: Izd. AN RUz., 1992. - 60 s.

7. Nazarov S.N. Rezul ‘tati analiza razrabotki na primere mestorojdeniy Fergani. // Neftyanoye xozyaystvo, 1965. -№ 2. -S.31-38.

8. Posevich A.G., Agzamov A.X., Ermatov N.X. Otsenka vliyaniya nekotorix geologo-fizicheskix i texnologicheskix faktorov na effektivnost ‘ zavodneniya mestorojdeniy Fergani // Uzbekskiy jurnal nefti i gaza, 1998. - №3. -S. 23-25.

9. Ermatov N.X., Muxammedov G.R., Eshonkulov J.Z., Xoshimov E.A. Analiz rezul ‘tatov eksperimental ‘nix issledovaniy vliyaniya snijeniya zaboynogo davleniya nasisheniya nefti gazom na produktivnost ‘ skvajin // «Geologik-qidiruv ishlarining zamonaviy muammolari va rivojlantirish istiqbollari» Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to ‘plami.–Qarshi, 2002. –S.287-290.

10. Ermatov N.X., Karshiyev A.X., Bobomurodov U.Z. Otsenka effektivnosti zavodneniya na mestorojdeniyax Surxandar ‘inskoy neftegazonosnoy oblasti Uzbekistana // «Fundamental ‘niye i prikladniye problemi nauki». Materiali XIII Mejdunarodnogo simpoziuma. –Moskva, 2018. –S.185-193.

11. Azimov P.K. Razrabotka neftyanix mestorojdeniy s primeneniyem zavodneniya. - Tashkent: Fan, 1978. - 240 s.

12. Ibragimov M.R. Texnologiya i texnika dobichi nefti. - Moskva: Nedra, 1983. - 320 s.

13. CHarushnikov V.N. Ekspluatatsiya neftyanix mestorojdeniy. - Moskva: Nedra, 1988. - 384 s.

14. Sipachev N.V. Razrabotka neftyanix mestorojdeniy na pozdney stadii. - Moskva: Nedra, 2002. - 288 s.

ISSN 3030-3907

INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS: AN INTEGRATED APPROACH FOR SMART CITIES

Akhmatokhunov Bakhtiyor

Andijan State Technical Institute, Senior Lecturer of the Department of Transport Logistics

Annotation. In the context of the growing need for safety, efficiency, and environmental sustainability in the modern transport sector, intelligent transport systems are developing at a rapid pace. These systems play an important role in improving the quality of traffic, effectively managing urban infrastructure, and regulating traffic flow. They include traffic management, autonomous vehicles, real-time systems, and applications developed on the basis of advanced digital technologies. The article also examines the initiatives put forward by car manufacturers - that is, activities to develop and comply with the standards of intelligent transport systems that harmonize the interests of drivers, passengers, and city managers.

Keywords: Intelligent transport systems, real-time monitoring, smart city technologies, sensor networks, traffic flow control, artificial intelligence, IoT.

Annotatsiya. Zamonaviy transport sohasida xavfsizlik, samaradorlik va ekologik barqarorlikka bo'lgan ehtiyoj ortib borayotgan bir sharoitda aqlli transport tizimlari tez sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Ushbu tizimlar transport sifatini yaxshilash, shahar infratuzilmasini samarali boshqarish va transport oqimini tartibga solishda muhim rol o'ynaydi. Ular transportni boshqarish, avtonom transport vositalari, Real vaqt tizimlari va ilg'or raqamli texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan ilovalarni o'z ichiga oladi. Maqolada, shuningdek, avtomobil ishlab chiqaruvchilari tomonidan ilgari surilgan tashabbuslar - ya'ni haydovchilar, yo'lovchilar va shahar menejerlari manfaatlarini uyg'unlashtiradigan aqlli transport tizimlari standartlarini ishlab chiqish va ularga rioya qilish bo'yicha tadbirlar ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: aqlli transport tizimlari, Real vaqtda monitoring, aqlli shahar texnologiyalari, sensorli tarmoqlar, transport oqimini boshqarish, sun'iy intellekt, IoT.

Аннотация. В контексте растущей потребности современного транспортного сектора в безопасности, эффективности и экологической устойчивости быстрыми темпами развиваются интеллектуальные транспортные системы. Эти системы играют важную роль в повышении качества дорожного движения, эффективном управлении городской инфраструктурой и регулировании транспортных потоков. Они включают в себя управление дорожным движением, автономные транспортные средства, системы реального времени и приложения, разработанные на основе

ISSN 3030-3907

передовых цифровых технологий. В статье также рассматриваются инициативы, выдвинутые автопроизводителями, то есть мероприятия по разработке и соблюдению стандартов интеллектуальных транспортных систем, которые гармонизируют интересы водителей, пассажиров и сити-менеджеров.

Ключевые слова: Интеллектуальные транспортные системы, мониторинг в режиме реального времени, технологии "умного города", сенсорные сети, управление транспортными потоками, искусственный интеллект, Интернет вещей.

Introduction

Intelligent transport systems (ITT) are developing as technological solutions that have brought about revolutionary changes in the modern transport sector, fundamentally reforming the processes of cargo and passenger transportation. These systems are aimed at significantly increasing the efficiency, security, and environmental sustainability of transport infrastructure by combining advanced information and communication technologies, big data processing, and artificial intelligence algorithms [1].

Intellectual transport systems allow for the widespread introduction of modern technologies in a number of areas of the transport sector, in particular, in the management of traffic flows in urban conditions, increasing the efficiency of vehicle use, optimizing public transport systems, and targeted organization of the movement of special vehicles. It is aimed at reducing traffic congestion, reducing travel time, increasing safety, increasing the efficiency of special vehicles, and reducing the negative impact on the environment using real-time data, large-scale sensor networks, and intelligent algorithms.

Intelligent transport systems are comprehensive, including advanced applications such as intelligent traffic light systems, autonomous vehicles, dynamic route planning, electronic payment systems, and real-time public transport tracking. These technologies will serve not only to improve transport services, but also to increase energy efficiency, reduce emissions, and ensure environmental sustainability in the field of urban planning.

In the process of rapid urban development and increasing demand for transport systems, intelligent transport systems are recognized as the main factor determining the future of mobility. Globally, governments, corporations, and research institutions strive to create and implement intelligent transport system technologies on a large scale to create more intelligent, interconnected, and environmentally friendly transport ecosystems.

ISSN 3030-3907

In recent years, the emergence of advanced technologies such as the Internet of Things (IoT) and 5G communication has significantly accelerated the application and rapid development of intelligent transport systems[1]. Intelligent traffic lights (ITL), virtual traffic lights (VTL), automotive Ad-hoc networks (VANET), and mobility prediction technologies are among the most popular directions of intelligent transport systems, aimed at optimizing traffic flow and reducing congestion[2].

Methodology. Intelligent transport systems are the main link in the creation of smart city infrastructure in large cities, where the urbanization process is proceeding at an accelerated pace. Because it helps minimize vehicle downtime, gives priority to emergency special vehicles, reduces travel time in emergency situations, increases traffic efficiency, prevents unexpected collisions, and reduces carbon emissions. Integrating 5G real-time communications into these technologies will further enhance their effectiveness.

Studies have proven that efficient traffic management systems based on intelligent transport systems have the ability to drastically reduce the duration of transport movement by up to 25%, which allows for significant savings in passenger time. By optimizing traffic light timing, intelligent traffic control systems can reduce energy consumption and greenhouse gas emissions by approximately 15-20%. According to the results of a survey conducted in cities [5], intelligent traffic management systems can reduce the number of accidents occurring in metropolitan areas by up to 20%. This is achieved by coordinating traffic flow and improving event management in real time [5].

Vehicle ad-hoc networks (VANETS)

Acceptance of the Internet of Vehicle (IoV) ecosystem for smart cities allows collecting and exchanging information about cars, roads, infrastructure, buildings, etc. VANETS has a very wide range of capabilities, as it is divided into various subcategories that describe how the VANET process works in smart cities. Communication from vehicle to vehicle (V2V) and from vehicle to infrastructure (V2I) are the main functionalities of VANETS. In B2B communication, vehicles directly exchange information with each other to exchange information such as location, speed, and direction. This data is very important for the development of collaborative advanced technological applications that help prevent road traffic accidents and minimize traffic congestion, reducing the travel time of special vehicles [6]. The second main type is (V2I), which allows vehicles to exchange data between traffic lights, sensors, and cameras to improve safety and traffic flow. These types of communication provide drivers with real-time information about road conditions, traffic congestion, and road traffic accidents [6-8].

ISSN 3030-3907

From Car to Server (V2S) is a subset of (V2I) that involves data exchange between a vehicle and a remote server and is typically used for real-time traffic tracking and route optimization.

Vehicle-Cloud Technology (V2C) communication establishes communication between a vehicle and cloud-based services by exchanging information about the state of vehicles, road conditions, assembled from vehicle sensors, navigation systems, and other modern equipment. This data is sent to cloud technologies for analysis and subsequently sent back to the vehicle in the form of valuable accurate time data, planning the traffic situation and optimal route [8].

V2N (Vehicle-to-Network) technology provides vehicle connection to external systems via a cellular network, which allows vehicle integration with intelligent traffic lights and traffic control systems. These connections are essential for improving the efficiency of the transport network, as the system allows you to quickly update and distribute traffic, navigation, weather conditions, and other real-time information.

The use of vehicle-pedestrian (V2P) communication at intersections will help us achieve an effective result, which is shown in Figure 2. 3. These images show warning messages that are transmitted in real time to both pedestrians' smartphones and vehicle screens through the mobile network. This communication system works effectively when a vehicle approaches an intersection or intersection and unexpectedly appears on the road and does not notice an approaching vehicle moving at high speed. By providing such timely warning, V2P communication significantly reduces the risk of accidents [6-10].

Intelligent traffic lights.Intelligent traffic lights are essential for intelligent transport systems, as they enhance road safety by managing traffic flow. Intelligent traffic lights are technological devices that allow reducing traffic flow efficiency and traffic congestion using real-time traffic data and complex algorithms. "Intelligent traffic lights (ITLs) operating within intelligent transport systems collect traffic information in real time using equipment such as cameras, radars, and various sensors. These data are analyzed using advanced algorithms, and based on such factors as traffic flow, traffic congestion, and pedestrian movement, an optimal traffic light operating schedule is formed. This approach differs from traditional traffic light systems, which automatically change color phases only within a specified time interval.

ISSN 3030-3907

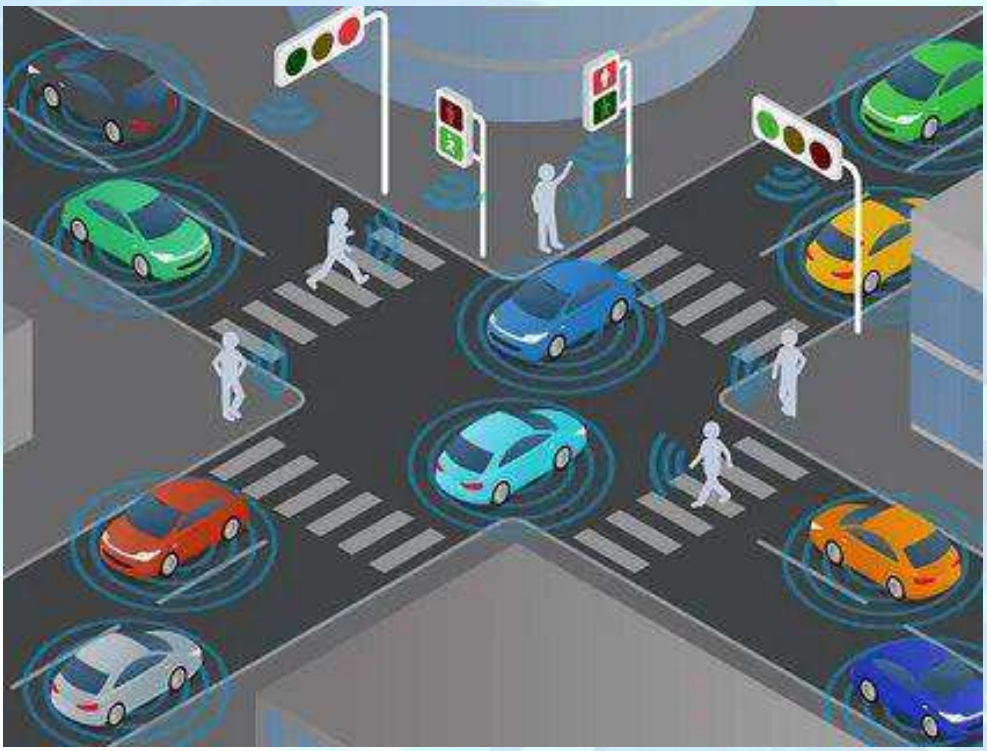


Figure 1. Intelligent traffic lights.

For example, traffic lights can adjust traffic lights' operating times in accordance with real conditions to reduce traffic congestion. This leads to a significant reduction in vehicle downtime, as well as a decrease in harmful gases, especially CO2 emissions. In addition, intelligent traffic lights have the ability to identify cyclists and pedestrians, ensuring the necessary time for their safe passage. This is an important factor in reducing the risk of road accidents [10]."

Additionally, Intelligent traffic lights can control traffic in such a way that emergency special vehicles can pass through without stopping. It detects emergency special vehicles and changes their position to green, thus allowing them to pass quickly. Intelligent traffic lights can also reduce collisions by avoiding red lights. Intelligent traffic lights can reduce the waiting time of vehicles at red lights by optimizing the time of road signs using advanced algorithms.

With the application of 5G and IoT, the order will significantly improve. Since 5G networks have minimal latency, traffic signals can communicate with each other and other connected devices in real time. This allows traffic lights to respond more quickly to changes in traffic patterns and change signals accordingly. For example, a traffic light noticed a traffic jam in a certain direction. In this case, it can change the alarm time so that more cars can pass through. The use of 5G enhances the use of more sophisticated sensors and cameras for real-time recording of road conditions.

Sensors installed on the road surface can detect the presence of cars. To detect the presence and movement of vehicles, these devices use various

ISSN 3030-3907

technologies such as inductive rings, radar, or infrared. Cameras can also be installed for recording and devaluing images of the crossing using computer viewing algorithms.

These algorithms can detect the presence of vehicles, highlight their class (e.g., car, truck, bicycle, emergency vehicle), and track their movement. IoT devices, such as GPS-powered cars or mobile phones, can also provide information about the location and movement of vehicles near the junction. All of this data will be collected and analyzed in real time using available feedback based on current traffic conditions**.**

Virtual traffic lights (VTL) significantly improve intelligent transport systems using a 5G network and road infrastructure (cameras, sensors, and other devices) for vehicle detection and sending virtual signals to the road. This system operates in real time using devices installed on specially equipped vehicles to inform drivers about road conditions.

For example, if there is a correctly moving vehicle at the intersection and there is another vehicle coming at high speed from the left or right, the virtual traffic light identifies this situation and sends a warning message to a special device inside the vehicle about the need to stop. If a slow-moving vehicle is forced to stop, the virtual traffic light system sends a signal to the driver through a special device or to the vehicle's automated control systems. Thus, an automatic braking system will be activated to prevent collisions. Similarly, the system ensures safety when pedestrians cross an intersection.

The virtual traffic light also reduces travel time in emergencies and gives priority to emergency service transport. The use of virtual traffic lights at intersections reduces traffic congestion, improves traffic flow, increases safety, and reduces downtime. Especially in areas with limited street width, where real traffic lights are not installed, virtual traffic lights significantly increase driving safety.

For the effective operation of virtual traffic lights, the role of OBU (vehicle-mounted devices) is important. These devices transmit the speed of the vehicle, road conditions, and other necessary information to the control system and allow communication with other vehicles.

Communication technologies that provide efficient and intelligent transport systems. Smart cities and intelligent transport systems depend primarily on reliable communication technologies. With population growth, cities are facing huge problems such as traffic congestion, energy consumption, and pollution. They are turning to smart technologies to solve these problems by combining various systems and sensors that allow them to collect, analyze, and make decisions in real time. Today, and intelligent transport systems have gained popularity not only

ISSN 3030-3907

because they combine various communication technologies to optimize traffic flow, but also because they minimize traffic congestion and improve road safety.

Conclusion.Applying intelligent transport systems in smart city infrastructure to improve mobility, reduce traffic congestion, manage traffic flow, and reduce environmental damage is a solution to many existing problems. Recent technological achievements, such as IoT, V2X communication, and 5G networks, have made it possible to implement innovative solutions such as ITL and VTL. Using real-time communication through 5G networks and various sensor technologies, including AI cameras, RSU and OBU, ITL and VTL systems, can effectively optimize traffic flow and reduce CO2 emissions.

In addition, this article emphasizes the importance of addressing security issues related to the implementation of Intelligent Transport Systems to protect the privacy of public transport. Through the study of specific urban areas, it became known that the integration of intelligent transport systems plays an important role in the development of Sustainable Smart Cities by improving driving experience, road safety, and traffic management in general, as well as reducing CO_2 emissions and harmful pollutants. The active participation of car manufacturers in complying with the standards of Intelligent Transport Systems further emphasizes the mutual benefit of both drivers and urban centers.

In conclusion, the implementation of intelligent transport systems is a transformational approach to building more efficient, sustainable, and resilient urban transport systems, thereby contributing to the creation of a cleaner and healthier environment for future generations.

LITERATURES

1. Shakhbozov A.J., Rasulov Sh.Sh. Intelligent transport systems as the basis of smart cities. Economics and Innovative Technologies. - 2021.
2. Kuleshov A.P. Intelligent Transport Systems: Concepts and Standards. Transportation Problems. - 2021.
3. Morrar R., Arman H., Mousa S. The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation. Technology Innovation Management Review. - 2017.
4. Rezaei M., Azarmi M., Nabavi-Pelesaraei A. Real-Time Traffic Prediction in Smart Cities Using Machine Learning. Sustainable Cities and Society. - 2021.
5. Shu L., Yu F.R., Yang C. A survey on intelligent transportation systems. IEEE Communications Surveys & Tutorials. - 2020.
6. European Commission. Intellectual Transport Systems in Urban Motion: EU Strategy. Brussels: EU Publications, 2022.

ISSN 3030-3907

7. Hasan R., Gumaei A., Hassan M.M., Hossain M.S. Intelligent transportation systems: A comprehensive review and future perspectives. Information Fusion. - 2021.
8. Ministry of Innovative Development of the Republic of Uzbekistan. The concept of smart cities and their development strategy. - Тошкент, 2021.
9. Kantarci B., Mouftah H.T. Mobility-aware trustworthy crowdsourcing in smart cities: Current trends and challenges. IEEE Internet of Things Journal. - 2020.
10. Asadov I.A. Artificial Intelligence Technologies in Transport Infrastructure. Information Technologies and Computer Engineering - 2023.

ISSN 3030-3907

GELIOPIROLIZ REAKTORIGA YUKLANGAN MAHSULOTNI HARORAT REJIMINI TADQIQ QILISH

Almardanov Hamidilla Abdiganiyevich
Qarshi davlat texnika universiteti PhD

Annotatsiya. Organik chiqindilar pirolizi laboratoriya sharoitida tajriba metodi bo‘yicha olib borilgan. Tajribalar o‘lchami 4÷6 mm bo‘lgan organik chiqindi (rezina) namunalarida o‘tkazilgan. Qarshi shahri (O‘zbekiston) uchun turli oylardagi quyosh radiatsiyasi miqdori va atrof-muhit harorati orasidagi bog‘liqlik asosida geliopiroliz reaktoriga turli xil organik chiqindilar yuklanganda uning ichki qismidagi haroratlarni o‘rganish tajriba natijalari keltirilgan. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki Qarshi shahri sharoitida kunduzgi rejimda parabolik quyosh konsentratori orqali organik chiqindilar pirolizi uchun yetarli bo‘lgan 300÷500°C rejimini hosil qilish mumkin.

Kalit so‘zlar: quyosh parabolik kontsentratori, muqobil yoqilg‘i, biomassa energiyasi, organik chiqindilar, geliopiroliz qurilmasi, piroliz reaktori, energiya tejash.

Аннотация. Пиролиз органических отходов проводился в лабораторных условиях экспериментальным методом. Эксперименты проводились на образцах органических отходов (резины) размером 4÷6 мм. Представлены экспериментальные результаты исследования внутренних температур гелиопиролизного реактора при загрузке в него различных органических отходов в зависимости от соотношения количества солнечной радиации в разные месяцы и температуры окружающей среды для города Карши (Узбекистан). Эксперименты показывают, что в условиях города Карши с использованием параболического солнечного концентратора в дневном режиме возможно создание режима 300÷500°C, достаточного для пиролиза органических отходов.

Ключевые слова: солнечный параболический концентратор, альтернативное топливо, энергия биомассы, органические отходы, гелиопиролитическая установка, пиролизный реактор, энергосбережение.

Abstract. Pyrolysis of organic waste was carried out in laboratory conditions using an experimental method. The experiments were conducted on samples of organic waste (rubber) with a size of 4÷6 mm. The experimental results of studying the internal temperatures of the heliopyrolysis reactor when loading various organic wastes into it based on the relationship between the amount of solar radiation in different months and the ambient temperature are presented for the city of Karshi (Uzbekistan). The experiments show that in the conditions of the city of Karshi, it

ISSN 3030-3907

is possible to create a regime of 300÷500°C, which is sufficient for the pyrolysis of organic waste, using a parabolic solar concentrator in daytime mode.

Keywords: solar parabolic concentrator, alternative fuel, biomass energy, organic waste, heliopyrolysis device, pyrolysis reactor, energy saving.

Introduction

Hozirgi vaqtda tabiiy yoqilg‘i resurslaridan oqilona foydalanish va energiya tejamkorlikni ta’minlash muhim vazifalardan hisoblanadi. Energiya resurslarini tejashda qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan samarali foydalanish muhim ahamiyatga ega. Qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan quyosh va biomassa energiyasining energetik potensiali katta bo‘lib, ulardan amalda foydalanish energetik, ekologik va iqtisodiy jihatdan yuqori samara beradi O‘zbekiston Respublikasida quyosh energiyasidan foydalanish imkoniyatlari yuqori bo‘lib, yilning qariyb 270÷300 quyoshli kunlarida (2700÷3000 soat) nurlanish energiyasidan turli maqsadlarda samarali foydalanish mumkin [1]. Hozirgi vaqtda quyosh energiyasidan yuqori harorat talab etadigan texnologik jarayonlarda foydalanish uchun quyosh konsentratorlarini qo‘llanishi muhim ahamiyatga ega. Jahonda va O‘zbekistonda ham keyingi yillarda quyosh energiyasidan turli texnologik jarayonlarda foydalanish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilgan va amaliy natijalarga erishilgan [2-8].

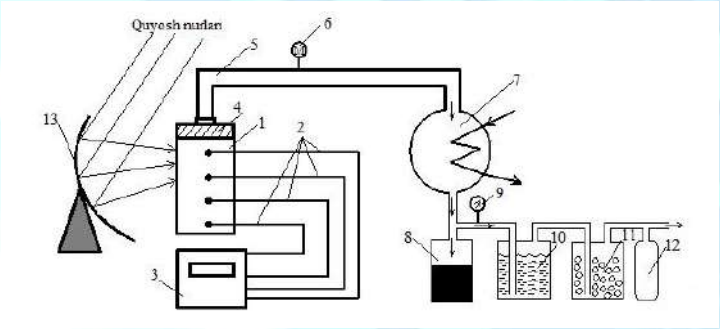
So‘ngi yillarda biomassadan muqobil yoqilg‘i olishda piroliz qurilmasidan foydalanish bo‘yicha olib borilgan ilmiy-tadqiqotlar ushbu sohada ahamiyatli darajadagi nazariy va amaliy natijalarga erishilganligidan dalolat beradi. Hozirgi kunda xorijlik hamda respublikamizning yetakchi olimlar tomonidan piroliz jarayonida quyosh konsentratorlaridan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda [9-17].

Ammo o‘tkazilgan tadqiqot natijalariga qaramay organik chiqindilar energiyasidan muqobil yoqilg‘i olish uchun piroliz qurilmasining energiya samaradorligini oshirishda quyosh energiyasidan foydalanish bo‘yicha etarlicha ilmiy asoslangan natijalar olinmagan. Shu sababli piroliz qurilmasida organik chiqindilardan muqobil yoqilg‘i olish uchun quyosh qurilmalaridan foydalanish samaradorligini asoslash dolzarb hisoblanadi. Tadqiqotning maqsadi geliopiroliz qurilmasi reaktorining harorat rejimini tajribada tadqiq qilishdan iborat.

Materiallar va metodlar. Piroliz qurilmasi reaktorida harorat rejimini ta’minlash asosiy muammolardan hisoblanadi. Chunki reaktor kerakli (350÷500 oC) harorat rejimini ta’minlash uchun dastlab energiya (issiqlik) berilishi kerak bo‘ladi. Odatda piroliz qurilmasida amalga oshiriladigan jarayonlar uchun energiya manbasi sifatida ko‘mir, tabiy gaz yoki elektr energiyasini sarflash hisobiga amalga oshiriladi. Sababi organik chiqindilarini parchalash uchun juda katta issiqlik

ISSN 3030-3907

energiyasi talab etiladi va uni qo‘shimcha qizdirish ortiqcha energiya sarfini talab qiladi. Ushbu tadqiqot ishida organik chiqindi geliopirolizi uchun reaktordagi haroratni maxsulot chiqishiga bog‘liqligi ko‘rib chiqilgan. Piroliz jarayonini tadqiqot qilish uchun Qarshi davlat texnika universitetining “Energetika muxandisligi” kafedrasida tajriba geliopiroliz qurilmasi yaratildi. Tajriba geliopiroliz qurilmasi quvursimon reaktor, kondensator-sovutgich, gazgolder, gazni tozalash tizimi, parabolik konsentrator va quvurlar tizimidan tashkil topgan (1-rasm).



1-Rasm. Gelipiroliz qurilmasini prensipial sxemasi
1-reaktor; 2-termopara; 3-Mobile-CASSY 2 termometri; 4- yuklash qopqog‘i; 5- bug‘-gaz quvuri; 6-manometr; 7- kondensator-sovutgich; 8-kondensatsion blok; 9- gaz sarfini o‘lchash asbobi; 10- suvli zatvor; 11-aktiv ko‘mirli filtr; 12-gazgolder; 13-parabolik konsentrator.

Parabolik konsentratorli geliopiroliz qurilmasining asosiy parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Parabolik konsentratorli geliopiroliz qurilmasining asosiy parametrlari

T/r	Parametrlar nomi	Belgilanishi	O‘lchov birligi	Qiymati
1	Apertura	F_{ap}	m^2	2,54
2	Diametr	d	m	1,8
3	Fokus masofasi	l_f	m	0,7
4	Konsentratsiya koeffitsienti	K_k	-	32400
5	Tushadigan quyosh radiatsiyasi: maksimal……..… minimal……..…..	 $q_{rad,max}$ $q_{rad,min}$	Vt/m^2	 1030 935
6	Rektorning o‘lchamlari: hajmi..... issiqlik almashinuv yuzasi	 V_p F_p	 m^3 m^2	 0,003 0,0002
7	Kondensator suvi harorati:			

ISSN 3030-3907

	kirish.....	t_1	℃	19
	chiqish.....	t_2	℃	41
8	Sovituvchi suvning sarfi	G	kg/sek	0,017

Tajribada piroliz jarayonining harorat rejimi parabolik konsentrator yordamida hosil qilinadi, bunda yuklangan xom ashyoning qizdirish tezligi 5÷10 ºC /min ni tashkil etdi. Reaktordagi harorat rejimi Mobile-CASSY 2 termometri (o‘lchash aniqliligi: ±3 °C, ±2 %; o‘lchash oralig‘i: -200 ...+200 °C/-200...+1200 °C), bimetalik termometr Pakkens (o‘lchash aniqliligi: CL 2.0; o‘lchash diapazoni 0….+500 ºC) va teplovizor Snegir-700MT (o‘lchash aniqliligi: ±2 °C; o‘lchash diapazoni -20….+700 ºC) orqali nazorat qilindi. Silindrsimon reaktorning balandligi bo‘yicha xarakterli nuqtalardagi haroratlar Mobile-CASSY 2 termometri (3) yordamida qayd qilib borildi.

Termojuftlar reaktorning balandligi bo‘yicha 0,25h; 0,35h; 0,25h; 0,15h nuqtalarda quvurning ichki sirtida o‘rnatildi. Reaktordagi o‘rtacha harorat quyidagicha aniqlandi:

$$t_{o\prime rt} = \frac{t_1+t_2+t_3+t_4}{4} \qquad (1)$$

Bu yerda, t_1, t_2, t_3, t_4 −reaktorning xarakterli nuqtalaridagi haroratlari, ^{0}C.

Organik chiqindi pirolizi natijasida yonuvchi gaz (biogaz), yuqori energiyali suyuqlik va ko‘mir hosil bo‘lishi kuzatiladi. Jarayonda hosil bo‘lgan qattiq va suyuq mahsulotlar elektron tarozi va biogaz miqdori esa gaz o‘lchash asbobi bilan o‘lchandi.

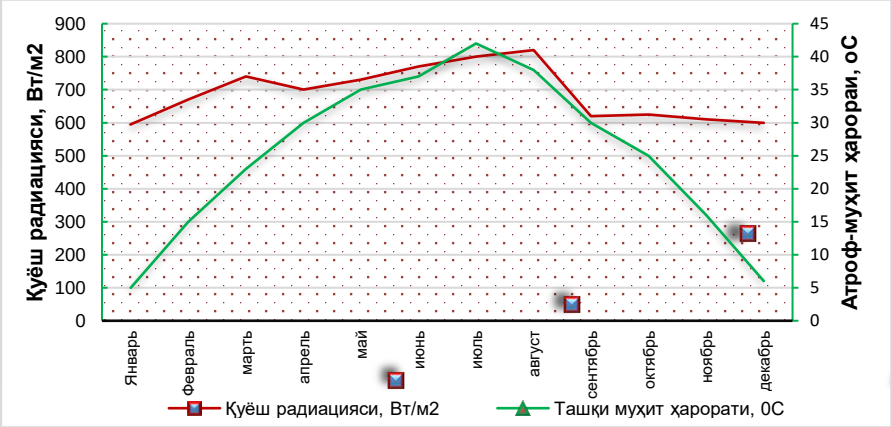
Shunday qilib, organik chiqindi pirolizi bo‘yicha bajarilgan tajriba tadqiqotlari natijalari shuni ko‘rsatadki, piroliz mahsulotlarining chiqish miqdori jarayon harorati, yuklanadigan xom ashyoning namligi va granulometrik tarkibiga bog‘liq bo‘ladi.

Olib borilgan tajribalarga ko‘ra, organik chiqindining pirolizi 200÷450 ºS harorat intervalida yuqori intensivlikka ega bo‘ladi, piroliz jarayonida chiqadigan suyuq va gazsimon yoqilg‘ilarning miqdori harorat ortishi bilan ortib borishi qayd qilindi. Tajriba natijalari tahliliga ko‘ra, piroliz mahsulotlarining umumiy chiqish miqdori 350÷500 ºC harorat intervalida harorat o‘zgarishiga kam bog‘liq bo‘lishi aniqlandi.

Tadqiqot natijalari va muhokamasi. Ushbu tadqiqotda geliopiroliz reaktorining turli nuqtalaridagi harorati quyosh radiatsiyasi qiymatiga hamda yuklangan xom-ashyoning turiga bog‘liqligi taxlil qilindi.

Qarshi shahri uchun kenglik burchagi 39º ga teng bo‘lib, Meteonorm® meteorologik ma’lumotlar bazasi natijasida 2024 yil davomida 1 m^2 yuzaga tushgan quyosh radiatsiyasi miqdori va atrof-muhit harorati orasidagi bog‘liqlik aniqlandi (2-rasm).

ISSN 3030-3907



2-rasm. Qarshi shahri uchun turli oylardagi quyosh radiatsiyasi miqdori va atrof-muhit harorati orasidagi bog‘liqlik grafigi (2024 yil holatiga).

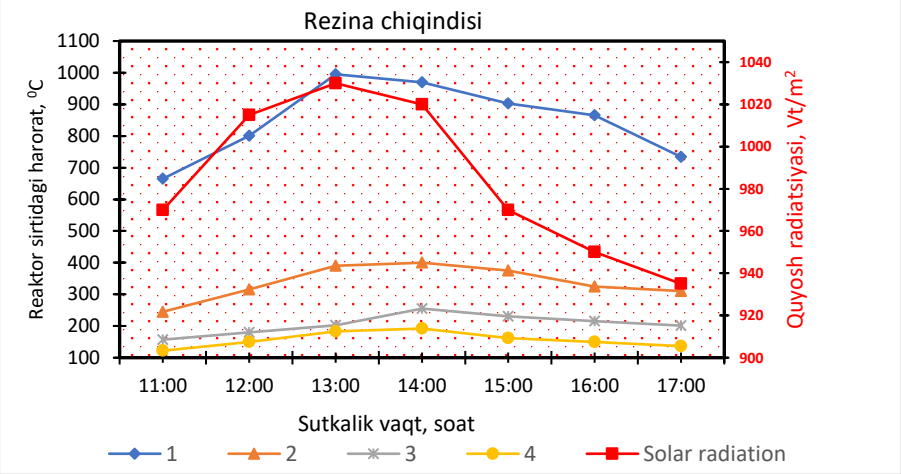
Geliopiroliz usuli boshqa qizdirish usullariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega bo‘lib, energiya tejamkor va ekologik toza usul hisoblanadi. Quyosh nurining intensivligi hududning iqlim sharoiti va quyoshning gorizontga nisbatan holatiga bog‘liq bo‘lib, bu orqali quyosh konsentratorlaridan foydalangan holda geliopiroliz reaktorining sirtini bir tekis qizdirilishini ta’minlash mumkin. 2-jadvalda geliopiroliz reaktoriga rezina chiqindisi yuklanganda uning ichki qismidagi haroratlarni o‘rganish tajriba natijalari keltirilgan.

2-jadval.

Geliopiroliz reaktorining haroratini o‘rganish natijalari (rezina)

T/r	Vaqt	Tushadigan quyosh radiatsiyasi, q_r, Vt/m^2	Tashqi havo harorati $t_{t.x}$, ℃	Reaktorning turli nuqtalaridagi haroratlar, t_r, ℃				Reaktordagi o‘rtacha harorat, $t_{o‘rt}$, ℃
				1	2	3	4	
1	11^{00}	970	31	665	245	157	122	280
2	12^{00}	1015	33	801	315	180	150	361,5
3	13^{00}	1030	34	995	390	202	183	442,5
4	14^{00}	1020	34	970	400	255	192	454,25
5	15^{00}	970	35	903	375	231	162	417,75
6	16^{00}	950	36	865	325	215	150	388,75
7	17^{00}	935	35	734	310	201	137	345,5

ISSN 3030-3907



3-rasm. Geliopiroliz reaktoriga rezina yuklanganda ichkaridagi haroratni vaktga va quyosh radiatsiyasiga bog‘liqlik grafigi.

Tajriba natijalariga ko‘ra 0,003 m3 hajmli reaktor tanlab olindi. Tajribalar organik chiqindi hisoblangan rezinada o‘tkazildi. Bunga asosan geliopiroliz reaktoriga dastlabki kun o‘lchamlari 4÷6 mm, namligi 5 % bo‘lgan rezina bulaklari yuklandi. Bunda tashqi muhit harorati 34 oC ni, quyosh radiyatsiyasi qiymati 980 Vt/m2ni tashkil etganda reaktor ichidagi o‘rtacha harorat 384,3 oC ni ko‘rsatganligini hamda jarayon 150 minut davom etganligi aniqlandi.

Xulosa. Geliopiroliz qurilmasi reaktorining harorat rejimini tadqiq qilish natijasida organik chiqindilarni turli xaroratdarda termik qayta ishlash tajriba natijalari olindi. Tajribalar aperturasining yuzasi 2,54 m2 li parabolik quyosh konsentratori fokusiga hajmi 0,003 m3 bo‘lgan reaktorga rezina yuklash orqali amalga oshirildi. Olib borilgan tajriba natijalariga ko‘ra geliopiroliz reaktorining ichiga rezina yuklanganda undagi o‘rtacha harorat 384,3 oC ni, polietelin plyonka yuklanganda o‘rtacha harorat 370,6 oC harorat qayd etildi. Geliopiroliz reaktorning xarakterli nuqtalaridagi haroratlarni tadqiq qilish orqali piroliz jarayoni davomiyligi tashqi muxit haroratiga, yuklangan mahsulot turiga va quyosh radiatsiyasi qiymatiga bog‘liqligi tajribalarda aniqlandi. Qarshi shahri iqlim sharoitida konsentrator aperturasiga quyosh radiatsiyasi miqdori o‘rtacha 700÷800 Vt/m2 bo‘lganda, reaktor sirtida quyosh nurlanishining konsentratsiyalanishi natijasida harorat 450÷500 oC ni tashkil etdi. Shu sababli, taklif etilgan geliopiroliz usuli qurilmaning energiya samaradorligini oshirish imkonini beradi. Tajriba orqali olingan natijalardan geliopiroliz qurilmasini loyihalash va hisoblash ishlarida foydalanish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Avezov R.R., Voxidov A.U., Kuralov M.A. Quyosh energetikasining O‘zbekiston Respublikasida rivojlantirish tamoyillari // Qayta tiklanuvchi

ISSN 3030-3907

energetikaning zamonaviy muammolari. Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to‘plami. Qarshi. 18 mart 2018y., 11-13 b.
2. Abdurakhmanov A., Kuchkarov A.A., Holov Sh. R., Abdumuminov A.Calculation of optical-geometrical characteristics of parabolic-cylindrical mirror concentrating systems // European science review. 2017. Vol. 2. P. 201-204.
3. Klychev Sh.I., Zakhidov R.A., Bakhramov S.A., Dudko Yu.A., Khudoikulov A.Ya., Klychev Z.Sh., and Khudoiberdiev I.A. Parameter optimization for paraboloid-cylinder-receiver system of thermal power plants // Applied Solar Energy. Applied Solar Energy. 2009. Vol. 45. No. 4. P. 281–284.
4. R.R. Avezov, N.R. Avezova, N.A. Matchanov, Sh.I. Suleimanov, R.D. Abdukadirova. History and State of Solar Engineering in Uzbekistan. Applied Solar Energy, 2012, Vol. 48, No. 1, pp. 14–19
5. Ergashev, Sh.H., Faiziev, T.A., Mamedova, D.N., Khuzhakulov, S.M. Results of mathematical modeling of nostatic temperature temperature heating of "Livestock heat complex" through the use of solar and bio energy (2022) Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 12296, art. no. 122960U.
6. Ergashev, Sh.H., Fayziev, T.A., Tilavov, Yu.S., Sattorov, B.N., Khidirov, M.M., Mirzayorova, S.U. Mathematical modeling of greenhouse-livestock complex heated by solar and bioenergy sources (2022) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1070 (1), art. no. 012031.
7. Khusenov, A.A., Davlonov, K.A., Ergashev, S.H. Heat balance modeling of heat pipe biogas-biofertilizer device reactor (2022) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1070 (1), art. no. 012032.
8. Ergashev, Sh.H., Fayziev, T.A., Khusenov, A.A. Mathematical modeling of heat regime of underground heat accumulator (2023) AIP Conference Proceedings, 2612, art. no. 030019.
9. K. Zeng, D.P. Minh, D. Gauthier, E. Weiss-Hortala, A. Nzihou, G. Flamant, The effect of temperature and heating rate on char properties obtained from solar pyrolysis of beech wood, Bioresour. Technol. 182 (2015) 114-119.
10. Szymon Sobek, SebastianWerle. Solar pyrolysis of waste biomass: Part 1 reactor design. Renewable Energy. Volume 143, December 2019, Pages 1939-1948.
11. Kuo Zeng, Rui Li, Doan Pham Minh, Elsa Weiss-Hortala, Ange Nzihou, Xiao He. Solar pyrolysis of heavy metal contaminated biomass for gas fuel production. Energy 187 (2019) 116016.
12. Ayala-Cortés A., Arancibia-Bulnes C.A., Villafán-Vidales H.I., Lobato-Peralta D.R., Martinez-Casillas D., Cuentas-Gallegos A.K. Solar pyrolysis of agave and

ISSN 3030-3907

tomato pruning wastes: insights of the effect of pyrolysis operation parameters on the physicochemical properties of biochar. In: A Paper Presented at the SolarPACES Conference in Morocco, 2018.
13. Хутская Н.Г., Г.И. Палчёнок. Энергосберегающие технологии термохимической конверсии биомассы и лигнокарбонатных отходов: учебно-методическое пособие. Минск: БНТУ, 2014. - 53 с.
14. G‘.N.Uzoqov, X.A.Davlonov. Gelioissiqxonalarning energiya tejamkor isitish tizimlari // Monografiya. Toshkent, Voris-nashriyoti, 143 b.
15. Uzakov, G.N., Davlonov, H.A., Holikov, K.N. Study of the Influence of the Source Biomass Moisture Content on Pyrolysis Parameters. Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika), 2018, Tom 54, Vыpusk 6, Pages 481 – 484.
16. Davlonov X, Almardanov X, Khatamov I, Urunboev S, Kalandarov P, and Olimov O 2022 Study on heat and material balance of heliopyrolysis device. AIP Conference Proceedings 2686 020023
17. Uzakov G N, Novik A V, Davlonov X A, Almardanov X A, Chuliev S E 2023 Heat and Material Balance of Heliopyrolysis Device. Energetika.
18. Proceedings of CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations 66(1) 57-65.

ISSN 3030-3907

USING SOPHISTICATED METHODS OF OIL AND GAS EXTRACTION

Bekjonov Rozisher Soatmurodovich
Karshi State Technical University
Karshi, Uzbekistan.
E-mail: rozisher@mail.ru
Ashurov Murodullo Kholbayevich
Karshi State Technical University,
Karshi, Uzbekistan.
E-mail: ashurov82mx@gmail.com

Annotation. Artificial waterflooding was also effectively carried out at the fields of the former Kyrgyzneft association, where by this time ten out of 13 developed oil reservoirs were covered by waterflooding. A great deal of work on the introduction of waterflooding was carried out during this period by the teams of the Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields (IGEOF), the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields of the Tashkent Polytechnic Institute, the central research laboratories of the former Fergananeft, Andizhanneft oil field administrations and the Kyrgyzneft association.

Keywords. Development system, Oil recovery factor, Reservoir pressure, Well grid, Injection well, Multilayer object, Production regulation, Fergana Oil field, Waterflooding,

Аннотация. Искусственное заводнение также эффективно проводилось на месторождениях бывшего объединения "Кыргызнефть", где к этому времени десять из 13 разрабатываемых нефтяных пластов были покрыты заводнением. Большая работа по внедрению заводнения была проведена за этот период коллективами Института геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений (IGEOF), кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Ташкентского политехнического института, центральных научно-исследовательских лабораторий бывшей "Фергананефти"., Нефтепромысловые администрации "Андижаннефть" и ассоциация "Кыргызнефть".

Ключевые слова. Система разработки, Коэффициент извлечения нефти, Пластовое давление, Сетка скважин, Нагнетательная скважина, Многопластовый объект, Регулирование добычи, Ферганское нефтяное месторождение, Заводнение,

Annotatsiya. Sobiq Qirg'izneft assotsiatsiyasi konlarida sun'iy suv toshqini ham samarali amalga oshirildi, bu vaqtga qadar ishlab chiqilgan 13 ta neft omboridan o'ntasi suv toshqini bilan qoplangan. Bu davrda neft va gaz konlari geologiyasi va qidiruv instituti (IGEOF), Toshkent Politexnika instituti neft va gaz konlarini qazib

ISSN 3030-3907

olish va ulardan foydalanish bo'limi, sobiq Farg'onaneft Markaziy ilmiy-tadqiqot laboratoriyalari jamoalari tomonidan suv toshqinlarini joriy etish bo'yicha katta ishlar amalga oshirildi., Andizhanneft neft konlari ma'muriyatlari va Qirg'izneft assotsiatsiyasi.

Kalit so'zlar. u davrda neft va gaz konlari geologiyasi va qidiruv instituti (IGEOF), Toshkent Politexnika instituti neft va gaz konlarini qazib olish va ulardan foydalanish bo'limi, sobiq Farg'onaneft Mi,

Introduction.

The use of waterflooding has had a huge impact on the development of the oil industry. It allowed to:

- increase oil production rates;
- reduce the number of wells;
- extend the flowing period of their work;
- increase the oil recovery factor;
- reduce specific capital investments and operating costs;
- increase labor productivity.

During this time, a huge amount of factual material has been collected, extensive experience in development using waterflooding has been accumulated, which requires critical analysis and generalization.

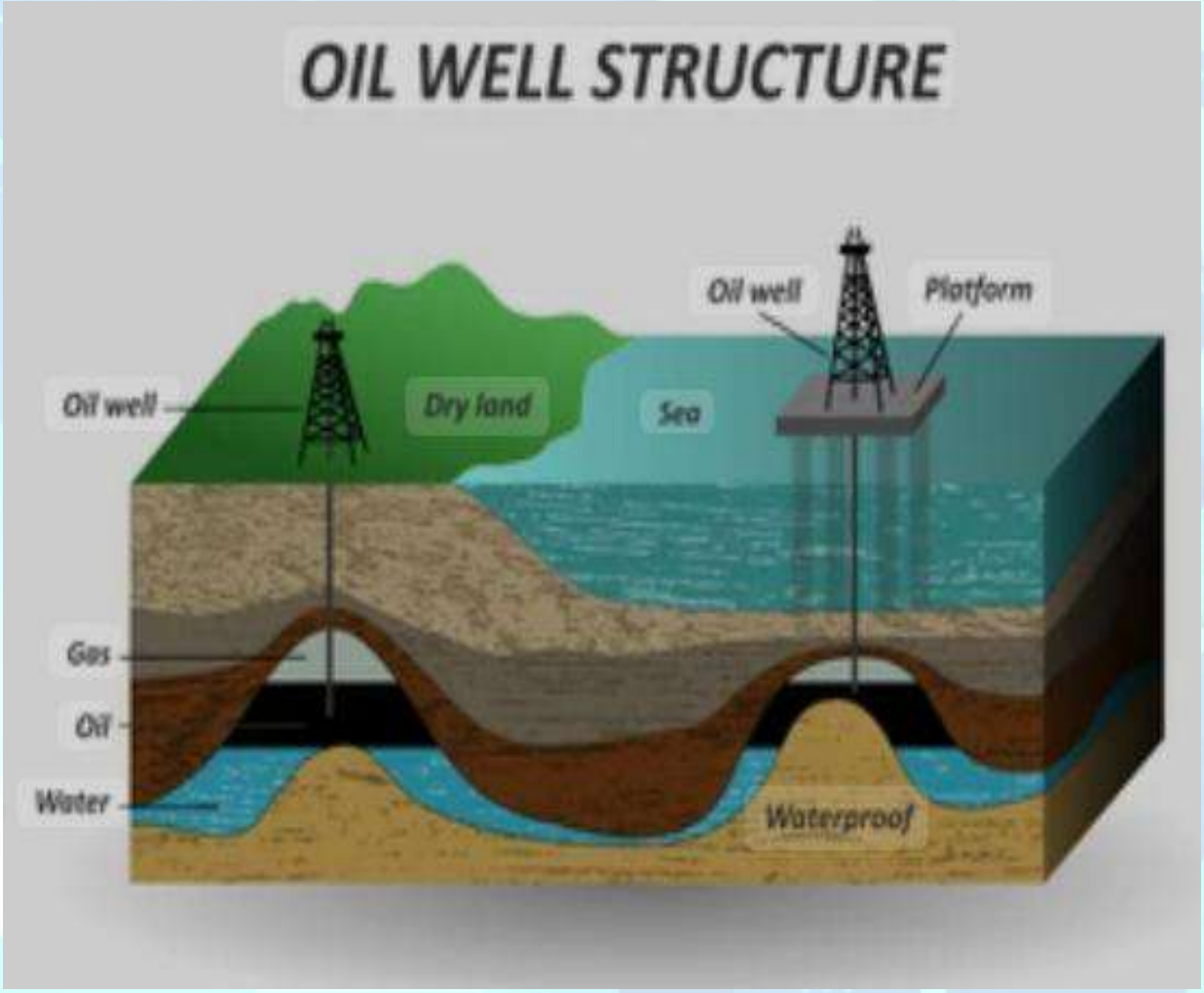
Development of waterflooding methods. Waterflooding was first applied in the Fergana oil fields in 1952, when pilot water injection was started into the peripheral part of the V+VI horizon reservoir of the Yuzhny Alamishik field. The positive effect of the pilot injection, expressed in a certain increase in the flow rate of wells in terms of oil and liquid, gave grounds to start industrial waterflooding of these horizons in 1953.

In 1954, waterflooding was started along the VIII horizon of the Khojaabad field and the VII horizon of the Yujniy field.

In the first years of the introduction of artificial waterflooding methods, the greatest preference was given to systems for injecting water into the peripheral parts of the reservoirs. However, the process of development and operation of these systems in Fergana faced serious difficulties, mainly due to the poor hydrodynamic connection between the peripheral and oil parts of the reservoir.

For this, as well as for a number of other objective reasons, by the beginning of 1960, peripheral waterflooding at many fields in Fergana began to be gradually supplemented or completely replaced by various intra-contour waterflooding systems. This made it possible to dramatically increase the efficiency of waterflooding and thereby gave grounds for its wider introduction at other Fergana facilities.

ISSN 3030-3907



Artificial waterflooding methods were particularly intensively introduced at the Fergana fields in the period 1960-1968. During this period, industrial water injection was mastered at the Andijan (III horizon), Yuzhny Alamishik (KKS and III horizons), Khojaabad (III and VII horizons), Severny Sokh (VIII horizon), Chongara-Galcha (IV horizon), Maili-Su-IV (V and VII horizons), Izbaskent (V and IX horizons) and a number of other fields.

By the end of 1968, 20 development facilities at eight fields were covered by peripheral, intra-contour and combined types of waterflooding only by the former Uzbekneft production association. The annual volume of water injection was more than 3.2 million m3. Along with the above listed traditional waterflooding systems, for the first time in the former USSR, such a combined method of impact was industrially mastered, in which peripheral waterflooding of the reservoir and the transfer of high-pressure gas to its arch part were simultaneously carried out. This method of influence was used in the development of the VIII horizon of the Severny Sokh field and the IV horizon of the Chongara-Galcha field (Galcha area).

ISSN 3030-3907

Waterflooding and high-pressure gas transfer allowed the Uzbekneft association to produce an additional 200,000 tons of oil in 1968 alone.

Artificial waterflooding was also effectively carried out at the fields of the former Kyrgyzneft association, where by this time ten out of 13 developed oil reservoirs were covered by waterflooding.

A great deal of work on the introduction of waterflooding was carried out during this period by the teams of the Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields (IGEOF), the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields of the Tashkent Polytechnic Institute, the central research laboratories of the former Fergananeft, Andizhanneft oil field administrations and the Kyrgyzneft association.

A significant contribution to the solution of problems related to the development of waterflooding at the Fergana fields was made by the works of P.K.Azimov, G.A.Alijanov, A.D.Djumagulov, M.R.Ibragimov, A.M.Khutorov, S.N.Nazarov, A.R.Mukhiddinov, A.A.Tomchani, Kh.M.Turgunov, A.V.Mavlyanov and others. Many issues of waterflooding technology were solved by the engineering and technical workers of the fields, including V.P.Akulov, A.M.Akramov, Z.V.Lyashevich, A.Kh.Khojimatov, L.I.Kalandarov, N.R.Rakhimov, I.N.Khristenko and others.

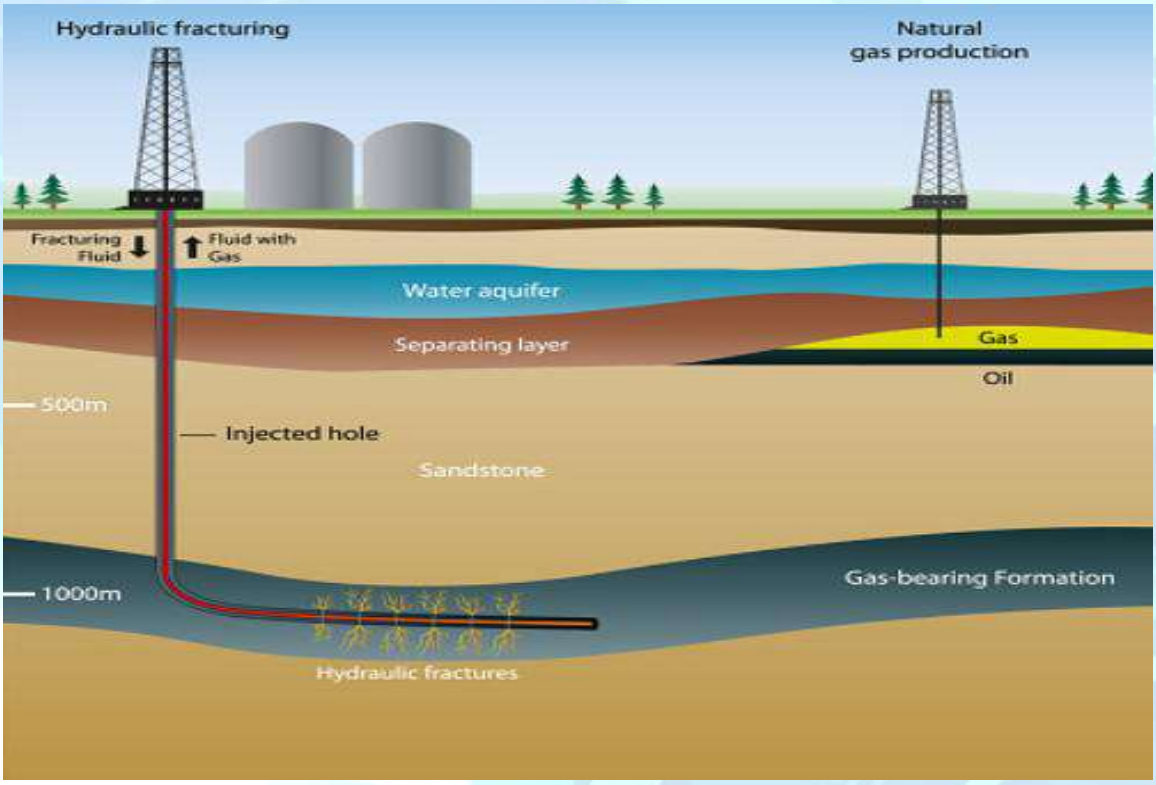
In subsequent years, V.N.Charushnikov, F.T.Adylov and others carried out a great deal of work on summarizing the experience of developing and waterflooding the Fergana oil fields, and are currently being carried out by N.V.Sipachev, E.K.Irmatov, B.Sh.Akramov, A.G.Posevich, A.Kh.Agzamov, O.A.Kayumov and others [1, 2, 3, 4, 5].

Currently, almost all Fergana oil fields are in the late and final stages of development. Artificial waterflooding methods cover about 90% of the objects under development, from which more than 80% of the total annual oil production in Fergana is extracted.

The expected ultimate oil recovery factor for waterflooded facilities varies widely - from 25-40% to 60-70%, and sometimes even higher.

Thus, it can be concluded that almost all waterflooding systems known to date have been tested at the Fergana fields.

ISSN 3030-3907



Waterflooding will remain the main method of development in the coming years.

Ways to improve development systems. The oil field being developed, especially a large one, is a very complex system. Its main elements are reserves with all the diversity of their natural physical and geological features and technical and technological means of development and impact, including production and injection wells, technical means for oil production and water injection, collection and treatment of all well products, and control means.

Obviously, the main condition for rational development is the correct combination of all these main elements of the system.

Recommendations for development that are not tied to specific geological and physical conditions become meaningless. The features of specific fields and reservoirs are extremely diverse, but the main, defining ones include the size of the field, specific reserves per unit area, type of reservoir, permeability, reservoir stratification, oil viscosity, pressure, and regime.

An important and to a certain extent generalizing indicator for sand reservoirs is the ratio of permeability to viscosity.

It is these features that we will use when considering ways to further improve waterflooding development methods.

Improving methods should ensure:

- increase in the rate of oil production from explored reserves with the general goal of meeting the needs of the national economy;

ISSN 3030-3907

- all-round increase in the final oil recovery, i.e. maximum use of natural resources;
- improving the economic efficiency of costs for the development of the oil production industry.

These are, of course, general and well-known provisions, but now it is worth recalling them, since we cannot be completely satisfied with the state and practical results of the application of waterflooding development methods [3, 6].

On the density of production well grids. This problem is one of the most difficult in the technology of oil field development. The complexity is due to the fact that, along with the grid density, the development indicators are also affected by the width of the strips, the distance of the first rows from the injection line, the pressure drop, etc. For a long time, in order to search for optimal solutions, grids were used in a wide range - mainly from 64 to 16 ha/well in fields with different characteristics and in different combinations with other development elements.

Grids of the order of 60-40 ha are accepted for reservoirs in terrigenous monolithic formations with very favorable geological and physical characteristics of reservoirs, as well as at great depths of formations, when drilling a large number of wells is economically inexpedient. In the latter case, rare grids must be combined with active impact on the reservoirs - with cutting into narrow strips or with the use of areal and selective waterflooding.

Grids of the order of 30-16 ha are used in the development of reservoirs characterized by average values of reservoir and fluid parameters and significant heterogeneity of reservoirs.

The densest grids - less than 16 ha/well - are used in the development of reservoirs with high oil viscosity, sharp heterogeneity of reservoirs, as well as reservoirs that require limiting fluid withdrawal from wells [5, 8].

The problem of choosing optimal well grids for certain conditions has not been solved.

On the pressure drop between the injection line and the production zone. Creating high pressure drops is one of the conditions for obtaining high development rates. In all possible cases, it is advisable to reduce the bottomhole pressure in production wells by 20-30% below the saturation pressure. It is also advisable to increase the pressure on the injection lines above the initial reservoir pressure, especially with reduced reservoir productivity. For low-permeability terrigenous formations, a water injection pressure of 150-180 kgk/sm² should be used.

ISSN 3030-3907

From the very beginning of the field operation, it is necessary to correctly justify the value of the injection pressure and build waterflooding facilities for this pressure, avoiding major reconstruction work.

Some caution in choosing the injection pressure is needed when developing reservoirs associated with carbonate reservoirs. Cases of very rapid waterflooding of wells have been noted due to the movement of water along fractures. Since carbonate reservoirs have a very diverse structure of the porous medium, the permissible injection pressure must be established for each specific reservoir based on the results of pilot-industrial water injection into wells that have undergone acid treatment.

Approach to the development of water-oil zones. In the first period of waterflooding application, it was assumed that water-oil zones may not be drilled and that peripheral waterflooding in all cases will ensure the displacement of oil to production wells drilled in the inner oil-bearing contour.

1. Waterflooding of oil reservoirs will remain the main method of developing oil fields in our country for a long time. In almost all geological conditions, waterflooding ensures a significant national economic effect.
2. When choosing a waterflooding system and its main elements, the determining geological and physical factors are the size of the reservoirs, the ratio of the viscosity of oil and water in reservoir conditions, and the nature of the reservoirs.
3. The implemented development systems should ensure the highest possible coverage of the production facility with waterflooding - in terms of area and capacity.
4. When developing oil fields, in order to increase the efficiency of the adopted waterflooding systems, it is necessary to widely and systematically implement measures to regulate the process in order to increase the coverage of the reservoirs with impact and ensure the most favorable economic indicators of development.
5. The optimal ratio of P_w/P_t, at which it is advisable to start waterflooding, which ensures the greatest final oil recovery for the Fergana fields, is in the range of 60-80%. The established fact of the significant influence of the P_w/P_t parameter on the final oil recovery should be taken into account when designing energy-saving systems for the development of oil reservoirs with waterflooding. This will allow more rational use of the natural reservoir energy of the reservoir, reduce the consumption of injected water and electrical energy, and, consequently, the cost of produced oil.
6. Significant prospects for increasing the efficiency of waterflooding are associated with the introduction of cyclic methods and changing the direction of fluid flows in the reservoirs, as well as with the use of physicochemical methods to

ISSN 3030-3907

improve the properties of injected water. Along with this, it is necessary to intensify research on the search for fundamentally new additives to water and other ways to increase the efficiency of waterflooding.

7. Research institutes need to take measures to intensify research on the development of deposits of high-viscosity and high-paraffin oils, oil and gas deposits, on the development of principles for regulating development, on improving the development of deposits at a late stage, methods for justifying design oil recovery, and on solving economic problems of developing oil fields.

REFERENCES

1. Агзамов А.Х. Влияние некоторых физико-геологических факторов на эффективность заводнения на примере месторождения Южный Аламышик // РНТС Сер. Нефтепромысловое дело и транспорт нефти, 1985. -№12. -С.8-10.
2. Агзамов А.Х. Применение циклического заводнения в условиях месторождений Ферганской нефтегазоносной области // Тр.СредазНИПИнефть. -М.: ВНИИОЭНГ, 1988. -С. 22-27.
3. Агзамов А.Х. Сравнительная оценка эффективности систем разработки карбонатных коллекторов на примере месторождений Ферганской нефтегазоносной области // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, 1988. -№2. -С. 18-20.
4. Агзамов А.Х., Ирматов Э.К. Использование метода главных компонент для оценки влияния геолого-промысловых факторов на показатели системы разработки залежей нефти // ЭИ Сер. Техника и технология добычи нефти. -М.: ВНИИОЭНГ, 1990. -№8. -С.3-8.
5. Ирматов Э.К., Агзамов А.Х. Обз.сер. Опыт и проблемы совершенствования разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений Средней Азии и методы повышения их нефтеотдачи: Заводнение нефтяных месторождений с осложненными горно-геологическими условиями и пути повышения его эффективности. -Ташкент. -ФАН, 1991.-71 с.
6. Ирматов Э.К., Агзамов А.Х. Заводнение нефтяных месторождений с осложненными горно-геологическими условиями и пути повышения его эффективности. - Ташкент: Изд. АН РУз., 1992. - 60 с.
7. Назаров С.Н. Результаты анализа разработки на примере месторождений Ферганы. // Нефтяное хозяйство, 1965. -№ 2. -С.31-38.
8. Посевич А.Г., Агзамов А.Х., Эрматов Н.Х. Оценка влияния некоторых геолого-физических и технологических факторов на эффективность заводнения месторождений Ферганы // Узбекский журнал нефти и газа, 1998. -№3. -С. 23-25.

ISSN 3030-3907

9. Эрматов Н.Х., Мухаммедов Г.Р., Эшонкулов Ж.З., Хошимов Э.А. Анализ результатов экспериментальных исследований влияния снижения забойного давления насыщения нефти газом на продуктивность скважин // «Геологик-қидирув ишларининг замонавий муаммолари ва ривожлантириш истиқболлари» Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами.–Қарши, 2002. –С.287-290.
10. Эрматов Н.Х., Каршиев А.Х., Бобомуродов У.З. Оценка эффективности заводнения на месторождениях Сурхандарьинской нефтегазоносной области Узбекистана // «Фундаментальные и прикладные проблемы науки». Материалы XIII Международного симпозиума. –Москва, 2018. –С.185-193.
11. Азимов П.К. Разработка нефтяных месторождений с применением заводнения. - Ташкент: Фан, 1978. - 240 с.
12. Ибрагимов М.Р. Технология и техника добычи нефти. - Москва: Недра, 1983. - 320 с.
13. Чарушников В.Н. Эксплуатация нефтяных месторождений. - Москва: Недра, 1988. - 384 с.
14. Сипачев Н.В. Разработка нефтяных месторождений на поздней стадии. - Москва: Недра, 2002. - 288 с.

ISSN 3030-3907

УДК:331.101 (075)

TALABALARNI MEHNAT MUHOFAZASI VA TEXNIK XAVFSIZLIGI TALABLARIGA RIOYA QIlISHNI TAKOMILLASHTIRISH

Shaxnoza Buranova

Qarshi Davlat Universiteti dotsent vb

texnika fanlari nomzodi,dotsent Yu.S.Tilovov taqrizi asosida

Annotatsiya. Ushbu maqolada talabalarni mehnat muhofazasi Va texnik xaVfsizligi talablariga rioya qilishni takomillashtirish Va unda talabalarni mehnat muhofazasi Va texnik xaVfsizligi talablariga rioya qilishning talablari Va qoidalarini o‘rganish bo‘yicha ko‘rsatmalar berilgan.

Kalit so‘zlari: mehnatni muhofaza qilish, texnik xaVfsizlik, talaba, ta'lim muassasasi, ustaxona, jarohatlar.

Annotation. This article proVides instructions on improVing students' compliance with labor protection and technical safety requirements and on teaching students the requirements and rules for compliance with labor protection and technical safety requirements.

Keywords*:* guard of the labour, technical security, student, educational institution, workshop, traumatize.

Аннотация. В данной статье приведены указания по совершенствованию соблюдения студентами требований охраны труда и технической безопасности и изучению требований и правил соблюдения студентами требований охраны труда и технической безопасности.

Ключевые слова*:* охрана труда, техническая безопасность, студент, учебное заведение, мастерская, травматизм.

Kirish

Yurtimizda amalga oshirilayotgan iqtisodiy va siyosiy sohalardagi barcha islohotlarning asosiy maqsadi mamlakatimizda yashayotgan barcha fuqarolar uchun munosib hayot sharoitlarini yaratib berishga qaratilgandir. Munosib hayot sharoitini yaratish ilmiy-texnik taraqqiyot asosida amalga oshiriladi va bu inson mehnatini yengillashtirish bilan bir qatorda, turli xil xaVfli omillarni Vujudga keltiradiki, natijada har xil ko‘rinishdagi baxtsiz hodisalar: jarohatlanishlar, shikastlanishlar va kasb kasalliklari vujudga keladi. Bu muqaddas zaminda yashayotgan har bir inson yaxshi yashashni, o‘zining moddiy-ma’naViy Va ijtimoiy ehtiyojlarini to‘liqroq qondirishni istaydi. Aynan shu sababli inson tinimsiz harakatda bo‘ladi [1].

Ishlab chiqarishda mehnatni tartibsiz, amaldagi qonun qoidalar, standartlar Va ko‘rsatmalarga amal qilmasdan amalga oshirilishi, nafaqat jarohatlanish yoki shikastlanishni keltirib chiqarishi, balki ayrim hollarda o‘limga ham olib kelishi

ISSN 3030-3907

mumkin. Tabiiyki, bu insonni o‘zining mehnat faoliyatidagi tabiiy, texnik, antropogen, ekologik Va boshqa turdagi barcha xaVfli omillardan himoyalashni ilmiy asosda tashkil qilishni talab etadi. Mehnatni muhofaza qilish Va texnik xaVfsizligining asosiy maqsadi Va Vazifalari ushbu masala yechimiga qaratilgan bo‘lib, uning o‘z qonuniyatlari, uslublari Va tamoyillari asosida amalga oshiriladi [2].

Maqsad. Talabalarni mehnat muhofazasi Va texnik xaVfsizligi talablariga rioya qilishni takomillashtirishni ochib berishdan iborat.

Tadqiqot usullari. Qo‘yilgan maqsadga erishish uchun talabalar mehnat muhofazasi va texnik xavfsizligiga oid O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti qarorlari, farmoyishlari, buyruqlari bilan tanishish, mehnat muhofazasi va texnik xavfsizligi fanini puxta o‘rganish, talabalarni mehnat muhofazasi va texnik xavfsizligi talablariga rioya qilishni takomillashtirish bo‘yicha ilmiy nazariy, mantiqiy, ilmiy-metodik manbalarni o‘rganish va qiyosiy tahlil qilish, bevosita va bilVosita kuzatish, tahlil qilish va umumlashtirish kabi nazariy va emperik usullardan foydalanildi.

Mavzu bo‘yicha ilmiy adabiyotlarning qisqacha tahlili. O‘zbekiston Respublikasi Mehnat va aholini ijtimoiy muhofaza qilish Vazirining “Ta’lim muassasalarining o‘quv va o‘quv-ishlab chiqarish ustaxonalari uchun mehnatni muhofaza qilish qoidalarini tasdiqlash haqida” buyrug‘i (O‘zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi tomonidan 2013-yil 1-mayda ro‘yxatdan o‘tkazildi, ro‘yxat raqami 2454) da Ta’lim muassasalarining o‘quV Va o‘quV-ishlab chiqarish amaliyot xonalarida bajariladigan ishlarga (texnologik jarayonlarga) qo‘yiladigan xaVfsizlik talablari, yong‘in Va portlashga qo‘yiladigan xaVfsizlik talablari, elektr qurilmalariga qo‘yiladigan xaVfsizlik talablari, Qurilish (turlari bo‘yicha) tayyorloV yo‘nalishi kasblari amaliyotiga qo‘yiladigan xaVfsizlik talablari, To‘qimachilik sanoati Va yengil sanoat mahsulotlari texnologiyasi tayyorloV yo‘nalishlari kasblari amaliyotiga qo‘yiladigan xaVfsizlik talablari, Oziq-oVqat texnologiyasi (turlari bo‘yicha) tayyorloV yo‘nalishi kasblari amaliyotiga qo‘yiladigan xaVfsizlik talablari, Qishloq xo‘jaligi yo‘nalishi kasblari amaliyotlariga qo‘yiladigan xaVfsizlik talablari, Metallarga ishloV berish mexanigi kasbi amaliyotiga qo‘yiladigan xaVfsizlik talablari, elektronika Va radiotexnika tayyorloV yo‘nalishi amaliyotiga qo‘yiladigan xaVfsizlik talablari, KimyoViy texnologiya, neft Va gazni qayta ishlash texnologiyasi yo‘nalishlari amaliyotiga qo‘yiladigan xaVfsizlik talablari, Konchilik ishi tayyorloV yo‘nalishi kasblari amaliyotiga qo‘yiladigan xaVfsizlik talablari, Ta’lim muassasalarining o‘quV Va o‘quV-ishlab chiqarish ustaxonalardagi jihozlarga qo‘yiladigan xaVfsizlik talablari haqida berilgan [3-5].

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston Respublikasida xavfsiz va qulay mehnat sharoitida ishlash yuzasidan fuqarolarning huquqlari Konstitutsiyada (37-modda) mustahkamlanib qo‘yilgan. Ushbu konstitutsiyaViy kafolatni amalda ro‘yobga chiqarilishiga qaratilgan aniq chora tadbirlar O‘zbekiston Respublikasining Mehnat kodeksida, "Mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risida"gi qonunda, boshqa bir qator qonunlar Va qonun osti normatiV hujjatlarida belgilangan. O‘zbekistonda Mehnat muhofazasi uchun katta moliyaViy mablag‘lar ajratiladi Va o‘zlashtiriladi. Sog‘lom Va xaVfsiz mehnat sharoitida mehnat qilish huquqi O‘zbekiston Respublikasi fuqarolarining eng asosiy mehnat huquqlaridan bo‘lib hisoblanadi. Mehnat muhofazasiga oid talablar Va standartlar Mehnat kodeksi, “Mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risida”gi qonun talablari asosida ishlab chiqariladigan korxona Va tashkilotlarning ichki mehnat tartibi qoidalari, jamoa shartnomalari, tarmoq yoki mintaqaViy jamoa kelishuVlari, korxonalarning boshqa ichki normatiV huquqiy hujjatlarida, muayyan soha, kasb, ish joylariga oid bo‘lgan Mehnat muhofazasi standartlarida belgilab qo‘yiladi [6].

Mulkchilik shakli Va xo‘jalik yuritish usulidan qat’iy nazar barcha korxona, muassasa, tashkilotlar o‘z xodimlari uchun sog‘lom Va xaVfsiz mehnat sharoitini yaratishi, xaVfsizlik texnikasi choralarini ko‘rishi, mehnatni muhofaza qilish xizmatlarini tashkil etishi, boshqa tashkiliy texnik tadbirlarni amalga oshirishi shart.

Mehnat muhofazasi qoidalariga rioya etilishi maxsus daVlat organlari Va jamoatchilik tomonidan nazorat qilib boriladi. Qonunlarga, shu jumladan, Mehnat muhofazasiga oid qonunlarga rioya etilishi ustidan O‘zbekiston Respublikasi Bosh prokurori Va unga bo‘ysunuVchi prokurorlar umumiy nazorat olib boradi. Mehnat muhofazasi haqidagi qonun talablarini buzgan korxonalarga moliyaViy-iqtisodiy jazo choralari, ularning mansabdor shaxslariga nisbatan esa institut intzomiy, ma’muriy-huquqiy, jinoiy jaVobgarliklar qo‘llanishi, ular aybi bilan yetkazilgan moddiy zararlar qoplantirilishi mumkin.

Ta’lim muassasalari talabalarni mehnat muhofazasi Va texnik xaVfsizligi talablariga rioya qilishni takomillashtirishda barcha tarmoqlar uchun mutaxassislar tayyorlash ta’lim muassasalarida xaVfsiz mehnat sharoitlarini yaratilmasdan bu Vazifani muVaffaqiyatli bajarish imkonsiz [7].

Oliy o‘quV yurtlarida mehnat muhofazasi xonasini tashkil etishda mehnat muhofazasi bo‘yicha muhandis-texnik xodimlar ishchi Va xizmatchilarning bilimlarini oshirish, ularning xaVfsizlik texnikasi qoidalarini hamma talablarini ongli raVishda bajarish ruhida tarbiyalashning o‘quV-uslubiy markazi bo‘lib xizmat qiladi. Bu xonaga mehnat muhofazasi bo‘yicha muhandis beVosita rahbarlik qiladi.

ISSN 3030-3907

Qurilish mе’yor Va qoidalariga muVofiq xaVfsizlik tехnikasi xonasining maydoni ishchilarning ruyxatdagi soniga bog‘liq holda tanlanadi. Ular 1000 ta bo‘lganda -24 m^2, 1001 dan 3000 tagacha -48 m^2, 3000 dan 5000 tagacha bo‘lganda -72 m^2 bo‘ladi. Xonada o‘quV ma’lumotnoma-uslubiy Va ko‘rgazma bo‘limlari jihozlanadi. Xonadagi ishlarni yo‘1ga qo‘yish, uning ish rејasini tasdiqlash tashkilot bosh muhandisiga yuklatiladi.

Natijalar Va amaliy misollar. Xonada kirish yo‘riqnomasi o‘tkaziladi, talaba, profеssor-o’qituVchilar Va muhandis xodimlar mеhnat muhofazasi bo‘yicha o‘qitiladi. O‘quv maqsadlarida maketlar, ko‘rgazmali qurollar, plakatlar, yo‘riqnomalar, korjoma Va maxsus poyafzal hamda himoya Vositalari andozalaridan, ishga yaroqli, yaroqsiz asbob-uskunalar namunalari bilan jihozlangan stеndlar, diafilmlar, diapozitiV Va kinofilmlardan foydalaniladi.

Ishchilar bilan yillik tехnikaViy minimumlar, muhandis-tехnik xodimlar bilan oylik kеngashlar o‘tkazishda tематik kinofilmlar ko‘rsatish zarur, shunda mеhnat muhofazasi qoidalari ishloVchilar yodida qoladi.

Mеhnat muhofazasi bo‘yicha bilimlarni oshirish maqsadida turli jurnallarda chop etilgan mеhnat muhofazasiga oid yangiliklar bilan tanishtirish, mеhnat xaVfsizligi masalalari bo‘yicha talabalarga ma’lumot bеrish uchun sех Va ustaxonalarda mеhnat muhofazasi bo‘yicha burchaklar tashkil etiladi.

Mеhnat muhofazasi burchaklarida uch bosqichli sinoV o‘tkazish bo‘yicha hujjatlar to‘planadi, mеhnat muhofazasiga oid amalda bo‘lgan barcha yo‘riqnomalar osib qo‘yiladi. Mеhnat muhofazasi bo‘yicha jamoatchi inspektorlar ilg‘or ish tajribasini qo‘llaydilar, o‘z tashilotlari hamda boshqa tashkilot Va tayyorlash ustaxonalaridagi mеhnat muhofazasi borasidagi ratsionalizatorlik takliflarini kiritadilar.

Oliy ta’lim mussasasi o‘quV ustaxonalarida mеhnatni muhofaza qilish uniVersitеt rahbariyati, rahbarlari, bo’lim boshliqlari, boshliqlar, laboratoriyalar, o’qituVchilar, yordamchi xodimlar ta’minlashi shart.

O‘quV ustaxonalarida mеhnat muhofazasiga oid ishlarni tashkil qilishda oliy ta’lim muassasasi ma’muriyati Va muhandis-tехnik xodimlarning asosiy Vazifalari mеhnat haqidagi qonunlar majmui hamda “XaVfsizlik yo‘1lari Va ishlab chiqarish sanitariyasi qoidalari” bilan bеlgilanadi. Ishlab chiqarishda shikastlanish Va kasb kasalliklarini kamaytirish hamda ularning oldini olishga oid mеhnat muhofazasi bo‘yicha ishlarni amalga oshirish, tadbirlariga umumiy rahbarlik hamda bu ishga jaVobgarlik o‘quV ustaxonalari o‘quV ustasi uning o‘rinbosari-bosh muhandis zimmasiga yuklatiladi [8-10].

O‘quV ustaxonalari o‘quV ustasining Vazifasi quyidagicha:

ISSN 3030-3907

- ishlab chiqarishda shikastlanish Va kasb kasalliklarining oldini oluVchi tashkiliy tехnik tadbirlarni rејalashtirishga;
- ana shu tadbirlar uchun o‘z Vaqtida mablag‘ ajratishga Va ularni o‘tkazishga doir ruyxatlarni tasdiqlashga hamda mеhnat sharoitini mustahkamlash Va sog‘lomlashtirish uchun ajratilgan mablag‘ning to‘g‘ri sarflanishini nazorat qilib borishga;
- mеhnat muhofazasiga doir jamoa shartnomalari Va bitimlarining bajarilishini ta’minlashga;
- mеhnat Va dam olish tartibi, ayollar hamda o‘smirlar mеhnatini muhofaza qilish haqidagi qonunlarga amal qilishga;
- kasaba uyushmasi tехnik nazoratchilari Va jamoatchi nazoratchilar hamda mahalliy kasaba uyushmasi qo‘mitasi komissiyasining mеhnat muhofazasiga doir buyruqlarini bajarishga;
- ishlar Va kasblarning ayrim turlari uchun xaVfsizlik yo‘1lari bo‘yicha yo‘riqnomalarni tasdiqlashga;
- ishchi-xizmatchilarni o‘z Vaqtida amaldagi mе’yorlarga muVofiq korjoma, maxsus poyafzal, yakka tartibdagi himoya Vositalari Va maxsus oziq-oVqatlar bilan ta’minlashga majbur.

Bosh muhandisning Vazifasi quyidagicha:
- hamma ustaxonalar, sехlar Va bo‘linmalar boshliqlarining xaVfsizlik yo‘1lari hamda ishlab chiqarish sanitariyasiga doir qonun chiqaruVchi mе’yorlar Va qoidalarni bajarishlarini muntazam raVishda nazorat qilib borish;
- amaldagi xaVfsizlik yo‘1lari Va ishlab chiqarish sanitariyasi qoidalari hamda maVjud ishlab chiqarish sharoitiga muVofiq, kasblar Va ishlar turlari bo‘yicha xaVfsiz ishlash yo‘1lari hamda usullariga doir yo‘riqnomalarni ishlab chiqarishga qo‘llanishiga rahbarlik qilish;
- xaVfsiz ishlash usullari, yo‘1-yo‘riqlarini o‘rganish yuzasidan o‘quV ishlari olib borilishini nazorat qilish;
- ishchilarning dastlabki Va daVriy tibbiy ko‘riklardan o‘tkazilishini nazorat qilish;
- xaVfsiz ishlash usullarining ommaViy tadbiq qilinishi, xaVfsizlik xonalarida ma’ruzalar, suhbatlar o‘tkazilishi, xaVfsizlik yo‘1lariga oid plakatlar Va ogohlantiruVchi yozuVlar tayyorlanishini nazorat qilish;
- kasaba uyushmasi tashkiloti bilan birgalikda mеhnat muhofazasi, xaVfsizlik yo‘1lari Va ishlab chiqarish sanitariyasiga oid ishlarning holatini tекshirish hamda mеhnat muhofazasi yuzasidan qabul qilingan qarorlarning ishchilar tomonidan bajarilishini nazorat qilish;
- zamonaViy tuzilishdagi to‘siq tехnikasi, sеrmеhnat jarayonlarni aVtomatlashtirish, shamollatish Va sanitariya-maishiy uskunalarni joriy еtish;

ISSN 3030-3907

- mehnat muhofazasi, ishlab chiqarish madaniyati Va texnik estetika bo‘yicha tajriba almashish ishiga rahbarlik qilish;
- ishchilarga o‘z Vaqtida sifatli korjoma, maxsus poyafzal Va yakka tartibdagi himoya Vositalari berilishini nazorat qilish;
- xaVfsizlik yo‘1lari, ishlab chiqarish sanitariyasiga doir amaldagi qoidalarga, kasaba uyushmasi texnik nazoratchisi Va jamoatchi nazoratchilarning mehnat muhofazasiga doir buyruqlarga amal qilinishini nazorat etish;
- belgilangan muddatlarda ishlab chiqarishda ro‘y bergan shikastlanish to‘g‘risidagi hisobotlarni, mehnat sharoitini sog‘lamlashtirishga ajratilgan mablag‘larning sarflanishini nazorat qiladi.

Xulosa va tavsiyalar. Talabalarni mehnat muhofazasi Va texnik xaVfsizligi talablariga rioya qilish – ishlab chiqarishdagi mehnat xaVfsizligini ta’minlashga qaratilgan Vositalar usullar majmuidir. Talabalarni mehnat muhofazasi Va texnik xaVfsizligi talablariga rioya qilishni takomillashtirishda birinchi naVbatda uning mehnat faoliyati jarayonini Va uni amalga oshirishda yuzaga keladigan xaVfli faktorlarni o‘rganishni talab etadi. Bunday muammolarni bartaraf etishda, xaVfsiz harakatni tashkil etishda mehnat muhofazasi fanining o‘rni katta ahamiyat kasb etadi [4].

Talabalarni mehnat muhofazasi Va texnik xaVfsizligi talablariga rioya qilishni takomillashtirish uchun quyidagilar taVsiya etiladi:
– tashkilotlarda mehnatni muhofaza qilish muhandisi maqomini oshirish;
– mehnatni muhofaza qilish bo’limlari faoliyatini tiklash, nazoratlar o‘tkazish;
– oliy ta’lim muassasalari o‘rtasida o‘qituVchilar Va talabalar uchun xaVfsiz mehnat sharoitlarini yaratish bo‘yicha o’quV mashg’ulotlari, tanloVlar o‘tkazish [5].

FOYDAIANIIGAN ADABIYOTIAR

1. IbragimoV E.I., GazinazaroVa S., YuldasheV O.R. Mehnat muhofazasi maxsus kursi. Darslik.-T.: TIMI, 2014.-536 b.
2. YuldasheV O.R., DjabboroVa Sh.G., XasanoVa O.T. Hayot faoliyati xaVfsizligi. DarslikT.:Toshkent-Iqtisodiyot,2014. 268 b.
3. Fatullayeva S.I. Oliy ta’limda fanlar integratsiyasini ta’minlash muammolari. International conference pedagogical reforms and their solutions Volume 4, Issue 2, 2024. P.27-30.
4. А.И. Пантюхин, А.Л. Кузнецов Охрана труда в высших учебных заведениях. Журнал Педагогика и психология –С 378
5. Fatullayeva Sitora Ilkhom kizi. Methodology for preparing future master's degree students in advanced engineering schools based on international experience.

ISSN 3030-3907

European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences Vol. 13 No. 3, 2025. P. 44-49

6. YuldosheV Sh.X., Mo‘minjonoV N.N. XaVfsiz harakatni tashkil etishda mehnat muhofazasi fanini o‘qitishni o‘rni “Экономика и социум” №6(121)-1-2024 -823 b.

7. Fatullayeva, S. (2024). PEDAGOGIK MULOQOT–O ‘ZARO TA’SIR KO ‘RSATISH VOSITASI. *Молодые ученые*, *2*(21), 24-27.

8. FATULLAYEVA, S. (2024). TEXNIKA YO ‘NALISHIDAGI OLIY TA’LIM MUASSASALARIDA MUHANDIS KADRLARNI TAYYORLASHDA PEDAGOGIK TAMOYILLAR. News of the NUUz, 1(1.9. 1), 203-206.

9. Fatullayeva S.I. Improving dual education by solving the problem of subject integration. International conference pedagogical reforms and their solutions Volume 4, Issue 2, 2024. P.22-26

10. BuranoVa Sh.U. Talabalarning texnik kompetentligining psixologik shart-sharoitlari. O‘zbekiston milliy uniVersiteti xabarlari, Ilmiy amaliy jurnal, 2024, [1/5/1] -83 b.

ISSN 3030-3907

FUNKSIONAL SIROP ISHLAB CHIQARISHDA SUT ZARDOBIDAN FOYDALANISHNING ILMIY-NAZARIY JIHATLARI

Kamilova Shaxnoza Baxtiyor qizi
Toshkent kimyo texnologiya instituti, stajyor tadqiqodchi
E-mail: Kamilova.shaxnoza@bk.ru
Mirxodjayeva Dilobar Davronbekovna
Renessans ta'lim universiteti PhD. dotsent
E-mail: dilimmirkhodjayeva@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada sut zardobi asosida funksional sirop ishlab chiqarish texnologiyasi o'rganildi. Tadqiqotda sut zardobining tarkibi va xossalari, texnologik jarayon bosqichlari hamda sifat ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Natijalar funksional siropning yuqori biologik qiymatga ega ekanligini, oqsil, laktoza, mineral moddalar, vitaminlar va bioaktiv komponentlar bilan boyitilganini ko'rsatdi. Oddiy siroplardan farqli ravishda, zardob asosidagi siroplar immunitetni mustahkamlash, sog'liqni qo'llab-quvvatlash, bolalar va sportchilar ovqatlanishida qo'llash imkoniyatiga ega. Bundan tashqari, texnologiyada membranali kontsentratsiya va past haroratli sterilizatsiya usullari energiya samaradorligini ta'minlab, chiqindilarni kamaytiradi va iqtisodiy foyda beradi.

Kalit so'zlar: Sut zardobi, funksional sirop, oqsil, laktoza, bioaktiv moddalar, antioksidant, texnologiya, sterilizatsiya, membranali kontsentratsiya, immunitet.

Аннотация. В данной статье исследована технология производства функционального сиропа на основе молочной сыворотки. Рассмотрены состав и свойства сыворотки, этапы технологического процесса и показатели качества. Результаты показали, что функциональный сироп обладает высокой биологической ценностью, обогащён белками, лактозой, минеральными веществами, витаминами и биоактивными компонентами. В отличие от обычных сиропов, продукты на основе сыворотки укрепляют иммунитет, поддерживают здоровье, могут применяться в питании детей и спортсменов. Кроме того, использование мембранной концентрации и низкотемпературной стерилизации обеспечивает энергосбережение, уменьшает отходы и повышает экономическую эффективность.

Ключевые слова: Молочная сыворотка, функциональный сироп, белок, лактоза, биоактивные вещества, антиоксидант, технология, стерилизация, мембранная концентрация, иммунитет.

Abstract. This article investigates the technology of producing functional syrup based on whey. The study analyzed the composition and properties of whey, the technological stages, and quality indicators. The results demonstrated that the functional syrup has high biological value, enriched with proteins, lactose,

ISSN 3030-3907

minerals, vitamins, and bioactive compounds. Unlike conventional syrups, whey-based syrups strengthen immunity, support health, and are suitable for the diets of children and athletes. Furthermore, the application of membrane concentration and low-temperature sterilization ensures energy efficiency, reduces waste, and increases economic benefits.

Keywords: Whey, functional syrup, protein, lactose, bioactive compounds, antioxidant, technology, sterilization, membrane concentration, immunity

Kirish.

So‘nggi yillarda dunyo oziq-ovqat sanoatida sog‘lomlashtiruvchi va funksional mahsulotlar ishlab chiqarish dolzarb yo‘nalishga aylandi. Aholining turmush darajasi va oziq-ovqatga bo‘lgan talablari ortishi bilan birga, iste’molchilar nafaqat to‘yimlilikni, balki mahsulotning profilaktik va biologik qiymatini ham inobatga oladigan bo‘ldi. Funksional oziq-ovqat mahsulotlari inson organizmida muayyan fiziologik jarayonlarni qo‘llab-quvvatlaydi, immunitetni oshiradi, metabolik almashinuvni me’yorlashtiradi hamda kasalliklarning oldini olishda yordam beradi.

Bugungi kunda globallashuv jarayoni va raqobatning kuchayib borishi mamlakatimizda zamonaviy yondashuvlar va yangi tamoyillarni shakllantirish zaruratini yuzaga keltirmoqda [1].

Sut sanoati ikkilamchi xomashyo sifatida katta hajmda **sut zardobi** (zardob) hosil qiladi. Har yili minglab tonna zardob to‘g‘ridan-to‘g‘ri tashlab yuboriladi yoki hayvonlarga yem sifatida ishlatiladi. Bu esa katta iqtisodiy yo‘qotishdir. Chunki sut zardobi oqsil, laktoza, mineral moddalar, vitaminlar va bioaktiv peptidlarga nihoyatda boy. Ushbu komponentlarni oziq-ovqat sanoatiga qayta jalb etish yuqori qo‘shimcha qiymatli mahsulotlar olish imkonini beradi.

Shu sababli, zardob asosida **funksional sirop ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish** nafaqat iqtisodiy, balki ijtimoiy va ilmiy ahamiyatga ega. Funksional siroplar sog‘lom turmush tarzini targ‘ib etishda, bolalar va sportchilar ovqatlanishida, shuningdek, kasallikdan keyingi tiklanish jarayonida katta foyda keltirishi mumkin.

Tadqiqotning maqsadi — sut zardobi asosida funksional sirop ishlab chiqarish texnologiyasini ishlab chiqish va uni takomillashtirish.

Vazifalar:

- Sut zardobining tarkibi va xossalarini o‘rganish.
- Zardob asosida sirop ishlab chiqarish texnologik bosqichlarini ishlab chiqish.
- Mahsulot sifat ko‘rsatkichlarini nazorat qilish.
- Funksional siropning oddiy siroplardan ustunliklarini aniqlash.

ISSN 3030-3907

• Texnologiyani energiya tejamkor va ekologik xavfsiz usullar bilan takomillashtirish.

ADABIYOTLAR SHARHI

Jahon tajribasi

Jahon amaliyotida sut zardobidan foydalanish bo‘yicha ko‘plab ilmiy ishlar mavjud. AQSh va Yevropa mamlakatlarida zardob oqsillari keng ko‘lamda sport qo‘shimchalari, dietik ichimliklar, energiya barlari va biologik faol qo‘shimchalarda ishlatiladi. Beta-laktoglobulin va alfa-laktalbumin kabi oqsillar yuqori biologik qiymatga ega bo‘lib, ular mushak massasi o‘sishini qo‘llab-quvvatlaydi va immunitetni mustahkamlaydi. Germaniya va Shveysariya olimlari esa zardob asosida shirin siroplar ishlab chiqib, ularni non va shirinlik mahsulotlarida qo‘llashni yo‘lga qo‘ygan.

Yaponiyada olib borilgan tadqiqotlar zardob siroplarining antioksidant faolligini aniqladi. Natijalarga ko‘ra, muntazam iste’mol qilinganda yurak-qon tomir kasalliklari xavfini kamaytirishi mumkin.

Zardob oqsili, sutdan olingan yuqori biologik qiymatli oqsil bo‘lishiga qaramay, immunoglobulinlar (Ig) bilan yoki ularsiz mavjud bo‘lishi mumkin [2].

Zardob sutsimon mahsulotlar orasida ilmiy qiziqish yuqori bo‘lgan xomashyo bo‘lib, avval chiqindi sifatida qaralgan bo‘lsa-da, bugun funktsional oziq-ovqat va nutrasevtiklar uchun muhim manba ekanligi isbotlangan. Zardob ikki turga bo‘linadi: shirin zardob va kislota zardobi (organik/mineral kislotalar bilan). Ularning pH, titrlanadigan kislotalilik, laktoza, yog‘ va kul miqdori farqlanadi; bu texnologik ishlov va mahsulot qo‘llanilishini belgilaydi. Zardob oqsillari tarkibida β-laktoglobulin, α-laktalbumin, immunoglobulinlar, BSA, laktoferrin, laktoperoksidaza, GMP kabi fraksiyalar mavjud bo‘lib, ular antioksidant, antibakterial, immunomodulyator,antikanser xususiyatlar ko‘rsatadi [3]. Quyida ulardan ba’zi muhimlarini aytib o’tamiz:

α-Laktalbumin (α-La) sigir sutidan olingan zardob oqsillari ichida ikkinchi eng ko‘p uchraydigan oqsil bo‘lib, jami zardob oqsillarining taxminan 20–25% ini (1,5 g/L−1) tashkil qiladi [4].

Laktroferrin (LF) temirni bog‘lovchi glikoprotein hisoblanadi, shuningdek u ko‘pincha kolostrum, sut va zardobning “qizil oqsili” sifatida ham tanilgan [5].

O‘zbekiston tajribasi

O‘zbekistonda asosan sut zardobidan ayrim ichimliklar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Biroq zardob asosida funksional sirop tayyorlash texnologiyasi hali keng joriy etilmagan. Mahalliy olimlarning ayrim ishlanmalarida zardobdan **alkogolsiz ichimliklar**, **qandolat mahsulotlari** va **hayvonlar uchun ozuqa qo‘shimchalari** tayyorlash bo‘yicha natijalar olingan. Shu bilan birga, sirop

ISSN 3030-3907

tayyorlash texnologiyasini to‘liq ishlab chiqish ilmiy yangilik sifatida dolzarb vazifa bo‘lib qolmoqda.

METODOLOGIYA

Tadqiqot obyekti sifatida sigir sutidan pishloq ishlab chiqarishda hosil bo‘lgan suyuq zardob tanlandi.

Texnologik jarayon bosqichlari

1. Xomashyoni tayyorlash:

Mexanik filtratsiya orqali begona aralashmalarni ajratish.

Yog‘ qoldiqlarini separator yordamida olib tashlash.

2. Kontsentratsiya:

Vakuum apparatlarda bug‘latish.

Membranali ultrafiltratsiya usuli yordamida quruq modda miqdorini 20–25% gacha oshirish.

3. Shirinlashtirish:

Sakkaroza yoki glyukoza qo‘shish (40–45% konsentratsiyada).

Refraktometr yordamida Brix darajasini nazorat qilish.

4. Funksional qo‘shimchalar qo‘shish:

Vitamin C (askorbin kislota),

Bioflavonoidlar,

Kalsiy va magniy tuzlari.

5. Issiqlik bilan ishlov berish:

72 °C da 20 soniya davomida past-pasterizatsiya,

yoki 110–115 °C da qisqa muddatli sterilizatsiya.

6. Sovutish va qadoqlash:

Siropni 4–6 °C gacha sovutish.

Aseptik sharoitda shisha va PET idishlarga qadoqlash.

Nazorat ko‘rsatkichlari

- **Fizik-kimyoviy:** quruq modda miqdori, pH, shakar miqdori, oqsil miqdori.
- **Mikrobiologik:** umumiy bakteriyalar soni, mog‘or va xamirturush miqdori.
- **Organoleptik:** ta’m, rang, hid, tiniqlik.

NATIJALAR

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, zardob asosidagi funksional siroplar quyidagi ko‘rsatkichlarga ega bo‘ldi:

- Oqsil miqdori: **1,5–2,0%.**
- Laktoza: **3,5–4,5%.**
- Saxaroza: **40–45%.**
- pH**: 5,8–6,2** oralig‘ida.

ISSN 3030-3907

Organoleptik baholash: iste'molchilarning 85% siropni yuqori sifatli, yoqimli ta'mga ega deb baholadi.

Mikrobiologik nazorat: sterilizatsiya samaradorligi yuqori bo‘lib, sanitariya me'yorlariga javob berdi.

Texnologik samaradorlik: membranali kontsentratsiya usuli energiya sarfini 20–25% ga kamaytirganini ko‘rsatdi.

MUHOKAMA

Oddiy shakar siroplaridan farqli o‘laroq, zardob asosidagi funksional siroplar:

- qo‘shimcha oqsil manbai hisoblanadi,
- immunitetni mustahkamlaydi,
- mineral moddalar (kalsiy, magniy) bilan boyitilgan,
- bolalar va sportchilar ovqatlanishida samarali.

Mahsulot tarkibidagi bioaktiv moddalar uni shunchaki shirinlik emas, balki profilaktik qiymatga ega **funksional oziq-ovqat** sifatida baholash imkonini beradi.

Zardobdan samarali foydalanish iqtisodiy jihatdan ham muhim: chiqindilarni kamaytiradi, ishlab chiqarish tannarxini pasaytiradi va qo‘shimcha daromad manbai yaratadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

1. Sut zardobi asosida funksional sirop ishlab chiqarish texnologiyasi amaliy jihatdan samarali yo‘nalish hisoblanadi.
2. Zardobdan to‘liq foydalanish chiqindilarni kamaytiradi va iqtisodiy samaradorlikni oshiradi.
3. Siropning biologik qiymati yuqori bo‘lib, u sportchilar, bolalar va kasallikdan keyin tiklanayotgan bemorlar uchun foydalidir.
4. Membranali kontsentratsiya va past haroratli sterilizatsiya texnologiyasi mahsulot sifatini yaxshilash bilan birga energiya tejamkorligini ta'minlaydi.
5. Kelajakda tadqiqotlarni kengaytirish, yangi bioaktiv qo‘shimchalar qo‘shish va mahsulot assortimentini diversifikatsiya qilish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-sonli Farmoni 2017-2021 yillarda O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Harakatlar strategiyasi.
2. Bell, S. J. (2000). Whey protein concentrates with and without immunoglobulins: A review. Journal of Medicinal Food, 3(1), 1–13. https://doi.org/10.1089/jmf.2000.3.1
3. Mehra, R., Kumar, H., Kumar, N., Ranvir, S., Jana, A., Buttar, H. S., Telessy, I. G., Awuchi, C. G., Okpala, C. O. R., Korzeniowska, M., & Guinė, R. P. F. (2021).

ISSN 3030-3907

Whey proteins processing and emergent derivatives: An insight perspective from constituents, bioactivities, functionalities to therapeutic applications. Journal of Functional Foods, 87, 104760. https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104760

4. Yadav, D., Kumar, N., Singh, R., & Sharma, R. (2015). Whey proteins: A valuable by-product of dairy industry. Journal of Food Science and Technology, 52(5), 2028–2038. https://doi.org/10.1007/s13197-013-1248-y

5. Siqueiros-Cendón, T., Arévalo-Gallegos, S., Iglesias-Figueroa, B. F., García-Montoya, I. A., Salazar-Martínez, J., Rascón-Cruz, Q., & Ríos-Stevens, A. (2014). Immunomodulatory effects of lactoferrin. Acta Pharmacologica Sinica, 35(5), 557–566. https://doi.org/10.1038/aps.2013.200

ISSN 3030-3907

XAYOT FAOLIYATI XAVFSIZLIGIDA SEL OQIMI VA SUV TOSHQINLARINING KELIB CHIQISH SABABLARI, OQIBATLARI, AHOLI VA XUDUDLARNI MUHOFAZALANISH CHORA-TADBIRLARI

Xosila Nuraliyeva

Namangan davlat texnika universiteti talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekistonda sel-toshqin va ko‘chki hodisalari bilan bog‘liq favqulodda vaziyatlarning oldini olish bo‘yicha mavjud tizimni takomillashtirish, innovatsion yondoshuvlar asosida zamonaviy axborot texnologiyalari imkoniyatlaridan foydalangan holda uning samaradorligini yanada oshirish, yuzaga kelishi mumkin favqulodda vaziyatlardan aholining hayoti va sog‘lig‘ini muxofazalashga qaratilgan.

Kalit so‘zlar. Sel, suv toshqinlari, suv bosishi, moddiy talofatlar, xavf xatar, odamlarning qurbon bo‘lishi, atrof tabiiy muhitga zarar yetishi, vayronagarchiliklar.

Abstract. This article focuses on improving the existing system for preventing emergencies related to mudflows and landslides in Uzbekistan. It aims to further increase the system's effectiveness by utilizing modern information technologies based on innovative approaches, with the ultimate goal of protecting the life and health of the population from potential emergencies.

Keywords. Mudflows, floods, inundation, material losses, risks, human casualties, environmental damage, destruction.

Аннотация. Данная статья направлена на совершенствование существующей системы предупреждения чрезвычайных ситуаций, связанных с селепаводковыми и оползневыми явлениями в Узбекистане, дальнейшее повышение ее эффективности с использованием возможностей современных информационных технологий на основе инновационных подходов, защиту жизни и здоровья населения от возможных чрезвычайных ситуаций**.**

Ключевые слова. Сели, наводнения, подтопления, материальные потери, опасности, человеческие жертвы, ущерб окружающей природной среде, разрушения.

Kirish

Respublikada sel oqimi va suv toshqinlari xavfidan muxofazalash dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Shu boisdan ehtimoli mavjud xavfli hududlar o‘rganilib chiqilgan, maxsus xaritalar va sohaga oid huquqiy me’yoriy hujjatlar ishlab chiqilgan. Xavfli hududlarda istiqomat qiladigan aholi soni aniqlanib va ularni vaqtincha va doimiy ko‘chirish tadbirlari amalga oshirilmoqda. Tabiiy favqulodda vaziyatlarga olib keluvchi sel va suv toshqinlari respublikamiz

ISSN 3030-3907

hududlarida tez-tez yuz berib turadigan hodisalardan biridir. Suv toshqini deganda daryo, ko‘l, kanal yoki dengizda suv sathining ko‘tarilishi natijasida yuz beruvchi va yerlarni ko‘p miqdorda suv bosishi tushuniladi. Ular ko‘proq bahor faslida kuzatilib, nafaqat odamlar hayotiga, balki turar joylarga, ishlab chiqarish obektlariga ham yuqori xavf tug‘diradi. Shu sababli suv toshqinlarini oldini olish, ta’sirini kamaytirish tadbirlarini oldindan amalga oshirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Respublikamizda shunday tadbirlarni vaqtida amalga oshirilishini ta’minlash maqsadida huquqiy-me’yoriy hujjatlar qabul qilingan.

Insoniyatning rivojlanish tarixi tabiiy ofatlar va texnogen halokatlar bilan bog‘liqdir Inson manfaati, uning qadr-qimmati, salomatligi va xavfsizligini ta’minlash - kundalik hayotimiz jabhalarida dolzarb, ustuvor va muhim o‘rinni egallaydi.

Turli xil favqulodda vaziyatlar odamlarning qurbon bo‘lishi, ularning sog‘ligi yoki atrof tabiiy muhitga zarar yetishi, jiddiy moddiy talofatlar keltirib chiqarishi hamda odamlar hayot faoliyati sharoitini izdan chiqarishiga olib keladi.

Respublikamizda yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan tabiiy ofatlardan biz sel, suv toshqini, qor va yer ko‘chkilari alohida e’tibor qaratamiz, chunki O‘zbekiston hududining geografik o‘rni va iqlim sharoitlari sel, qor ko‘chkilari, sel va toshqin hodisalarining sodir bo‘lishiga zamin yaratadi.

Asosiy qism: Insoniyat paydo bo‘lgan davrlardan boshlab, uning hayotiga tabiiy ofatlar doim xavf solib kelgan. Inson bilan tabiat bir biriga chambarchas bog‘liqdir.

Sel doimo tog‘li va tog‘ oldi hududlarda yashovchi aholi o‘rtasida vahima uyg‘otib kelgan. O‘tmishda odamlar uni sehrgarlarning ishi, arvohlarning yovuz qilmishlari, xudolarning qahrli g‘azabidan, deb tushuntirib kelishgan. Ular zilzila, vulqon otilishi, tog‘lardagi jala yoki yoz oylarida qorlarning keskin erishi tog‘lardan keladigan loyli oqimlarning boshlanishidan darak berishini ham bilganlar. Sel xuddi quturgan yovvoyi otlar podasi tezligida o‘tib, yo‘lida uchragan barcha narsani – ekinzorlar, yaylovlar, qishloqlar va butun boshli shaharlarni yakson qilib tashlaydi. Sel o‘tgan joyda faqatgina cho‘l qoladi.

Arabcha sel, sil, seylyun – shiddatli tog‘ oqimi, inglizcha mudflow, mudavalanche, rocmudflow – loy oqimi, tosh-loy oqimi, fransuzcha torrents, mure – tog‘ oqimi, nemischa – wildbach, mure – yovvoyi oqim, loy oqimi, yaponcha yamatsunami – tog‘ to‘lqini ma’nosini anglatuvchi tabiiy ofatning ushbu turi respublikamiz uchun ham yot emas.

Yer yuzida bu kabi hodisalar har yili takrorlanib, ko‘pgina vayronagarchiliklar va insonlarning nobud bo‘lishiga olib keladi.

ISSN 3030-3907

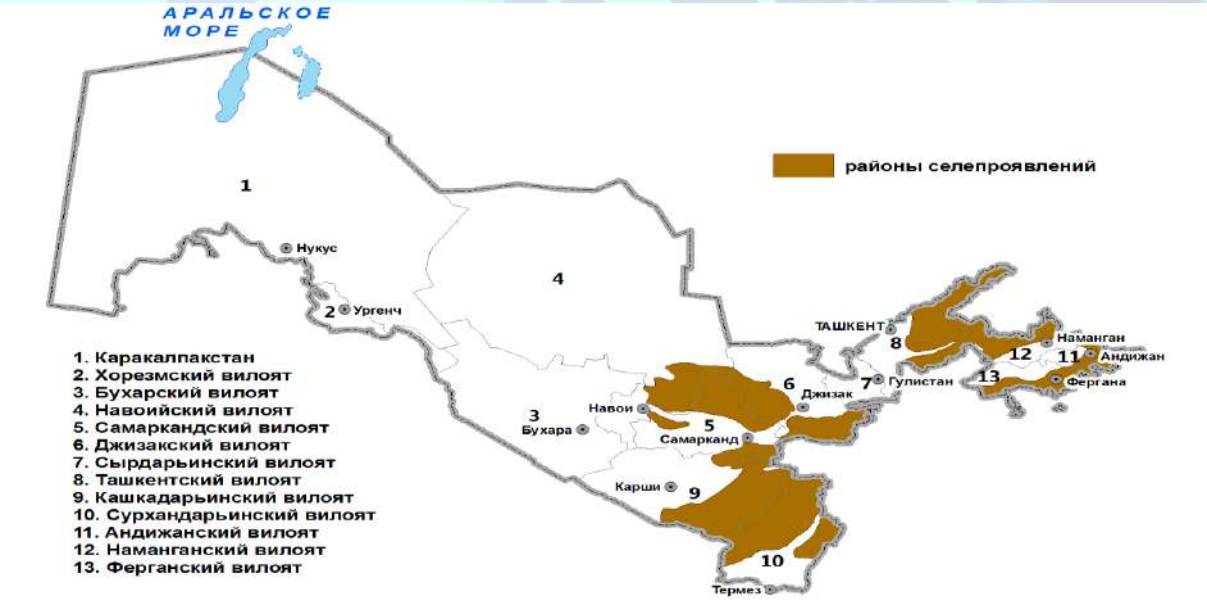
O‘zbekiston Respublikasining deyarli barcha tog‘li va tog‘ oldi hududlari sel xavfi mavjud zonalarga kiradi. Sel Toshkent, Surxondaryo, Jizzax, Farg‘ona va Namangan viloyatlarida boshqa joylarga nisbatan ko‘p ro‘y beradi.

Favqulodda vaziyatlar monitoringi va bashoratlash markazi axborotlarida keltirilishicha, aprel oyiga sel faoliyatining 27% to‘g‘ri kelgani holda, may oyida bu ko‘rsatkich 33% ni va iyunda 17% ni tashkil etadi. Farg‘ona vadiysida hatto avgust oyida ham sel xavfi saqlanib turadi.

Respublikamizdagi sel va suv toshqinlari ehtimoli mavjud xavfli hududlar “O‘zgidromet” markazi mutaxassislari tomonidan o‘rganilib chiqilgan va maxsus xaritalar ishlab chiqilgan. Ushbu xaritadan Andijon, Jizzax, Qashqadaryo, Surxondaryo, Navoiy, Sirdaryo, Namangan, Samarqand, Farg‘ona va Toshkent viloyatlarida bunday xavf yuqori ekanligini ko‘rishimiz mumkin. Shu sababli, ushbu viloyatlarda sodir bo‘lishi mumkin bo‘lgan suv toshqini va sel oqimining oldiniolish va xavf-xatarsiz o‘tkazib yuborish maqsadida, har yili daryo va soylarning o‘zanlarini tozalash va qirg‘oqlarini mustahkamlash ishlari olib borilishi tashkil etiladi.

Kezi kelganda shuni aytish mumkinki, sel xavfi bor joylarda yirik nisbatdagi, ayniqsa kichik iqtisodiyot ob’yektlarida 1:5000 va 1:10000 nisbatdagi xaritalar bo‘lishi kerak. Shu xaritalar orqali sel oqimlariga qarshi kurashish, oldini olish, bashoratlash va ular oqibatlarini bartaraf etish chora-tadbirlarini ishlab chiqish va aholining barcha tabaqalari o‘rtasida targ‘ibot ishlarini yo‘lga qo‘yish zarur.

Yurtimizning qaysi hududlarida sel oqimlari paydo bo‘lmasin, ularning tarkibiy qismi, yo‘nalishi va ulardan keladigan zarar deyarli bir xilda namoyon



1-rasm. Sel va toshqinlar yuz berishi mumkin bo‘lgan hududlar xaritasi

Shuning uchun hukumatimiz tomonidan olib borilayotgan ijobiy tadbirlarda barcha fuqarolar faol ishtirok etishlari, ularni tezroq hayotga tadbiq etishlari va

ISSN 3030-3907

xavfsizlik chora-tadbirlarini amalga oshirishda har birimiz mas'ul bo‘lishimizni davrning o‘zi taqozo etib turibdi.1998 yilning 7 iyulidan 8 iyuliga o‘tar kechasi Shohimardonda yuz bergan sel hodisasi hali hamyurtlarimiz xotirasidan ko‘tarilganicha yo‘q. O‘shanda haroratning keskin ko‘tarilib ketishi qorlarning tez erishiga, so‘ngra har soniyada 200 m^3 hajmga ega sel oqimiga sabab bo‘lgandi. Sel oqibatida 104 nafar kishi hayotdan bevaqt ko‘z yumdi. 15 km uzunlikdagi gaz magistrali, 14 km avtomobil yo‘li, 4 ta ko‘prik, 3 km uzunlikdagi ichimlik suv, 3 km elektr uzatish, 34741 m uzunlikdagi telefon tarmog‘i ishdan chiqdi. 14200 kishini xavfsiz yerlarga ko‘chirishga to‘g‘ri keldi [4].

Sel vujudga keladigan yoki ro‘y berish ehtimoli yuqori bo‘lgan joylar sel o‘chog‘i deb yuritiladi. Sel o‘chog‘i paydo bo‘lishining asosiy ko‘rsatkichi gidrometeorologik sharoit hisoblanadi. Uzoq muddatli jala yog‘ishi va muzliklarning qisqa muddatda jadal erishi oqibatida daryo o‘zanlaridagi suv miqdori keskin ko‘payib ketadi. Katta kuchga ega bo‘lgan oqim paydo bo‘lishi natijasida maydonning quyi qismlarida ko‘pgina vayronagarchiliklar yuz beradi. Shu sababga ko‘ra sellar ikki guruhga bo‘linadi sel oqimlari harakat xususiyati bo‘yicha turbulent va strukturali turlariga bo‘linadi.

Turbulent sellar o‘zan bo‘ylab, daryo va soylardagi suv miqdori ortib ketishi natijasida oqim harakati qonuniga muvofiq vodiy yo‘nalishi bo‘yicha bo‘ladi [3].

Strukturali sellar maydon bo‘ylab, turli tosh bo‘laklarining butun yonbag‘ir bo‘yicha yoppasiga bostirib kelishi natijasida bo‘ladi.

Odatdagi oqimlardan farqli o‘laroq sel uzluksiz oqim sifatida emas, balki alohida to‘lqinlar tarzida harakat qiladi. Shuningdek, o‘zi bilan yuzlab tonna, ayrim hollarda millionlab kubometr yopishqoq massani olib keladi. Ayrim tosh bo‘laklarining o‘lchami ko‘ndalangiga 3-4 metrga yetadi. Sel to‘siqqa uchraganidan so‘ng ularni oshib o‘tadi va yanada kuchli bo‘la boradi[5].

Sel kelishining sabablari. Kuchli va uzluksiz davom etgan yog‘in, harorat ko‘tarilishi natijasida qor va muzliklarning faol erishi, daryo o‘zanlariga katta hajmdagi tuproqning o‘pirilib tushishi, zilzila va inson faoliyati selning yuzaga kelishi uchun sababchi bo‘ladi. (1jadval)

1jadval.

Sel kelish sabablari

Turi	**Birlamchi sababi**	**Tarqalishi va yuzaga kelishi**
Yomg‘irli	Jala, kuchli yomg‘ir	Qoyalarning yuvilishi va ko‘chki hosil bo‘lishi bilan bog‘liq
Muzli	Qor va muzlarning keskin eriy boshlashi	Baland tog‘li hududlarda erigan muzlik suvlarining urib ketishi bilan bog‘liq

ISSN 3030-3907

Seysmogen	Kuchli zilzilalar	Yuqori seysmik faol hududlarda
Insonning bevosita ta’siri	Texnogen jinslarning to‘planishi, sifatsiz qurilgan to‘g‘onlar	Texnogen jinslarning yuvilishi va siljishi, to‘g‘onlarning buzilishi
Insonning bilvosita ta’siri	Tuproq, o‘simlik qoplamining buzilishi	O‘rmon, o‘tloqlar birlashgan maydonlarda, qoya va o‘zanlarning yuvilishi

Muhofaza tadbirlari. Sel hosil bo‘lishida ishtirok etuvchi omillarning anchagina ko‘pligi uni o‘z vaqtida prognozlashni qiyinlashtirib yuboradi. Shunga qaramay, sel mavsumining boshlanish vaqtini oldindan aytib berish mumkin.Deyarli barcha sel xavfi mavjud hududlar mutaxassislari va tub aholiga yaxshi ma’lum. Har bir hudud uchun sel yuzaga kelishi sabablarining o‘z statistikasi ham bor. Masalan, tog‘li hududlarda yuzaga keladigan sellarga jala va yomg‘ir (85%), qorlarning erishi (6%), tog‘ ko‘llaridan suvlarning toshib chiqishi (5%), tabiiy to‘g‘onlarning yorilishi (4%) sabab bo‘ladi [3].

Aholi harakati. Yuqorida qayd qilinganidek, sellar mavsumiy vaqtlarda sodir bo‘ladigan jarayonlardan ekan, shu vaqtlarda sel xavfi yuqori bo‘lgan hududlarda faoliyat ko‘rsatishning ayrim talablariga rioya qilish zarur. Ko‘p holatlarda aholining ma’lum qismi dam olish vaqtlarini tog‘li o‘lkalarda, daryo bo‘ylarida o‘tkazishga harakat qilishadi. Bu bejiz emas, albatta. Lekin daryo bo‘ylarida vaqtinchalik chodir qurishdan oldin joyning tabiiy sharoiti, relefi, atrof muhitning tuzilishi to‘g‘risida fikr yuritilib, so‘ng to‘xtash joyini belgilash kerak. Yog‘ingarchilik miqdori asta-sekin ortib borishi turgan joyni zudlik bilan o‘zgartirish lozimligiga bildirilgan birinchi ishoradir. Chunki suv miqdorining daryo va soylarda ortib ketishi dam oluvchilarga ortiqcha tashvish tug‘diradi. Mabodo shunday vaziyatda sel oqimlari belgisi sezilgudek bo‘linsa tezlik bilan daryo o‘zanidan iloji boricha uzoqroq, balandroq yonbag‘irga chiqib ketish zarur.
Hozirgi kunda respublikamizda joylashgan suv havzalari qirg‘oqlarini mustahkamlashda asosan 2 xil usuldan foydalaniladi:
- temirbeton konstruksiya;
-gabion konstruksiya.
Qirg‘oqlarni mustahkamlashda temirbeton konstruksiyasi alohida o‘ringa ega.

Betonning fizik-mexanik xossasi, sovuqqa chidamligi va boshqa ekspluatatsiya xususiyatlari mikro va makrokompozit strukturasiga bevosita bog‘liq bo‘ladi. Temirbeton tayyorlanish usuliga ko‘ra monolit va yig‘ma konstruksiyalarga bo‘linadi. Monolit temirbeton konstruksiyalar bevosita qurilish maydonlarida tayyorlansa yig‘ma temirbeton esa olib kelib yotqiziladi. Bu esa qirg‘oqning sifatli va ishonchli mustahkamligini ta’minlasada, ammo iqtisodiy

ISSN 3030-3907

jihatdan qimmatlik qiladi [2]. YuNESKO ma’lumotlariga qaraganda, oxirgi yuz yillik ichida suv toshqinlari 9 millionga yaqin odamning yostig‘ini quritgan. Ular yetkazgan moddiy zarar ham juda katta miqdorni tashkil etadi. Odamlarning bu ofatdan qochishi tabiiy. Suv toshqinlaridan samarali muhofazalanish uchun ularni o‘z vaqtida aniq bashorat qilish zarur. Olimlarimizning fikricha, ushbu bashoratning haqqoniyligi hozirgi kunda 100 foizga yaqin. Suv toshqinlaridan muhofaza faol (damba, to‘g‘on, suvni buruvchi kanallar, suv omborlari qurish, daryo o‘zanlarini tartibga solish) yoki sust (aholiga xabar berish va evakuatsiya qilish, ular tomonidan suv bosishi ehtimoli yo‘q joylarni egallash) bo‘lishi mumkin. Tabiiy ofatning ushbu turi to‘g‘risida tasavvur beruvchi, odamlarning bunday vaziyatlarda o‘zlarini tutish qoidalari to‘g‘risidagi axborot keng targ‘ib qilinishi lozim [4].

Albatta, ehtiyot choralarini oldindan tashkillashtirib uyushqoqlik bilan olib borilsa, har qanday fojiadan keladigan talafot va zararni kamaytirishga erishiladi. Lekin, aksariyat hollarda aholi tomonidan beparvolikga yo‘l qo‘yiladi.

Odamlar bu qoidalarni bilishlari, kutilayotgan ofat to‘g‘risidagi ogohlantirishni olgach, o‘z vaqtida mutaxassislarning tavsiyalarini bajarishlari juda muhimdir.

Tabiiy ofat, xususan, suv toshqini qisqa vaqt ichida ma’lum bir talofotlarni keltirib chiqarishi mumkin. Shundan kelib chiqqan holda suv toshqini sodir bo‘lgan hududda tegishli tadbirlarni amalga oshirish lozim.

Jumladan, suv toshqini to‘g‘risidagi xabarda odatda favqulodda vaziyat kutilayotgan vaqt, uning chegaralari, aholiga tavsiyalar va evakuatsiya haqida ma’lumot beriladi va mazkur xududda yashovchi inson suv toshqini zonasiga tushib qolgudek bo‘lsa, u holda:

- gaz, elektr, suv tarmoqlarini o‘chirish;
- qimmatbaho buyumlarni yuqori qavatlarga olib chiqish;
- deraza va eshiklarni yopib, taxta yoki faner bilan to‘sish;

-evakuatsiya e’lon qilingan bo‘lsa, hujjatlar, pul va qimmatli qog‘ozlarni, uch kunlik yegulik va tibbiy yordam qutisini hozirlash kerak [1].

Suv to‘satdan ko‘tarilgan hollarda tezlik bilan tepa joylarga chiqish zarur. Yordam yetib kelguniga qadar yuqori qavatlarda, daraxtlar ustida yoki tepaliklarda qolish lozim. Suvga tushishga to‘g‘ri kelgudek bo‘lsa, u holda bochka, g‘o‘la, taxta, eshik, yog‘och bo‘laklari, avtomobil kameralaridan foydalanish mumkin. Bular bo‘lmaganda plastik butilkalar, hatto koptoklar sizni suv ustida ushlab tura olishi mumkin.

Avvalo, har qanday tabiiy ofat yuzaga kelgan maydon va hududda o‘ziga yarasha antisanitariya holati yuzaga keladi. Buning oqibatida odamlar, tirik

ISSN 3030-3907

organizmlar yuqumli kasalliklardan zararlanishi mumkin. Shu vaziyatdan chiqish uchun ma’lum muddatgacha faqat qaynatilgan suv iste’mol qilish va quruq oziq-ovqatlar bilan iste’mol qilish bilan chegaralangan ma’qul. Zarurat tufayli boshqa yerga ko‘chganda, so‘ng qaytib kelinganda uyning holatini, atrof yo‘laklarni sinchiklab ko‘zdan kechirish kerak. Hech vaqt uyga kirishga shoshilmang. Toshqin tufayli uylarning devorlari zax tortishi, namgarchilik me’yoridan ortib ketishi oqibatida inshootlar bardoshligi zaif bo‘lib qoladi, natijada uncha katta bo‘lmagan tashqi kuch ta’sirida binolar qulab ketishi mumkin. Suv to‘planib qolgan joylardan alohida yo‘laklar hosil qilib yurish joylarini tashkil etish kerak [2].

Xulosa. Ta’kidlab o‘tish mumkinki, yuqorida sanab o‘tilgan muammolarni to‘liq hal etmasdan turib, respublikada sel-toshqin va ko‘chki hodisalari bilan bog‘liq favqulodda vaziyatlarning o‘z vaqtida oldini olish, salbiy oqibatlarini maksimal darajada kamaytirishning imkoni yo‘q.

Shu boisdan, xorijiy mamlakatlar tajribasini onobatga olgan holda O‘zbekistonda sel-toshqin va ko‘chki hodisalari bilan bog‘liq favqulodda vaziyatlarning oldini olish bo‘yicha mavjud tizimni takomillashtirish, innovatsion yondoshuvlar asosida zamonaviy axborot texnologiyalari imkoniyatlaridan foydalangan holda uning samaradorligini yanada oshirish, yuzaga kelishi mumkin favqulodda vaziyatlardan aholining hayoti va sog‘lig‘ini muxofazalash maqsadida quyidagilar

Takliflar:

Viloyat va tumun hokimliklari balansida bo‘lgan daryo, kanallar, soylarning o‘zanlarini tozalash va qirg‘oqlarini mustahkamlash ishlarini doimiy tashkil etish va nazoratni kuchaytirish.

- Favqulodda vaziyatlar vazirligi, vazirliklar, idoralar va boshqa nodavlat tashkilotlar bilan hamkorlikda aholini va hududlarni favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish, ularni oldini olish bo‘yicha profilaktik chora-tadbirlarni amalga oshirish va o‘quv mashqlarini doimiy barcha xududlar miqyosida o‘tkazishni ta’minlash.
- Yevropa davlatlari tajribalariga asoslangan holda Sel ,suv toshqini xodisalarini 3D farmatini yaratish va undan aholi va xududlarni favqulodda vaziyatdan muxofaza qilishda joriy etish.
- Xabar berish tizimini takomillashtirish (Aloqa vositalari bilan jihozlash).
- Yilning sel va suv toshqini yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan mavsumida, OAV orqali aholini sel va suv toshqini bilan bog‘liq favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish va ogohlantirish yuzasidan tayyorlangan vidio rolik, reklama va taqdimotlarni televideniyadagi barcha kanallarga efirga uzatishni yo‘lga qo‘yish;

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” PF-4947-sonli Farmoni.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 1 iyundagi “Favqulodda vaziyatlarning oldini olish va bartaraf etish tizimi samaradorligini tubdan oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PF-5066-sonli Farmoni.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 2 iyundagi «Aholini va hududlarni favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish sohasida mutaxassislarni tayyorlash tizimini yanada takomillashtirish choralari to‘g‘risida» PQ-3030-sonli qarori.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 21 sentyabrdagi «2019-2021 yillarda O‘zbekiston Respublikasini Innovatsion rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi PF-5544-sonli Farmoni.
5. Turayev Z.T., Asranov Sh.M. O‘zbekiston Respublikasini innovatsion rivojlantirish Strategiyasi ishchi o‘quv dasturi. FMI. Toshkent – 2018.

ISSN 3030-3907

UDC: 662.997

COMPREHENSIVE INVESTIGATION OF HYDRODYNAMIC PHENOMENA AND FLOW CHARACTERISTICS IN DOMESTIC WATER HEATING SYSTEMS

Khamraev S.I.

Karshi Engineering Economics Institute (PhD., docent), 180100, Karshi, Uzbekistan

ORCID ID 0000-0002-0847-9488

E-mail : xamrayev@bk.ru

Abstract. The article analyzes the energy consumption for heating a one-story model experimental house, hot water warm floor for experimentation operating at the landfill of alternative energy sources of the Karshi Institute of Engineering and Economics in Kashkadarya region. Based on the analysis, a scheme of the experimental house was created, which will be used in the development of energy saving measures for heating the buildings.

Key words: floor, heating, ventilation, indoor air temperature, outside temperature, electricity consumption, natural gas, energy saving. fuel energy, warm floor.

Аннотация. В статье анализируется потребление энергии на отопление одноэтажного модельного экспериментального дома, горячего водяного теплого пола для экспериментов, работающего на полигоне альтернативных источников энергии Каршинского инженерно-экономического института в Кашкадарьинской области. На основе проведенного анализа была создана схема экспериментального дома, которая будет использоваться при разработке энергосберегающих мероприятий по отоплению зданий.

Ключевые слова: пол, отопление, вентиляция, температура воздуха в помещении, температура наружного воздуха, потребление электроэнергии, природный газ, энергосбережение. топливная энергия, теплый пол.

Annotatsiya. Maqolada Qashqadaryo viloyatidagi qarshi muhandislik-Iqtisodiyot institutining muqobil energiya manbalari poligonida ishlaydigan bir qavatli namunaviy tajriba uyini, tajriba o'tkazish uchun issiq suvli issiq polni isitish uchun energiya sarfi tahlil qilinadi. Tahlil asosida binolarni isitish uchun energiya tejash choralarini ishlab chiqishda foydalaniladigan eksperimental uyning sxemasi yaratildi.

Kalit so'zlar: zamin, isitish, shamollatish, ichki havo harorati, tashqi harorat, elektr energiyasi iste'moli, tabiiy gaz, energiya tejash. yoqilg'i energiyasi, issiq zamin.

Introduction

Description of the Experimental Setup and Research Methodology. Enhancing the energy efficiency of residential buildings in rural regions,

ISSN 3030-3907

particularly those located far from centralized energy supply networks, while simultaneously reducing the consumption of conventional fuel resources, has become a pressing challenge in recent years [1, 2]. This issue is especially critical during the winter season, when rural households require reliable heating and fuel provision. One of the most effective approaches to addressing this challenge is the application of renewable energy sources [3–6], the development of efficient indoor thermal storage systems [7, 8], and the implementation of hydronic underfloor heating technologies [9, 10, 23–27].

In recent years, water-based underfloor heating systems have gained wide popularity in the construction of single-story residential houses. Initially, these systems were introduced as a supplementary component to conventional heating methods, primarily aimed at enhancing indoor comfort. Their principal advantage lies in the uniform distribution of thermal energy throughout the room. In such systems, the air temperature measured at foot level is typically 3–5 °C higher than that at head level, which corresponds to the most physiologically favorable conditions for human comfort [11].

Compared to traditional radiator-based heating, underfloor systems operate with relatively low temperature gradients between the heating surface and ambient air. This reduces the intensity of convective heat transfer, subsequently lowering indoor airflow velocities. As a result, the circulation of airborne impurities is diminished, while the overall humidity of the indoor environment is maintained at more favorable levels [12].

Underfloor heating systems can generally be classified into two primary categories based on their heat source: electric systems and hydronic (water-based) systems. While electric systems are typically easier and quicker to install, their operational costs are substantially higher due to elevated electricity consumption [13]. Furthermore, electric underfloor systems generate electromagnetic fields during operation, which may pose potential health risks to humans.

Standards for thermal comfort in residential spaces stipulate that the maximum permissible temperature of the floor surface should not exceed 26 °C [14]. Additionally, depending on the type of floor covering material, the optimal surface temperature can be determined following the guidelines presented in [15].

At the “Alternative Energy Sources” educational and research center of the Karshi State Technical University, an experimental study was conducted on a one-story rural dwelling fully powered by solar energy. Within this facility, a water-based underfloor heating system integrated with a solar collector was designed and investigated [16]. The schematic layout of the experimental house, along with the installed hydronic heating system, is presented in Figure 1.1.

ISSN 3030-3907



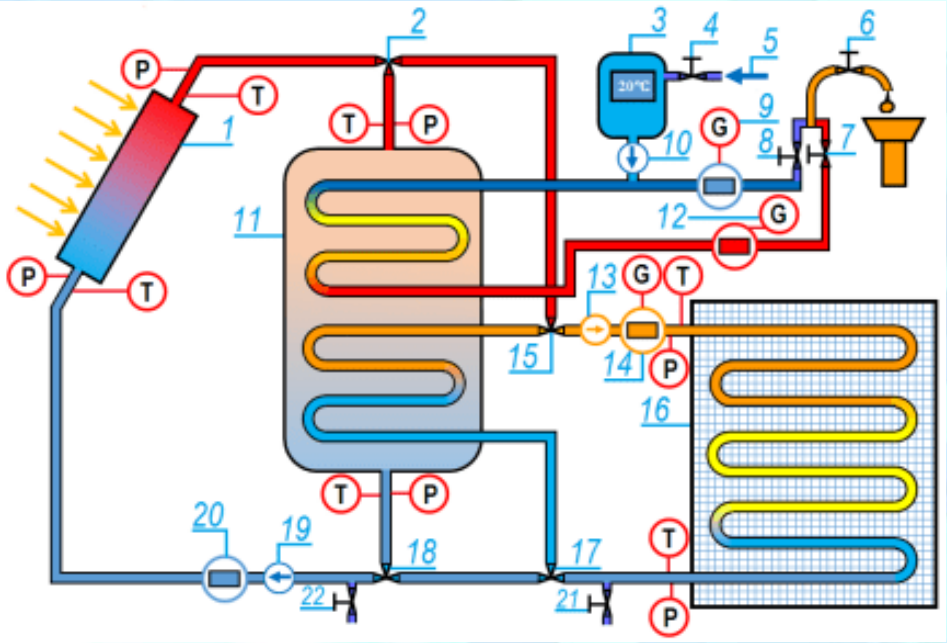
Figure 1.1. An overview of the experiment solar house and water heated floor system.

The principal component of the system, along with the fundamental layout of the solar-assisted water-based underfloor heating configuration, is illustrated in Figure 1.2. The proposed design serves multiple research objectives: to examine the performance of underfloor heating systems operating directly on solar energy, to conduct experimental investigations of hydrodynamic and heat transfer processes in water-based heating floors, and to determine the optimal parameters for pipe diameter and installation spacing within the heated floor system.

The solar-collector-assisted hydronic floor heating system is composed of both primary and auxiliary equipment, as outlined below:

a) Flat-plate solar collector — employed to heat the circulating water used in both the underfloor heating system and the storage tank. The collector unit consists of several components: the main casing, embedded water flow pipes, a transparent cover, insulating material, and a set of control and measuring devices designed to monitor water temperature, pressure, and flow rates at both the inlet and outlet of the apparatus. The structural specifications of the collector are as follows: the system incorporates a total of five flat-plate collectors, each with an individual dimension of 0.7 × 1 m.

ISSN 3030-3907



1-solar collector; 2, 15, 17, 18 three-way valves; 3-cold water tank; 4, 6, 7, 8 valves; 5- transfer of cold water; 9, 12, 14, 20 consumption meters; 10, 13, 19-circulation pumps; 11-tank-accumulator; 16-warm floor system; Filling and draining the circuit 21, 22 with water.

Figure 1.2. The principle diagram of a warm floor system with a solar collector

b) Tank-accumulator — serves to store the thermal energy collected by the solar collector and to distribute it to both the underfloor heating system and the domestic hot water supply. The tank consists of a galvanized cylindrical body, an external insulation layer, a serpentine heat-exchange coil, and instruments for monitoring temperature and pressure. The structural parameters of the accumulator tank are as follows: total capacity – 0.1 m³, diameter – 0.36 m, height – 1.0 m, internal coil pipe diameter – 0.02 m, with thermal insulation made of foam polystyrene, 20 mm thick.

c) Warm floor system — designed to heat indoor spaces through floor-based heat distribution. The system employs metal–polyethylene pipes arranged in a serpentine pattern. The pipe dimensions are 16 × 2 mm, with installation spacing options of 100, 150, 200, 250, and 300 mm. Depending on the spacing, the total pipeline length ranges between 32 m and 83 m.

The solar-assisted water-based floor heating system is organized into four operating circuits:

Circuit I — once the circuit is filled with water, valve 18 is opened and circulation pump 19 is activated. Water from the accumulator tank flows through consumption meter 20 and enters the flat-plate solar collector (1), where it is heated by solar energy. The heated water is then directed back to the accumulator tank

ISSN 3030-3907

(11) through valve 2. Continuous operation is maintained by the circulation pump, and control instruments record temperature and pressure values throughout the circuit.

Circuit II — after filling the system with water, valves 2, 15, 17, and 18 are opened, and circulation pump 19 is started. Water passes through consumption meter 20, enters the solar collector (1), and is heated to the required temperature. It is then directed through valve 2 and flow meter 14 (while circulation pump 13 remains idle) into the serpentine piping system (16) of the heated floor. As the water releases heat to the floor surface, it cools and returns to the solar collector, completing a continuous cycle until the desired floor temperature is achieved. Control devices monitor and record the system's temperature and pressure parameters.

Circuit III — when valves 15 and 17 are opened, water heated in the accumulator tank (11) is pumped into the floor heating pipeline via consumption meter 14 using circulation pump 13. The water transfers its heat to the floor surface and returns to the tank for reheating. This closed-loop process continues until the target floor temperature is achieved. Measurements of temperature and pressure are continuously recorded by the installed control devices.

Circuit IV — cold water is collected in a dedicated reservoir, after which pump 10 is activated. The flow is divided into two parts: one directed to the consumer as cold water, and the other sent to the accumulator tank (11) for heating. Both hot and cold water flow through meters 9 and 12, respectively. Depending on consumer demand, valves 7 and 8 are adjusted to mix the streams, thereby supplying hot water at the desired temperature.

Temperature variations at both the inlet and outlet of the underfloor heating circuit, as well as along the pipe length, are measured using a KSP-4 control device. Additional temperature readings in other system nodes are obtained via TR-100 thermoelectric thermometers and A43/A48 bimetallic thermometers. Water consumption in all circuits is monitored using LK-20 X(G) bucket meters, while a Testo 512 digital differential manometer is employed to measure pressure differences across the system nodes.

Methodology of experimental research. In this chapter of the dissertation, experimental investigations aimed at determining the hydraulic resistance and heat transfer performance of the underfloor heating system are conducted following the schematic configuration shown in Figure 1.2. The experimental determination of hydraulic resistance and heat transfer coefficients in laminar and turbulent flow regimes of water within the underfloor pipeline is performed in accordance with the established methodology outlined in [17].

ISSN 3030-3907

The procedure for conducting the experiments is as follows:

System preparation — the underfloor heating circuit is initially filled with water by opening valve 21, followed by opening valves 15 and 17. The working fluid is then heated to the required temperature either in the tank-accumulator or the solar collector. Once the desired temperature is achieved, circulation pump 13 is switched on, and water passes through consumption meter 14. The flow rate of hot water supplied to the test section is regulated using valves 17 and 15.

Flow regulation and measurements — depending on the investigated regime, the required velocity and volumetric flow rate of hot water are established. The hot water is circulated through the underfloor pipeline for a duration of five minutes. After stabilization, the specified flow rate is maintained consistently for an additional five minutes. During this period, the pressure drop is measured using a manometer, while inlet and outlet water temperatures are recorded with thermometers. This procedure is repeated for each experimental regime to ensure accuracy in determining hydraulic resistance and heat transfer coefficients.

System shutdown — upon completion of the measurements, circulation pump 13 is disconnected from the power supply. With valves 15 and 17 still open, valve 21 is opened to drain the system of water. Once the circuit is fully emptied, valves 15, 17, and 21 are closed, thereby concluding the experimental cycle.

Experimental study of the hydrodynamic regime of a solar collector water heated floor system. An experimental study of the hydrodynamic mode of the warm floor pipe was carried out according to the scheme shown in Figure 1.6. Experimental studies were carried out in the following range of main parameters: consumption of hot water: in laminar flow mode G=0,0043÷0,02 kg/sec, in the turbulent flow regime G=0,07÷0,093 kg/sec; average hot water temperature $t_c = 35 \ldots 50$℃; average temperature on the floor surface $t_{floor} = 26$℃; the diameter of the pipe $d = 0{,}016\ m$; pipe placement step $s = 0{,}1\ m$, $s = 0{,}15\ m$, $s = 0{,}2\ m$, $s = 0{,}25\ m$, $s = 0{,}3\ m$; the speed of hot water in the underfloor heating pipe should not exceed 1 m/sec [18].

To determine the area of the laminar flow regime, it is necessary to calculate the value of the product $Gr \cdot Pr$ [19]:

$$Gr \cdot Pr = g\beta_г \frac{\Delta t d^3}{\nu_г^2} Pr_г \qquad (1.1)$$

where Gr-Grasgof number; Pr-Prandtl number; g-acceleration of free fall, m/s^2; β -coefficient of volume expansion, 1/°C; Δt-temperature difference, °C; d-pipe inner diameter, m; ν-kinematic viscosity coefficient, m/s2; index " г " indicates that the physical properties of liquids are obtained by temperature $t_г = 0{,}5(t_s + t_d)$.

ISSN 3030-3907

When $Gr \cdot Pr < 8 \cdot 10^5$, the flow regime is viscous. In the presence of heat exchange, the hydraulic resistance in smooth pipes in the viscous region of the laminar flow regime is defined as [20]:

$$\xi = \frac{64}{Re}\left(\frac{\mu_д}{\mu_c}\right)^n \quad (1.2)$$

here $n = C\left(Pe_1\frac{d}{l}\right)^m\left(\frac{\mu_д}{\mu_c}\right)^{-0,062}$; $Pe_1\frac{d}{l} = \frac{4G}{\pi l}\frac{c_p}{\lambda_c}$; $Pe_1\frac{d}{l} \le 1500$ when $C = 2,3$; $m = -0,3$; $Pe_1\frac{d}{l} \ge 1500$ when $C = 0,535$; $m = -0,1$ Re- Reynolds number.

When $Gr \cdot Pr > 8 \cdot 10^5$ the flow regime is viscous-gravitational. In the presence of heat exchange, the hydraulic resistance in smooth pipes in the viscous-gravitational field of the laminar flow regime is determined as follows [124]:

$$\xi = \frac{64}{Re}\left(\frac{Pr_d}{Pr_s}\right)^{1/3}\left[1 + 0,22\left(\frac{GrPr}{Re}\right)^{0,15}\right] \quad (1.3)$$

In the presence of heat exchange, the hydraulic resistance in the turbulent flow regime is defined as [21]:

$$\xi = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}\left(\frac{Pr_d}{Pr_s}\right)^{1/3} \quad (1.4)$$

The total pressure loss in a water-heated floor node is equal to the sum of the linear pressure loss and the pressure loss overcoming local resistances [21]:

$$\Delta p_у = \Delta p_ч + \Delta p_м \quad (1.5)$$

Linear pressure loss in a water-heated floor pipe [21]:

$$\Delta p_ч = \xi\frac{\rho w^2}{2}\frac{d}{l} \quad (1.6)$$

here ρ- density of hot water, kg/m^3; w- the speed of hot water in the pipe, m/s; d- inner diameter of the pipe, m; l- the total length of the pipe, m.

Pressure loss to overcome local resistances in a water-heated floor pipe [21]:

$$\Delta p_m = \sum\xi\frac{\rho w^2}{2} \quad (1.7)$$

here $\sum\xi$- sum of local (all bends ("elbow")) resistances at the node.

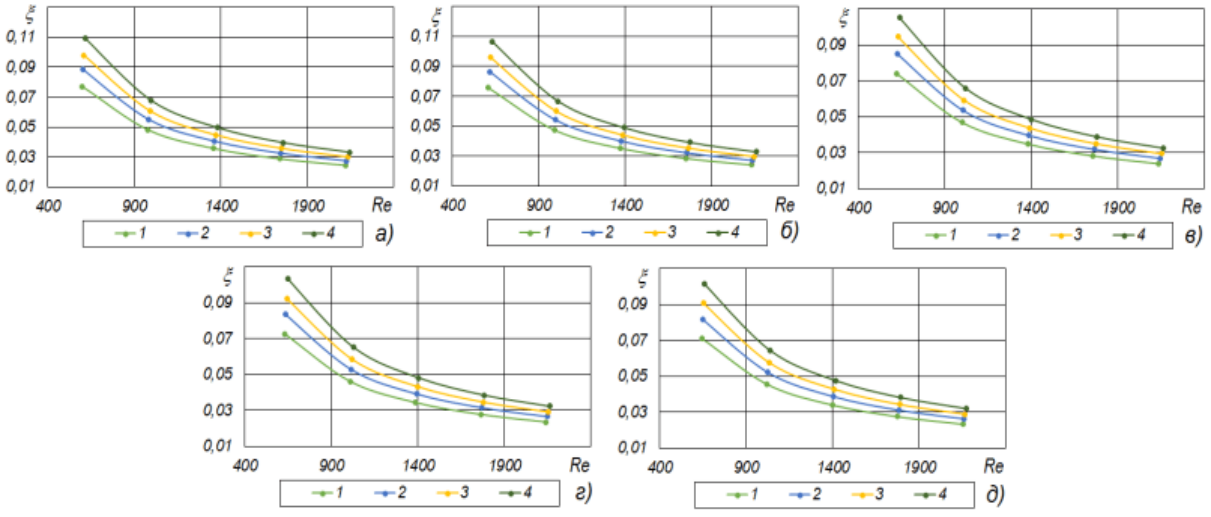
The pump power required to drive the hot water passing through the water warm floor pipe is determined by the following formula [21]:

$$N = \frac{G\Delta p_у}{\rho\eta} \quad (1.8)$$

here G- consumption of hot water, kg/sec; η- Pump Efficiency, usually η=0,7.

Laminar flow mode. Experimental results on the coefficient of hydraulic resistance of the pipe in the laminar flow mode of hot water at different location steps of the warm floor pipe and at different temperatures of hot water are presented in Figure 1.3, and the experimental results on pressure loss and pump power are presented.

ISSN 3030-3907



a-s=100 mm; b-s=150 mm; v-s=200 mm; g-s=250 mm; d-s=300 mm;
1-t_{water} = 35℃; 2-t_{water} = 40℃; 3-t_{water} = 45℃; 4-t_{water} = 50℃

Figure 1.3. Graphs of changes in the coefficient of hydraulic resistance in the laminar flow mode depending on the placement step of the warm floor pipe and the hot water temperature

The analysis of the results of the hydraulic resistance coefficient presented in Figure 1.3 shows that the hydraulic resistance coefficient of the warm floor pipe is significantly dependent on the pipe layout step and the hot water temperature, and the hydraulic resistance coefficient increases as the pipe layout step decreases and the hot water temperature increases. According to the experimental results, the coefficient of hydraulic resistance is 0.024...0.109 when the positioning step is 100 mm in laminar flow mode, 0.024...0.107 when it is 150 mm, 0.024...0.105 when it is 200 mm, 0.024...0.103 when it is 250 mm, when it is 300 mm It was determined to vary between 0.024...0.101.

The experimental results obtained on hydraulic resistance in the laminar flow mode were processed and the following empirical relationships were obtained at different placement steps of the pipe:

$s = 100\ mm$ when:

$$\xi = \frac{20{,}967}{Re^{0{,}924}}\left(\frac{Pr_d}{Pr_s}\right)^{1{,}037}\left(\frac{GrPr}{Re}\right)^{0{,}012} \quad (1.9)$$

$s = 150\ mm$ when:

$$\xi = \frac{20{,}843}{Re^{0{,}926}}\left(\frac{Pr_d}{Pr_s}\right)^{1{,}035}\left(\frac{GrPr}{Re}\right)^{0{,}014} \quad (1.10)$$

$s = 200\ mm$ when:

$$\xi = \frac{21{,}023}{Re^{0{,}928}}\left(\frac{Pr_д}{Pr_c}\right)^{1{,}037}\left(\frac{GrPr}{Re}\right)^{0{,}014} \quad (1.11)$$

$s = 250\ mm$ when:

ISSN 3030-3907

$$\xi = \frac{21{,}299}{Re^{0{,}931}}\left(\frac{Pr_d}{Pr_s}\right)^{1{,}040}\left(\frac{GrPr}{Re}\right)^{0{,}014} \quad (1.12)$$

$s = 300\ mm$ when:

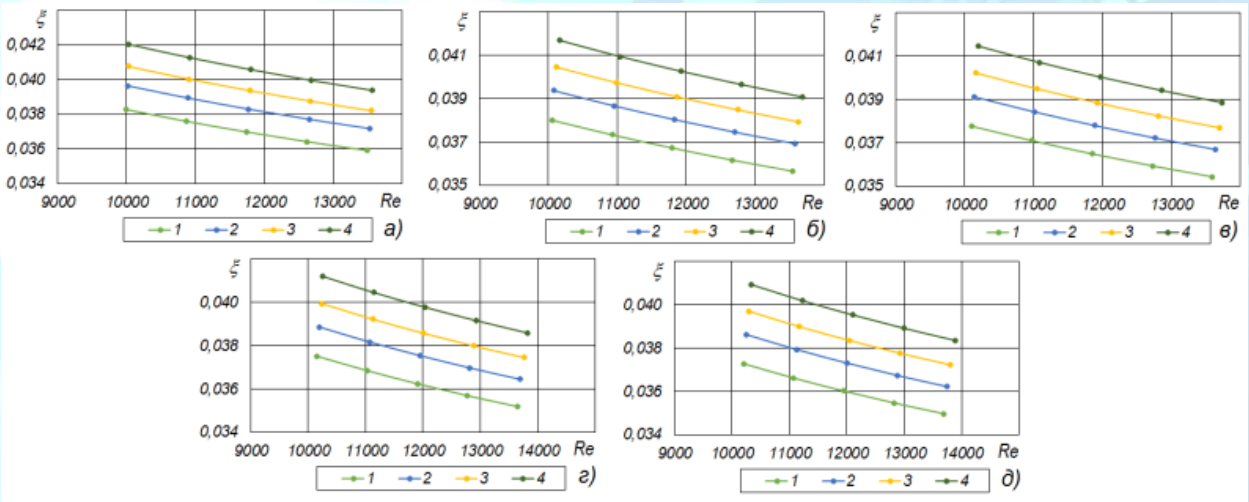
$$\xi = \frac{21{,}347}{Re^{0{,}933}}\left(\frac{Pr_d}{Pr_s}\right)^{1{,}040}\left(\frac{GrPr}{Re}\right)^{0{,}015} \quad (1.13)$$

In the generalized case, the following equation was obtained:

$$\xi = \frac{20{,}44}{Re^{0{,}929}s^{0{,}018}}\left(\frac{Pr_d}{Pr_s}\right)^{1{,}038}\left(\frac{GrPr}{Re}\right)^{0{,}014} \quad (1.14)$$

The obtained relation (1.14). $400<Re<2200$, $1{,}25<Pr_d/Pr_s<1{,}71$, $9{,}7\cdot10^5<GrPr<34\cdot10^5$ appropriate at intervals. Calculation error ±2%.

Turbulent flow mode. Experimental results on the coefficient of hydraulic resistance of the hot water pipe in the turbulent flow regime of the warm floor pipe at different location steps and at different hot water temperatures are shown in Figure 1.4, and the experimental results on pressure loss and pumping power are presented.



а-s=100 mm; б-s=150 mm; в-s=200 mm; г-s=250 mm; д-s=300 mm;
1-t_{water} = 35°C; 2-t_{water} = 40°C; 3-t_{water} = 45°C; 4-t_{water} = 50°C

Figure 1.4. Variation of the coefficient of hydraulic resistance in the turbulent flow regime depending on the placement step of the warm floor pipe and the temperature of the hot water

The analysis of the results of the hydraulic resistance coefficient presented in Figure 1.4 shows that the hydraulic resistance coefficient of the warm floor pipe is significantly dependent on the pipe layout step and the hot water temperature, and the hydraulic resistance coefficient increases as the pipe layout step decreases and the hot water temperature increases. According to the experimental results, the hydraulic resistance coefficient is 0.036...0.042 when the placement step is 100 mm in the turbulent flow mode, 0.035...0.41 when it is 150 mm, 0.034...0.040 when it is 200 mm, 0.033...0.039 when it is 250 mm, 300 mm, it was found to change in the range of 0.032...0.038.

ISSN 3030-3907

The experimental results obtained on the hydraulic resistance in the turbulent flow mode were processed and the following empirical correlations were obtained at different placement steps of the pipe.:

$s = 100\ mm$ when:

$$\xi = \frac{0{,}258}{Re^{0{,}214}}\left(\frac{Pr_d}{Pr_s}\right)^{0{,}295} \quad (1.15)$$

$s = 150\ mm$ when:

$$\xi = \frac{0{,}259}{Re^{0{,}215}}\left(\frac{Pr_d}{Pr_s}\right)^{0{,}297} \quad (1.16)$$

$s = 200\ mm$ when:

$$\xi = \frac{0{,}26}{Re^{0{,}216}}\left(\frac{Pr_d}{Pr_s}\right)^{0{,}298} \quad (1.17)$$

$s = 250\ mm$ when:

$$\xi = \frac{0{,}262}{Re^{0{,}218}}\left(\frac{Pr_d}{Pr_s}\right)^{0{,}3} \quad (1.18)$$

$s = 300\ mm$ when:

$$\xi = \frac{0{,}263}{Re^{0{,}219}}\left(\frac{Pr_d}{Pr_s}\right)^{0{,}301} \quad (1.19)$$

In the generalized case, the following equation was obtained:

$$\xi = \frac{0{,}252}{Re^{0{,}217}s^{0{,}019}}\left(\frac{Pr_д}{Pr_c}\right)^{0{,}298} \quad (1.20)$$

Equation (1.20) derived from the above equations $10000<Re<14000$, $1{,}25<Pr_d/Pr_s<1{,}71$ appropriate at intervals. Calculation error ±2%.

Assessment of adequacy of theoretical and experimental results of hydrodynamic research. Adequacy was assessed by Fisher's criterion [22]:

$$F_{cal} = \frac{S^2_{ад}}{S^2_y} \quad (1.21)$$

where S_{ad} -is the adequacy dispersion of the models; S_y - is the variance of mutual proximity of y quantities

Adequacy variance:

$$S^2_{ad} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y-\hat{y})^2}{f_1} \quad (1.22)$$

where y - is a theoretical function; $\hat{y}$ - is the desired function; f_1 -is the number of degrees of freedom.

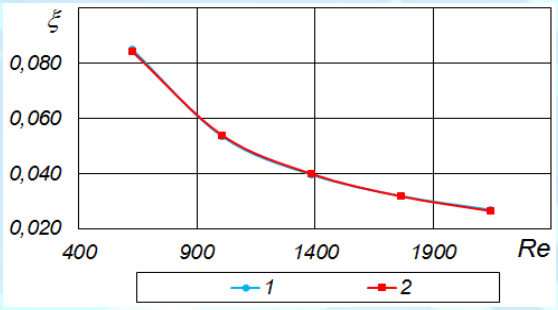
Mutual proximity variance:

$$S^2_y = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y-\bar{y})^2}{n-1} \quad (1.23)$$

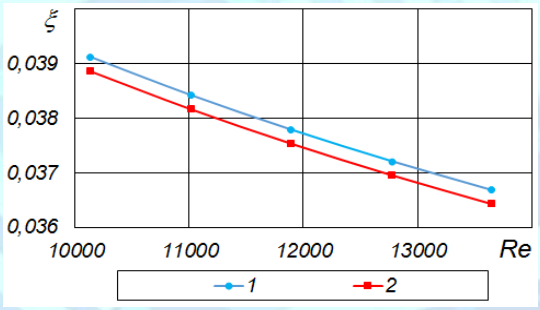
here $\bar{y}$ – y Arithmetic mean value of; n – number of observations.

ISSN 3030-3907

Figure 1.5 shows a comparison of the theoretical and experimental results obtained for the determination of hydraulic resistance in laminar and turbulent flow regimes in a pipe.



1-theoretical (formula 1.3) results; Results of experiment 2 (formula 1.14).



1-theoretical (formula 1.4) results; Results of experiment 2 (formula 1.20).

Figure 1.5. Comparison of theoretical and experimental results obtained on hydraulic resistance in laminar and turbulent flow regimes

Confidence Probability from Table of Fisher's Criterion Values P=0,99, degrees of freedom $f_1 = 95$ and number of observations $n = 99$ suitable for the case $F_{table} = 0{,}62$ we find the value. Calculated value of the Fisher criterion for the formula (1.14). $F_{calculation} = 0{,}3$. Calculated value of the Fisher criterion for the formula (1.20). $F_{calculation} = 0{,}13$. It can be seen that in both cases $F_{cal} < F_{table}$, so the model is adequate. Empirical correlations obtained for determining the hydraulic resistance in warm floor pipes are fully adequate with the experimental results, and they can be used to evaluate the hydrodynamic efficiency of the warm floor system with solar collectors in different flow regimes of hot water.

Conclusion. Effect of hot water temperature and pipe spacing on hydraulic resistance, pressure loss, and pump power

Experimental investigations were conducted to determine the influence of hot water temperature and pipe installation pitch on the hydraulic resistance coefficient, pressure losses, and pump power under laminar and turbulent flow regimes.

In laminar flow conditions, with water temperatures ranging from 35–50 °C and pipe spacing between 0.1–0.3 m, the hydraulic resistance coefficient was found to vary within the range of 0.024–0.109. The corresponding pressure losses were measured between 55–612 Pa, while pump power requirements ranged from 1–17 W.

In turbulent flow conditions, at the same temperature and pipe spacing ranges, the hydraulic resistance coefficient was recorded within 0.032–0.042.

ISSN 3030-3907

Pressure losses significantly increased to values between 5506–36733 Pa, and pump power varied within 6–65 W.

Effect of hot water temperature and pipe spacing on heat transfer performance

The impact of hot water temperature and pipe pitch on the overall heat transfer coefficient, convective heat transfer rate, and the total amount of transferred heat was also experimentally assessed.

In the laminar regime, the heat transfer coefficient was observed in the range of 0.82–2.35, with convective heat flux values between 33–92 W/(m²·°C). The total heat transfer capacity of the system under these conditions ranged from 835–5438 W.

In the turbulent regime, the heat transfer coefficient increased substantially, ranging from 49–78. Convective heat flux reached values between 1973–3089 W/(m²·°C), while the total heat transfer capacity varied between 52883–251348 W.

REFERENCES

1. K. Yu, Y. Tan, T. Zhang, J. Zhang, X. Wang, The traditional Chinese kang and its improvement: A review, Energy Build. 218 (2020) 110051, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110051.

2. Z. Zhuang, Y. Li, B. Chen, J. Guo, Chinese kang as a domestic heating system in rural northern China–A review, Energy Build. 41 (1) (2009) 111–119.

3. D. Wang, R. Zhang, Y. Liu, X. Zhang, J. Fan, Optimization of the flow resistance characteristics of the direct return flat plate solar collector field, Sol. Energy 215 (2021) 388–402.

4. S. Paraschiv, N. BˇarbuЯtˇa-MisЯu, L.S. Paraschiv, Technical and economic analysis of a solar air heating system integration in a residential building wall to increase energy efficiency by solar heat gain and thermal insulation, Energy Reports, S 6 (2020) 459–474.

5. H. Esen, M. Esen, O. Ozsolak, Modelling and experimental performance analysis of solar-assisted ground source heat pump system, J. Exp. Theor. Artif. Intell. 29 (1) (2017) 1–17.

6. Uzakov G.N., Khamraev S.I., Khuzhakulov S.M. Rural house heat supply system based on solar energy // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012167 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012167.

7. M. Esen, T. Ayhan, Development of a model compatible with solar assisted cylindrical energy storage tank and variation of stored energy with time for different phase change materials, Energy Convers. Manage 37 (12) (1996) 1775–1785.

ISSN 3030-3907

8. M. Esen, A. DurmusЯ, A. Geometric design of solar-aided latent heat store depending on various parameters and phase change materials, Sol.Energy 62 (1998) 19–28.
9. Y. Liu, T. Li, C. Song, D. Wang, J. Liu, Field study of different thermal requirements based on the indoor activities patterns of rural residents in winter in Northwest China, Science and Technology for the, Built Environment 24 (8) (2018) 867–877.
10. Y.Y. Wang, W.J. Kang, Y.F. Liu, R. Huang, J.P. Liu, A heating strategy for rural residential buildings based on behavior patterns of residents in shaanxi province, Acta energiae solaris sinica 39 (2018) 3026–3031 (In chinese).
11. Низовцев М.И., Сахаров И.А. Определение тепловых и конструктивных параметров водяного теплового пола // Научно-практическая конференция “Энерго-и ресурсоэффективность малотэтажных жилых зданий”. Институт теплофизики С.С. Кутателадзе СО РАН, 19-20 марта 2013 г. – с. 39-42.
12. Bearzi V. Теплые полы. Теория и практика // АВОК. – 2005. №7. – с. 70-82.
13. Почему водяной теплый пол, а не электрический. ООО «ВАНТУБО-СЕРВИС» [Электронный ресурс] URL: http://www.vantubo-service.ru/neelectro.
14. СНиП 41-01-2003. «Отопление, вентиляции и кондиционирование».
15. ГОСТ 13732-2-2008. «Эргономика термальной среды. Методы оценки реакции человека при контакте с поверхностями. Часть2. Контакт с поверхностью умеренной температуры».
16. Хамраев С.И., Хужакулов С.М., Камолов Б.И. Қуёш иссиқлик таъминоти тизимли тажриба қишлоқ уйининг иссиқлик балансини тадқиқот қилиш. // «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари». Тошкент, 2021. № 3, 181-191-б.
17. Руководство к практическим занятиям в лаборатории процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие для вузов. / Под ред. П.Г. Романкова. – Л.: Химия, 1990. – 272 с.
18. Водяной теплый пол. Проектирование, монтаж, настройка. 2020. www.valtek.ru.
19. Краснащеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергия, 1980. – 288 с.
20. Каневец Г.Е. Обобщенные методы расчета теплообменников. – Киев: Наук, думка, 1979, - 352 с.
21. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е. М.: Энергия, 1977. – 344 с.

ISSN 3030-3907

22. Бабин А.В., Ракипов Д.В. Организация и математическое планирование эксперимента. Екатеринбург, уральский Федеральный Университет, 2014. – 113 с.
23. L. A. Aliyarova, U. H. Ibragimov,, S. I. Khamraev. Investigation of hydrodynamic processes in tubes of a combined solar collector. AIP Conference Proceedings 2612, 030018 (2023); https://doi.org/10.1063/5.0124758
24. Uzakov G. N., Charvinski V. L., Ibragimov U. Kh., Khamraev S. I., Kamolov B. I. (2022) Mathematical Modeling of the Combined Heat Supply System of a Solar House. Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc. 65 (5), 412–421. https://doi.org/10. 21122/1029-7448-2022-65-5-412-421
25. Sh Mirzaev, J Kodirov, S I Khamraev. Method for determining the sizes of structural elements and semi-empirical formula of thermal characteristics of solar dryers// APEC-V-2022 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1070(2022) 012021 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1070/1/012021.
26. S I Khamraev. Study of the combined solar heating system of residential houses. BIO Web of Conferences 71, 02017 (2023) https://doi.org/10.1051/bioconf/20237102017 CIBTA-II-2023
27. Saydullo Khuzhakulov, Zokir Pardaev, Sardor Khamraev. Thermal conditions of systems for solar thermal regeneration of adsorbents // IPICSE 2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012166 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012166

ISSN 3030-3907

KUMUSH NANOZARRACHALARI SINTEZ QILISHDA TURLI QAYTARUVCHILAR ROLI

Lutpillayeva Ma'suda
Namangan davlat pedagogika instituti PhD, Tabiiy fanlar kafedrasi,
Hoshimov Farhod
Namangan muhandislik-texnologiya instituti professor, Kimyo kafedrasi,
E-mail: lutpillayeva@mail.ru.

Annotatsiya. Mazkur maqolada turli xil qaytaruvchilar ishtirokida kumush nanozarrachalar (AgNZ) sintezi va ularning hosil bo'lishiga ta'sir etuvchi omillar tahlil qilingan. Kumush nanozarrachalar antibakterial, optik va biomoslashuvchan xususiyatlarga ega bo‘lib, ularni sintez qilishda qaytaruvchining tabiati, konsentratsiyasi va barqarorlashtiruvchi moddalarning roli muhim ahamiyatga ega. Tadqiqotda $AgNO_3$ asosida natriy sitrat, gidrazin va glyukoza yordamida kumush nanozarrachalar sintez qilindi. Jelatin esa barqarorlashtiruvchi sifatida qo‘llanildi. Nanozarrachalarning hosil bo‘lganligi eritma rangining o‘zgarishi, UV–Ko‘rinadigan spektr (421 nm cho‘qqi) va XRD tahlillari bilan tasdiqlandi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, natriy sitrat eng samarali qaytaruvchi sifatida tan olindi. Ushbu yondashuv ekologik xavfsiz, samarali va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq yechim sifatida taklif etiladi.

Kalit so’zlar. Kumush nanozarrachalar, $AgNO_3$, qaytaruvchi moddalar, natriy sitrat, glukoza, gidrazin, jelatin, UV–Ko‘rinadigan spektr, XRD tahlili, antibakterial xossalar, nanozarracha sintezi.

Аннотация. В данной статье рассмотрен синтез серебряных наночастиц (AgNPs) с использованием различных восстановителей и проанализировано влияние этих веществ на процесс образования наночастиц. Серебряные наночастицы обладают антибактериальными, оптическими и биосовместимыми свойствами, при этом важную роль в их синтезе играют природа восстановителя, его концентрация и тип стабилизатора. В ходе исследования на основе $AgNO_3$ были синтезированы наночастицы с применением натрия цитрата, гидразина и глюкозы. В качестве стабилизатора использовался желатин. Формирование наночастиц подтверждено изменением цвета раствора, спектром поглощения в УФ–видимой области (пик при 421 нм) и рентгенофазовым анализом (XRD). По результатам эксперимента установлено, что наиболее эффективным восстановителем является натрий цитрат. Предлагаемый метод отличается экологической безопасностью, эффективностью и экономической целесообразностью.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова. Серебряные наночастицы, $AgNO_3$, восстановители, натрий цитрат, глюкоза, гидразин, желатин, УФ–видимый спектр, рентгенофазовый анализ (XRD), антибактериальные свойства, синтез наночастиц.

Annotation. This article presents the synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) using various reducing agents and analyzes the factors influencing their formation. Silver nanoparticles possess antibacterial, optical, and biocompatible properties, and the nature and concentration of reducing agents, as well as the stabilizers used, play a crucial role in their synthesis. In this study, silver nanoparticles were synthesized from $AgNO_3$ using sodium citrate, hydrazine, and glucose as reducing agents. Gelatin was used as a stabilizer. The formation of nanoparticles was confirmed by a color change in the solution, UV–Visible spectrophotometry (peak at 421 nm), and X-ray diffraction (XRD) analysis. According to the experimental results, sodium citrate was found to be the most effective reducing agent. This approach offers an environmentally safe, efficient, and economically viable solution for silver nanoparticle synthesis.

Keywords. Silver nanoparticles, $AgNO_3$, reducing agents, sodium citrate, glucose, hydrazine, gelatin, UV–Visible spectrum, XRD analysis, antibacterial properties, nanoparticle synthesis.

Kirish

Nanotexnologiya kundalik hayotda muhim rol o‘ynaydigan eng dolzarb sohaga aylandi. Nanozarrachalar atrof-muhit, qishloq xo’jaligi va tibbiyot sohalar bilan bog‘liq turli yo’nalishlarda muhim rol o‘ynaydi. Kumush nanozarracha sintezi ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan o’rganilgan bo‘lsa ham, kumush nanozarracha bilan bog'liq yangi xususiyatlar kundan-kunga tadqiqotchilar uchun yangi eshiklarni ochmoqda. Kumush nanozarralar (AgNZ) antibakterial, optik, elektronika va biomoslashuvchan xususiyatlari tufayli tadqiqotlar kundan kunga o’sib bormoqda , ammo antibakterial faollik mexanizmi haqida bahslar hali ham mavjud.

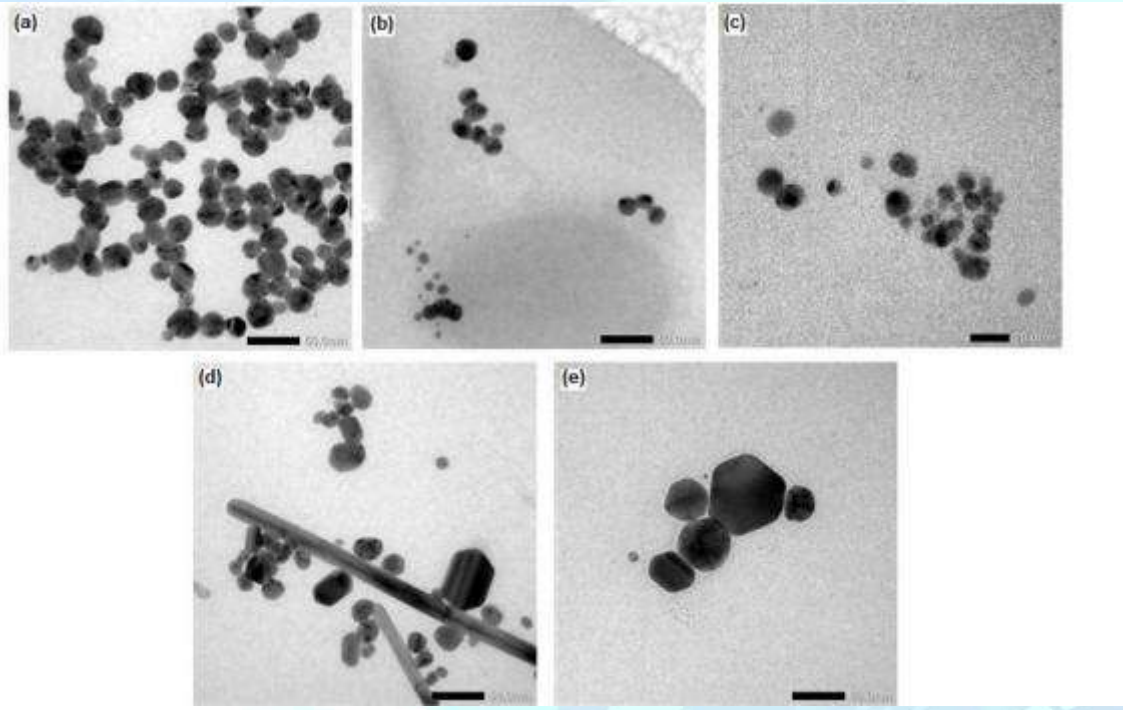
Nanozarrachalarni turli qaytaruvchi moddalar bilan sintez qilish jarayoni uning funktsiyasi va xususiyatlarini aniqlashda muhim rol o‘ynaydi. Ko‘pincha kimyoviy jihatdan sintezlangan AgNZ nanozarrachada aglomeratsiya va sirt modifikatsiyasini keltirib chiqaradi, bu esa inson hujayralari uchun toksiklikni oshiradi. Odatda kumush nanozarrachalar kumush nitratdan ($AgNO_3$) sintezlanadi. AgNZlarni ikkita asosiy tarmoq ostida sintez qilishning ko'plab usullari mavjud: fizik va kimyoviy usullar. Fizik usullar qimmat va ko'pincha nomukammaldir. Kimyoviy usullar odatda toza kimyoviy moddalar asosida sintez amalga oshiriladi, lekin kimyoviy jarayon asosida turli gazlar chiqish ehtimoli bu usulni qo’llashni

ISSN 3030-3907

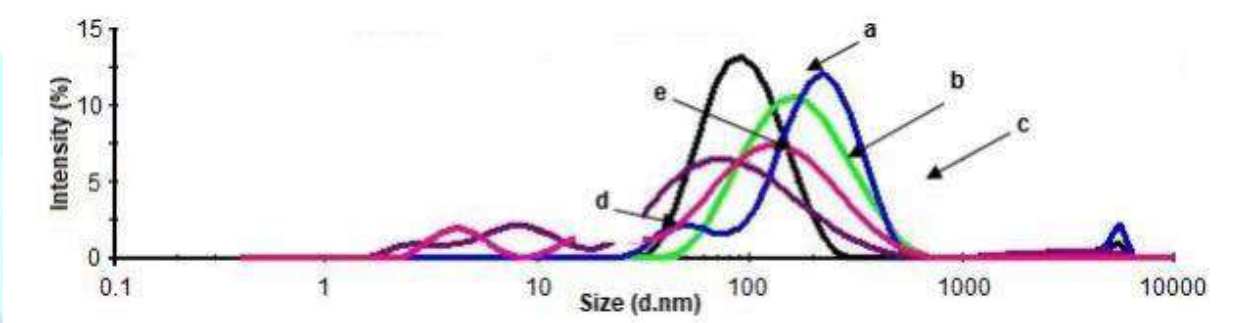
cheklaydi. Ammo kimyoviy moddalar o'rniga o'simlik ekstrakti kabi organik ekstraktlardan foydalanish yashil sintez deb ataladi va muammoni hal qilishi mumkin.

AgNZ ning antibakterial xossalari AgNZ hajmi, $AgNO_3$ molyarligi va hajmi kabi turli omillarga bog'liq. 10 nm dan kam bo'lgan kichikroq nanozarrachalar to'g'ridan-to'g'ri bakteriya hujayrasiga kirib, ular bilan o'zaro ta'sir qilishi mumkin. Sferik bo'lmagan nanozarralar ham yaxshi antibakterial xususiyatlarga ega. AgNZlar hajmi asosan qaytaruvchi va barqarorlashtiruvchi tabiatiga, kumush nitrat konsentratsiyasiga bog'liq. Ba'zi tadqiqotlarda kumush nanozarrachalarning kimyoviy va fizik xususiyatlariga qaytaruvchi moddalarning ta'sirini atroflicha o'rganilgan. Qaytaruvchi moddalar sifatida askorbin kislotasi, natriy borgidrid, gidrazin, natriy sitrat va glyukoza ishlatilgan. Yuzaki plazmon rezonansi (SPR) yutish qobiliyati, morfologiyasi, zeta potentsiali, kristall tizimi va mahsulotlarning barqarorligi o'rgangan. Natijalar kolloid Ag nanozarralarining kimyoviy va fizik xossalari qaytaruvchi moddalarga bog'liqligini ko'rsatadi. Sintezlangan kumush nanozarrachalar tizimlarining SPR (*Surface plazmon rezonans*) absorbsiyasi 401-433 nm oralig'ida cho'qqisiga egaligi ko'rsatilgan. Qaytaruvchi vosita sifatida askorbin kislotasi yordamida sintezlangan AgNZlar bir xil hajmni bergan, o'rtacha zarracha diametri taxminan 30 nm va sharsimon shaklda bo'lgan (1(a)-rasm). Glyukoza qaytaruvchi sifatida ishlatilganda Ag nanozarrachalarining o'rtacha diametri 20 nm atrofida (askorbin kislotasi yordamida olingan nanozarrachalardan kichikroq) bo'lgan. Kuchli qaytaruvchi moddalar katta hajmdagi nanozarracha, kuchsiz qaytaruvchi moddalar kichik hajmdagi nanozarracha sintezlanishi sabab bo'ladi. AgNZ sintezida natriy borgidrid qaytaruvchi sifatida ishlatilganda o'rtacha hajmdagi (glyukoza qaytaruvchi sifatida foydalanilgan tizim bilan solishtrilganda) bo'ladi, lekin zarrachalarning diametri esa o'xshash. Natriy sitrat qaytaruvchi vosita sifatida ishlatilganda, shakli va hajmi sezilarli darajada o'zgargan. Kolloid tizimda ko'plab shakllar, ya'ni olti burchakli, novda va sharsimon va shu kabi nanozarralar uchragan. Ag nanozarralari gidrazin yordamida qaytarilganda katta hajmdagi nanozarracha sintez qilingan va nanozarralar shakli asosan olti burchakli va yumaloq shaklda bo'lgan (1-rasm).

ISSN 3030-3907



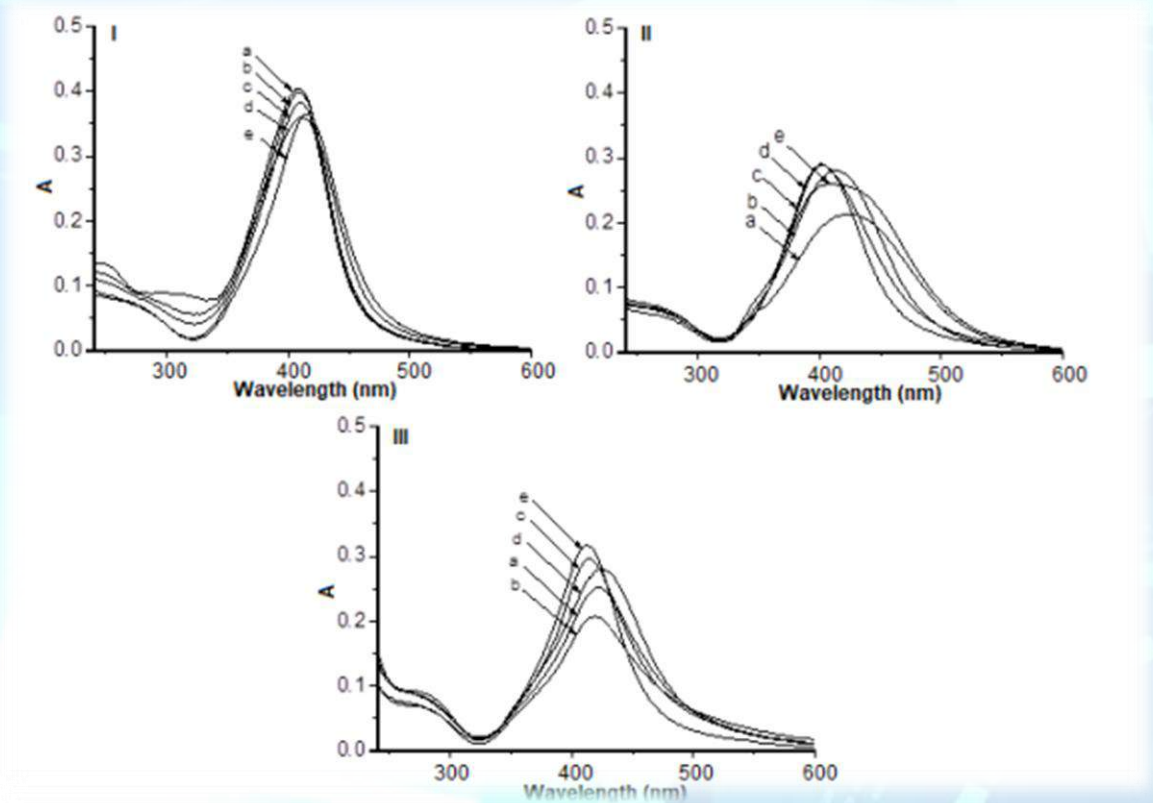
1-rasm. Turli qaytaruvchi vositalar yordamida tayyorlangan Ag nanopartikulining TEM (Transmissiya elektron mikroskopi) tasvirlari; (a) askorbin kislotasi, (b) glyukoza, (c) natriy borgidrid, (d) natriy sitrat, (e) gidrazin [1]



2-rasm. Ag nanozarrachalarining zarracha o'lchami turli qaytaruvchi moddalar ta’siridagi o’zgarishi. moddalar, (a) askorbin kislotasi, (b) glyukoza, (c) natriy borgidrid, (d) natriy sitrat va (e) gidrazin [1]

AgNZ lar shakli va hajmiga qaytaruvchi moddaning konsentratsiyasi ham ta’sir ko’rsatadi. Qaytaruvchilar askorbin kislotasi, natriy borgidrid va gidrazin turli konsentratsiyalarda kumush nanozarrachalar sinteziga qo’llanilganda o’lchami va shakli farqli tizimlar sintez qilingan. UV-Vis spektrida cho'qqilar konsentratsiya ko'tarilganda to'lqin uzunligi kattaroq tomonga siljiydi (3-rasm).

ISSN 3030-3907



3-rasm. Qaytaruvchi moddalar, (I) askorbin kislotasi, (II) yordamida ishlab chiqarilgan kolloid Ag nanozarrachalarining UV-Vis spektrlari. natriy borgidrid, (III) gidrazin. Konsentratsiyalar: $1,5\times10^{-4}$, $3,0\times10^{-4}$, $4,5\times10^{-4}$, (a) $6,0\times10^{-4}$ (a) $7,5\times10^{-4}$ M.

Ushbu tadqiqot turli xil qaytaruvchilar hamda kumush nitrat asosida AgNZlarni sintez qilishga bag'ishlangan. Foydalanilgan kimyoviy moddalar kimyoviy jihatdan toza kumush nitrat, natriy sitrat, glukoza va gidrazin va barqarorlashtiruvchi jelatin hisoblanadi.

Metod. Dastlab 20°C haroratida barqarorlashtiruvchi – jelatinning 2% va 5% li eritmalari tayyorlab olindi. So'ngra 500 mg/ml konsentratsiyali kumush nitrat eritmasi tayyorlandi. Qaytaruvchilar sifatida - natriy sitrat, gidrazin va glukozalarning 0.1 M li eritmalari tayyorlandi.

Barqarorlashtiruvchilar va kumush nitrat eritmalarini bir-biriga qo'shib olingan aralashmalarga, doimiy aralashtirib turgan holda, teng hajmda tayyorlangan qaytaruvchi eritmalaridan qo'shib 6 xil namunalar tayyorlandi. AgNZlar sintez qilish jarayonida turli qaytaruvchilar bilan quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:

$$2Ag^{+} + 2OH^{-} + C_6H_{12}O_6 \rightarrow Ag^{o}\downarrow + C_6H_{12}O_7 + H_2O$$

$$12AgNO_3 + 4Na_3C_6H_5O_7 + 6H_2O \rightarrow 12\ Ag^{o}\downarrow + 12NaNO_3 + 4C_6H_8O_7 + 3O_2.$$

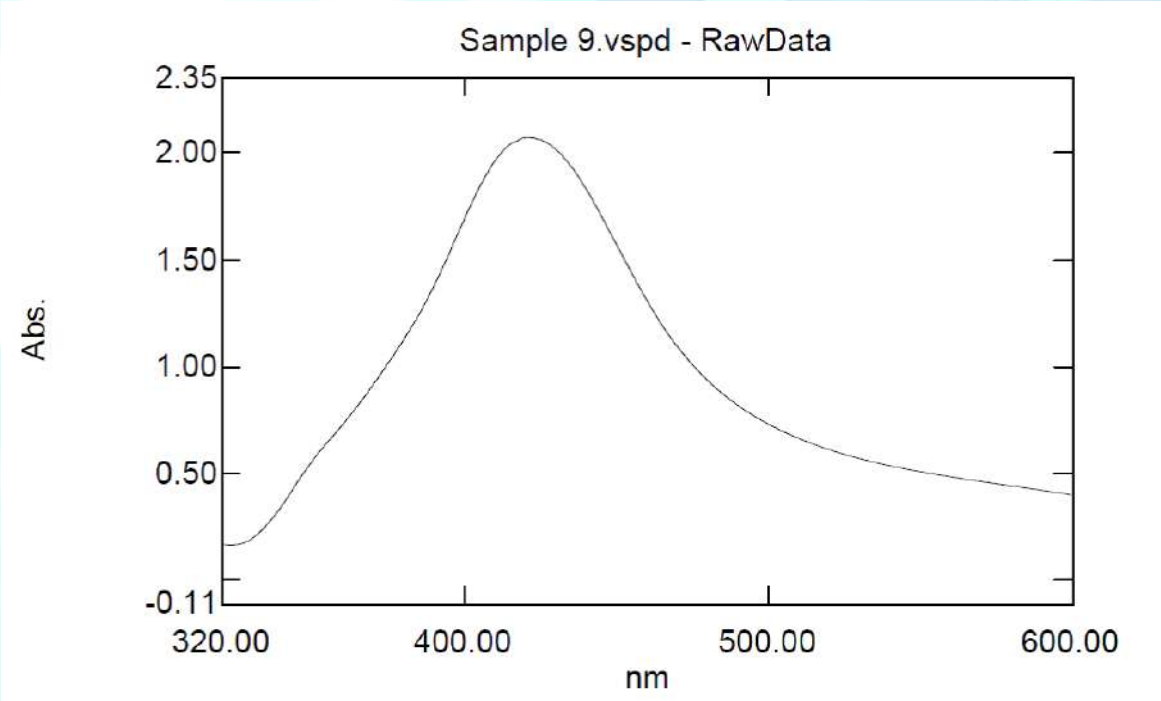
$$2Ag^{+} + 2OH^{-} + N_2H_4 \rightarrow Ag^{o}\downarrow + N_2 + H_2O$$

ISSN 3030-3907



4-rasm. AgNZ lar (turli qaytaruvchi va turli konsentratsiyadagi jelatin asosida)

Olingan natijalariga ko’ra barcha tajribalarda nanokumush sintezi amalga oshganligini e’tirof etish mumkin (4-rasm). Eritmalar rangining o’zgarishi kumush nanozarrachalar hosil bo’lganligini ko’rsatadi. Eritmalar rangi intensivligining och holatidan to’q holatga o’zgarishi kumush nanozarrachasi o’lchamlari yiriklashganligi bilan izohlanadi.



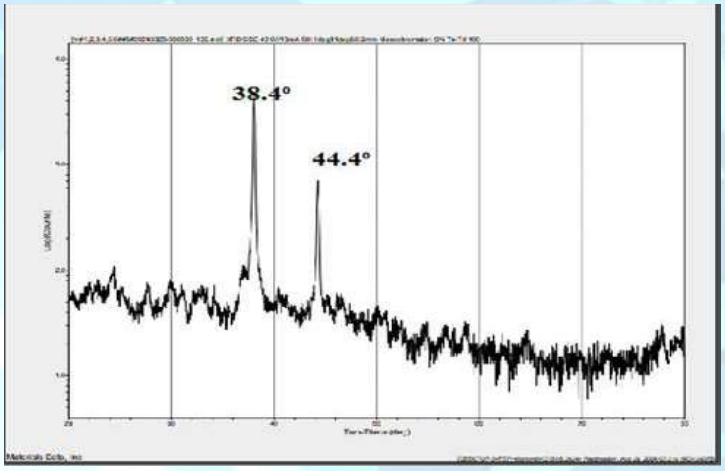
5-rasm. AgNZ UB-KN spektri (kumush nitrat, natriy sitrat va jelatin asosida).

5-rasmda AgNZ kolloid tizimining UB-KN SPR (Surface Plazmon Rezonansi) ko'rsatilgan va undagi maksimal cho'qqisi 421 nm ni tashkil qiladi, bu AgNZlar oralig'ida. 350 nm dan 500 nm gacha bo'lgan SPR diapazoni AgNZ hosil bo'lishini tasdiqlaydi.

Sintezlangan AgNZ larning kristall tuzilishini tahlil qilish uchun Rentgen fazaviy usuli yordamida amalga oshirildi (6-rasm). Tayyorlangan AgNZ larning XRD tahlili 2θ = 38,4° (111), 44,4° (200) da mos keladigan tekisliklarda diffraktsiya cho'qqilarini ko'rsatdi. 8-rasmdagi eng yuqori cho'qqi 2 θ = 38,4° da bo'lib, bu kumushning difraksion modelidagi strukturasini ko'rsatdi. Olingan

ISSN 3030-3907

natijalar rentgenfazaviy usul yordamida nanokumush kristall tuzilishini aniqlashga doir o'tkazilgan xorijiy ilmiy tadqiqotlar natijalariga to'liq mos keladi va kumush nanozarrachalar hosil bo'lganini yana bir bor isboti hisoblanadi.



6-rasm. AgNZ rengenofaz spektri (jelatin barqarorlashtiruvchi bo'lgan tizim)

Xulosa. Ushbu tadqiqotda kumush nanozarrachalarni sintez qilishda turli xil qaytaruvchilarning roli o'rganildi va ularning samaradorligi baholandi. Kumush nitrat asosida sintezlangan AgNZlar uchun natriy sitrat, glukoza va gidrazin qaytaruvchilari qo'llanildi. Shuningdek, jelatin barqarorlashtiruvchi sifatida tanlab olindi. Olingan namunalar eritmalarining rang o'zgarishi, UV–Ko'rinadigan spektr (421 nm da SPR cho'qqi) va XRD tahlillari orqali tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, barcha qaytaruvchilar kumush nanozarrachalar hosil qilishga yordam bergan bo'lsa-da, eng yaxshi natija natriy sitrat bilan olinganligi aniqlandi. Bu holat nanozarrachalarning bir xil hajmda va barqarorligiga olib keladi. XRD natijalari kristall tuzilmani tasdiqladi va hosil bo'lgan zarrachalarning Ag metal strukturasi bilan mosligini ko'rsatdi. Umuman olganda, tadqiqot kimyoviy sintez orqali barqaror va samarali nanozarrachalarni olish imkonini ko'rsatdi. Ushbu yondashuv tibbiyot, ekologiya va sanoat sohalarida keng qo'llanilishi mumkin. Ayniqsa, natriy sitrat asosidagi sintez ekologik jihatdan xavfsiz va tijoratbop usul sifatida e'tiborga loyiqdir.

ADABIYOTLAR.

1. Roto Roto , Hani Prima Rasydta, Adhitasari Suratman, and Nurul Hidayat Aprilita. Effect of Reducing Agents on Physical and Chemical Properties of Silver Nanoparticles. Indones. J. Chem., 2018, 18 (4), 614 - 620

2. Huang H., Yang Y. Preparation of silver nanoparticles in inorganic clay suspensions. Compos. Sci. Technol. 2008;68:2948–2953. doi: 10.1016/j.compscitech.2007.10.003.

ISSN 3030-3907

3. Darroudi M., Ahmad M.B., Zak A.K., Zamiri R., Hakimi M. Fabrication and Characterization of Gelatin Stabilized Silver Nanoparticles under UV-Light. Int. J. Mol. Sci. 2011;12:6346–6356. doi: 10.3390/ijms12096346.
4. M.X.Lutpillayeva, F.F.Hoshimov, O.K.Ergashev. Qishloq xo'jaligida qo'llash uchun nanokumush tutgan o'simlik o'sishini boshqaruvchi innovatsion preparatlar olish –Monografiya, GlobeEdit. 2024 yil. — 244 bet.
5. Lutpillaeva M., Hoshimov F., Synthesis of silver nanoparticlesE3S Web of Conferences, 2024, 486, 05013. doi.org/10.1051/e3sconf/202448605013
6. Lutpillaeva M., Hoshimov F., Kumush nanozarrachalari tutgan tizimlarni sintez qilishda turli qaytaruvchilar va stabilizatorlar roli. O'zbekiston milliy universiteti xabarlari, 2023, [3/1] ISSN 2181-7324. 392-395
7. Lutpillayeva, M., & Hoshimov, F. (2025, July). Study of systems containing silver nanoparticles using ultraviolet–visible spectroscopy method. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3304, No. 1, p. 030022). AIP Publishing LLC.
8. Лутпиллаева, М., Хошимов, Ф., & Мамадрахимов, А. (2024). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ И СТАБИЛИЗАТОРОВ ДЛЯ СИНТЕЗА СИСТЕМ, СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА. Universum: химия и биология, 1(7 (121)), 29-39.
9. Lutpillaeva, M., Xoshimov, F., & Ergashev, O. (2024). Synthesis of silver nanoparticles using various reducing agents and stabilizers. Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology, 9(2), 155-163.

ISSN 3030-3907

UDK-543.421.424:546.817.661.887

ORGANIK REAGENTLAR ASOSIDA QO‘RG‘OSHIN (II) VA VISMUT (III) IONLARI HOSIL QILGAN KOPLMLEKS BIRIKMALARINI IONITLAR YORDAMIDA ZARYADINI ANIQLASH.

Normatov Bektosh Ramazon o‘g‘li
Qarshi davlat universiteti k.f.f.d PhD
E-mail: normatovb@mail.ru
Tel: 99899 830 71 44
ORCID ID: 0009-0000-2882-0463

Annotatsiya*:* Qo‘rg‘oshin (II) ioni organik ragent 2,2'-(1,8-digidroksi-3,6-disulfonaftilen-2,7-bisazo) bisbenzenarsen kislota, 2,7-Bis (2-arsenofenilazo) xromotrop kislota (arsenazo III) bilan hosil qilgan kompleks birikmasi zaryadi ionitlar yordamida aniqlandi. Vismut (III) ioni esa organik reagent 2,2′,2″,2‴-{(1,1-dioksido-3H-2,1-benzoksa tiol-3,3-diil) bis [(6-gidroksi-5-metil benzol-3,1-diil) metandil nitrilo]}tetra sirka kislota (ksilenol zarg‘aldog‘i) bilan hosil qilgan kompleks birikmasi zaryadi ionitlar yordamida aniqlandi. Kationitlarda faol kislota guruh (—SO_3H, — COOH va b.) bor, ular vodorod ionlarini (yoki musbat zaryadlangan boshqa ionlarni) metall ionlarga almashtira oladi. Anionitlarda asos xossalari bor. Aksariyati — tarkibida faol asos guruhi (—NH_2, —NH—, Ns) bo‘lgan yuqori molekulali polimer birikmalardir; ular gidroksil ionlarini (yoki manfiy zaryadlangan boshqa ionlarni) erigan tuz yoki kislota anionlariga almashtira olishi isbotlandi.

Kalit so‘zlar: Arsenazo III, kselinol zarg‘aldog‘i, ionitlar Kationit KU-28 Anionit AN-17, kompleks zaryadi, musbat, manfiy, neytral.

Аннотация: Заряд комплексного соединения иона свинца (II) с органическим реагентом 2,2′-(1,8-дигидрокси-3,6-дисульфонафтилен-2,7-бисазо) бисбензенарсеновой кислотой, 2,7-бис(2-арсенфенил-азо) хромотроповой кислотой (арсена́зо III) был определён с использованием ионитов. Заряд комплексного соединения иона висмута (III) с органическим реагентом 2,2′,2″,2‴-{(1,1-диоксидо-3H-2,1-бензоксатиол-3,3-диил) бис[(6-гидрокси-5-метилбензол-3,1-диил)метандиилиденнитрило]}тетрауксусной кислотой (ксилиноловый оранжевый) был определён с использованием ионитов. В катионитах содержатся активные кислотные группы (—SO_3H, —COOH и др.), которые способны замещать ионы водорода (или другие положительно заряженные ионы) на ионы металлов. Аниониты обладают основными свойствами. В большинстве своём это высокомолекулярные полимерные соединения, содержащие активные основные группы (—NH_2, —NH—, =N— и др.); они способны замещать гидроксид-ионы (или другие

ISSN 3030-3907

отрицательно заряженные ионы) на анионы растворённых солей или кислот, что было доказано.

Ключевые слова: Арсена́зо III, ксилиноловый оранжевый, иониты, катионит КУ-28, анионит АН-17, заряд комплекса, положительный, отрицательный, нейтральный.

Abstract: The charge of the complex formed by the lead (II) ion with the organic reagent 2,2'-(1,8-dihydroxy-3,6-disulfonaphthylene-2,7-bisazo) bisbenzenearsenic acid, 2,7-Bis (2-arsenophenylazo) chromotropic acid (arsenazo III), was determined using ion counters. The charge of the complex formed by the bismuth (III) ion with the organic reagent 2,2′,2″,2‴-{(1,1-dioxido-3H-2,1-benzoxathiol-3,3-diyl) bis [(6-hydroxy-5-methyl benzene-3,1-diyl) methandyl nitrilo]}tetraacetic acid (xelinol orange) was determined using ionites. Cation exchangers contain active acid groups (—SO_3H, —COOH, etc.) that can exchange hydrogen ions (or other positively charged ions) for metal ions. Anion exchangers have basic properties. Most are high-molecular-weight polymeric compounds containing an active basic group (—NH_2, —NH—, Ns); they have been shown to be able to exchange hydroxyl ions (or other negatively charged ions) for dissolved salt or acid anions.

Key words: Arsenazo III, xelinol orange, ionites Cationite KU-28 Anionite AN-17, complex charge, positive, negative, neutral.

Kirish

Hozirgi kunda sanoatning rivojlanishi hamda transport vositalarining ko‘payishi atrof muhitning og‘ir va zaharli metallar bilan ifloslanishiga sabab bo‘lmoqda. Bu esa inson va tirik organizmlarda turli xil og‘ir kassalliklar rivojlanishiga olib kelmoqda. Og‘ir metallar atrof-muhitni ifloslantiruvchi moddalardir. Og‘ir metallarning zaharliligi, atmosferada uzoq vaqt qolishi va bioakkumulyatsiya yo‘li bilan inson organizmida to‘planishi tufayli aholi salomatligiga salbiy ta‘sir qilib kelmoqda va bu atrof-muhit va insoniyat uchun jiddiy ekologik muammodir. Og‘ir metallar suv, tuproq va havo kabi atrof-muhitning turli elementlari bilan aralashganda juda zaharli bo‘lishi mumkin va odamlar va boshqa tirik organizmlar oziq-ovqat zanjiri orqali ularga ta’sir qilishi mumkin. Masalan, suvni og‘ir metallar bilan ifloslanishi ko‘plab antropogen sabablarga ega, jumladan qazib olinadigan yoqilg‘ilarning yonishi, transport vositalarining chiqindisi, tog‘-kon sanoati, qishloq xo‘jaligi, qattiq va suyuq chiqindilarni yoqishi kabilarni misol keltirishimiz mumkin. Shuning uchun tabiiy suvlarning ifloslanish darajasini kamaytirish uchun ushbu ifloslantiruvchi moddalarni yo‘q qilishning samarali usullarini topish muhimdir [1,2]. Bugungi kunga kelib D.I. Mendeleyev davriy sistemasidagi 40 dan ortiq elementlar og‘ir

ISSN 3030-3907

metallar qatoriga kiradi. Elementlar davriy jadvalida og‘ir metallar guruhiga zichligi 10 g/sm^3 dan yuqori bo‘lgan, atom massasi 50 dan oshgan, ya’ni vanadiydan boshlab atom massasi 238 bo‘lgan urangacha bo‘lgan elementlar bilan tugaydi. Ushbu qatorda atom massasi 138,9 bo‘lgan lantan va lyutetsiygacha bo‘lgan barcha lantonoidlar, barqaror izotoplari bo‘lmagan metallar chiqarib tashlanganda hammasi bo‘lib og‘ir metallar guruhiga 58 ta element kiradi [3,4]. Qishloq xo‘jaligida ishlatiladigan noorganik va organik o‘g‘itlar, go‘ng, ohak, pestitsidlar va boshqalarda o‘zgaruvchan miqdorda Cr, Cd, Ni, Zn, Pb va boshqa og‘ir metallar mavjud bo‘lib, o‘simliklarning o‘sishi va rivojlanishida salbiy ta’sir kursatadi. Bu metallarning ichida zaharliligi nisbatan yuqori bo‘lgan qo‘rg‘oshin Pb. Uning parchalanishi qiyin va suvda ham, tuproqda ham o‘ta barqaror bo‘lishi bilan ajralib turadi. Qo‘rg‘oshin o‘simlikning poya va ildizining o’sishi va barglarning kengayishiga to‘sqinlik qiladi [5]. Vismut yer qobig‘i va suvda mavjudligi taxminan 8,0 mkg/kg $^{-1}$ va 0,2 mkg/l $^{-1}$ ni tashkil qiladi. Vismut antatsidlar, antiseptiklar, antibakteriallar, yaraga qarshi, virusga qarshi, radioterapiya va yarani davolash kabi farmatsevtik sohalarda keng qo‘llaniladi [6]. Bi(III) birikmalari asosida farmatsevtika mahsulotlari yaratilgan. Oshqozon yarasi va oshqozon-ichak trakti va boshqa yallig‘lanish kasalliklarini davolash uchun dori vositalari sifatida ishlatiladi [7]. Metall ionlari bilan komplekslar hosil qiluvchi organik reagentlar analitik kimyoning turli sohalarida ko‘plab muammolarni yechishda qo‘llanilishi mumkin. Organik reagentlar tahlilning kimyoviy,fizikaviy va fizik-kimyoviy usullarida keng ko‘lamda qo‘llanilmoqda, spektrofotometriya va kolorimetrik analiz, polyarografiya va xromatografiyada va boshqa tahlil usullarida keng qo‘llaniladi. Turli xil analitik usullarni taqqoslash aniq ko‘rsatadiki, tahlilda ishlatiladigan deyarli har bir reagent boshqa usulda niqoblovchi reagent bo‘lishi mumkin. Metallarning organik reagentlar bilan komplekslari ko‘pincha rangli bo‘lishi aniqlangan. Agar rangli kompleks eriydigan bo‘lsa va eritmaning yorug‘lik yutilishi Ber qonuniga bo‘ysunsa, rang spektrofotometrik yoki kontsentratsiyani kolorimetrik aniqlash uchun ishlatilishi mumkin [8]. Funksional analitik guruhlar tushunchasi barcha azo birikmalarni funksional guruhlarning tabiati (tabiati) bo‘yicha aniq tasniflash imkonini bergan. Quyidagilar ko‘pincha reaktivlarni tasniflash uchun asos bo‘lgan guruhlardir: -OH, -COOH, -SO_3H,-AsO_3H_2, -PO_3H_2, -$CH_2N(CH_2COOH)_2$,-$CH_2N(CH_2COOH)$ CH_2 $CH_2N(CH_2$ $COOH)_2$,-OR va boshqalar Metallarni aniqlashda ishlatiladi [9,10].

Tadqiqot metodologiyasi. Qo‘rg‘oshin (II) ionining standart eritmasini tayyorlash. 0,001 M li qo‘rg‘oshin (II) ionining standart eritmasini tayyorlash uchun $Pb(NO_3)_2$ dan 0,3312 gramm analitik tarozida tortib olinib, 1000 ml o‘lchov kolbasiga solinib eritildi va o‘lchov kolbaning belgisigacha bidistillangan

ISSN 3030-3907

suv bilan suyultirildi. Keyingi ishlarda shu eritmani suyultirib foydalanildi. Vismut (III) ionining standart eritmasini tayyorlash. 0,001 M li vismut (III) ionining standart eritmasini tayyorlash uchun $Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$ dan 0,4850 gramm analitik tarozida tortib olinib, konsentrlangan nitrat kislotada eritildi va 1000 ml o‘lchov kolbasiga solinib, kolba belgisigacha bidistillangan suv bilan suyultirildi.

0,001M li 2,2'-(1,8-digidroksi-3,6-disulfonaftilen-2,7-bisazo) bisbenzenarsen kislota, 2,7-Bis (2-arsenofenilazo) xromotrop kislota (arsenazo III) *($C_{22}H_{16}As_2N_4Na_2O_{14}S_2$)* ni ishchi eritmasini tayyorlash uchun 0,0776 gramm arsenazo III dan analitik tarozida tortib olib, 100 ml o‘lchov kolbasiga solib, kolbaning belgisigacha bidistillangan suv bilan keltirildi. Tayyor bo‘lgan eritmani suyultirib keyingi ishlarda foydalanildi.

0,001 M li 2,2′,2″,2‴-{(1,1-dioksido-3H-2,1-benzoksa tiol-3,3-diil) bis [(6-gidroksi-5-metil benzol-3,1-diil) metandil nitrilo]}tetra sirka kislota (ksilenol zarg‘aldog‘i) ($C_{31}H_{32}N_2O_{13}S$) ni ishchi eritmasini tayyorlash uchun ksilenol zarg‘aldog‘idan 0,0672 gramm analitik tarozida tortib olib, 100 ml o‘lchov kolbasiga solib, kolbaning belgisigacha bidistillangan suv bilan to‘ldirildi. Tayyor bo‘lgan eritmani suyultirib keyingi ishlarda foydalanildi.

Olingan natijalar va ularning muhokamasi: Almashinuvchi ionlar zaryadining ishorasiga qarab, kationitlar va anionitlarga bo‘linadi. Kationitlarda faol kislota guruh (—SO_3H, — COOH va b.) bor, ular vodorod ionlarini (yoki musbat zaryadlangan boshqa ionlarni) metall ionlarga almashtira oladi. Anionitlarda asos xossalari bor. Aksariyati — tarkibida faol asos guruhi (—NH_2, —NH—, Ns) bo‘lgan yuqori molekulali polimer birikmalardir; ular gidroksil ionlarini (yoki manfiy zaryadlangan boshqa ionlarni) erigan tuz yoki kislota anionlariga almashtira oladi [11]. Ionitlar sifatida (Kationit KU-28 Anionit AN-17) lardan foydalanildi. Buning uchun avval organik reagentlar arsenazo III va ksilenol zarg‘aldog‘ini ionitlardan o‘tkazildi, so‘ng arsenazo III ni Pb^{2+} ioni bilan kompleksi va ksilenol zarg‘aldog‘ining Bi^{3+} ioni bilan kompleks birikmasi ionitlardan o‘tkazildi. Ishni bajarishda Organik reagentlarni $1{,}0 \cdot 10^{-3}$ M li eritmalarini 20 mldan olib, 50 ml o‘lchovli byuretkalarga solingan ionitlardan o‘tkazildi. Bunda organik reagentlarning ionitlardan o‘tganda rang o‘zgarishi kuzatildi. Kompleks birikmalar ham shu tartibda ionitlardan o‘tkazildi. Olingan natijalar 1-2 jadvallarda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

1–jadval

Organik reagentlar arsenazo III va ksilenol zarg‘aldog‘iga ionitlarning ta’siri.

Ionitlar	Organik reagent	Kuzatilgan tashqi effekt	Organiknig reagent zaryadi
Kationit KU-28	Arsenazo III	O‘z rangini o‘zgartirmadi	Neytral
Anionit AN-17	Arsenazo-III	Reagent to‘q qizil rangdan ko‘k siyoh rangga o‘tdi	Manfiy
Kationit KU-28	Ksilenol zarg’aldogi	Reagent to‘q qizil rangdan sariq rangga o‘tdi	Musbat
Anionit AN-17	Ksilenol zarg‘aldog‘i	O‘z rangini o‘zgartirmadi	Neytral

2–jadval

Kompleks birikmalarga ionitlarning ta’siri.

Ionitlar	Kompleks	Kuzatilgan tashqi effekt	Kompleksning zaryadi
Kationit KU-28	Arsenazo III ni qo‘rg‘oshin (II) ioni bilan kompleksi	Kompleksni binafsha rangi yuqoldi (ransizlandi)	Musbat
Anionit AN-17	Arsenazo III ni qurg’oshin (II) ioni bilan kompleksi	Kompleks o‘z rangini o‘zgartirmadi	Neytral
Kationit KU-28	Ksilinol zarg’aldogini vismut III ioni bilan kompleksi	Kompleks o‘z rangini o‘zgartirmadi	Neytral
Anionit AN-17	Ksilinol zarg’aldogini vismut III ioni bilan kompleksi	Kompleksni qizil rangi yuqoldi (ransizlandi)	Manfiy

Olingan natijalardan ma’lum bo‘lmoqdaki Pb (II) ioni bilan arsenazo III ning kompleks zaryadi musbat, Bi (III) ioni bilan ksilenol zarg‘aldog‘i hosil qilgan kompleks esa manfiy zaryadga ega ekan.

ISSN 3030-3907

Xulosa. Hosil bo‘lgan kompleks birikmalarning Pb (II) ioni bilan arsenazo III ning kompleks zaryadi musbat, Bi (III) ioni bilan ksilenol zarg‘aldog‘i hosil qilgan kompleks esa manfiy zaryadga ega ekanligi isbotlandi.

Organik reagentlar arsenazo III va ksilenol zarg‘aldog‘i Pb (II) ioni, Bi (III) ionini aniqlashda analitik reagent sifatida tavsiya qilish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Mitra S. et al. Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity //Journal of King Saud University-Science. – 2022. – T. 34. – №. 3. – C. 101865.
2. Sall M. L. et al. Toxic heavy metals: impact on the environment and human health, and treatment with conducting organic polymers, a review //Environmental Science and Pollution Research. – 2020. – T. 27. – C. 29927-29942.
3. Водяницкий Ю. Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. – 2008. –С. 4-10.
4. Полонейчик Н.М., Гарабурда Д.В., Метелица К.И. Technological processes used for production of dental prostheses of metal alloys. // –Минск: БГМУ, 2018. – С. 40.
5. Goyal D. et al. Effect of heavy metals on plant growth: an overview //Contaminants in agriculture: sources, impacts and management. – 2020. – С. 79-101.
6. Thanoon E. S., Omer K. M. Spectrophotometric determination of bismuth (III) via pyrocatecol violet dye as chromogenic reagent //J. Univ. Anbar Pure Sci. – 2019. – Т. 13. – №. 1. – С. 16-23.
7. Chebotarev A. N., Snigur D. V., Dubovyiy V. P. Особенности комплексообразования ксиленолового оранжевого с Bi (III) и его спектрофотометрическое определение в фармацевтических препаратах //Аналитика и контроль. – 2016. – Т. 20. – №. 3. – С. 218-224.
8. Бургер.К. Органические реагенты в неорганическом анализе // Мир. Масква, 1975. – С. 14-272.
9. Саввин С.Б. Органические реагенты группы Арсеназо III// Масква Атомиздат, 1971. – С. 5-105.
10. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.:Химия. 1989.
10. С. 446-445.
11. Маковская О. Ю., Петькин И. А. Выбор ионита для сорбции кобальта из растворов выщелачивания окисленных никелевых руд //Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья. – 2021. – С. 239-241.

ISSN 3030-3907

UDK691.32:666

BINO VA INSHOOTLAR QURILISHI HAMDA ISHLAB CHIQARISH SANOATIDA HOSIL BO‘LADIGAN KERAMIK CHIQINDILARDAN TO‘LDIRUVCHI SIFATIDA FOYDALANISH BO‘YICHA ADABIYOTLAR TAHLILI

Nuritdinov Jasurbek Davlatali o‘g‘li

Namangan Davlat Texnika Universiteti tayanch doktoranti, Namangan, O‘zbekiston

E-mail: jasurnuritdinovn1@gmail.com

Annotatsiya. Beton ishlab chiqarishda texnologik innovatsiyalar va yangi materiallardan foydalanish, qurilish jarayonlarini takomillashtirish va materiallarning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash bo‘yicha ilmiy tadqiqot ishlari davom etmoqda. So‘nggi yillarda, beton qorishmalariga turli xil texnogen chiqindilarni qo‘shish, ushbu materialning mustahkamligini va uzoq muddatli barqarorligini oshirishda samarali usul sifatida qo‘llanilmoqda. Jahon tajribasi, betonda texnogen chiqindilardan to‘ldiruvchi sifatida foydalanishning ekologik va iqtisodiy jihatlarini o‘rganish hamda uni sanoat miqyosida keng qo‘llashning afzalliklarini ko‘rsatmoqda.

Kalit so‘zlar. Texnogen chiqindi, ekologiya, iqtisodiy samaradorlik, keramika chiqindi, mustahkamlik, beton, mexanik xossalar.

Аннотация. Продолжаются научно-исследовательские работы по использованию технологических инноваций и новых материалов в производстве бетона, совершенствованию строительных процессов и улучшению физико-механических свойств материалов. В последние годы добавление различных техногенных отходов в бетонные смеси применяется как эффективный способ повышения прочности и долговременной стабильности этого материала. Мировой опыт демонстрирует преимущества изучения экологических и экономических аспектов использования техногенных отходов в качестве наполнителя в бетоне, а также его широкого применения в промышленных масштабах.

Ключевые слова. Техногенные отходы, экология, экономическая эффективность, керамические отходы, прочность, бетон, механические свойства.

Abstract. Scientific research continues on the use of technological innovations and new materials in concrete production, the improvement of construction processes, and the enhancement of the physical-mechanical properties of materials. In recent years, the addition of various technogenic wastes to concrete mixtures has been applied as an effective way to increase the strength and long-term stability of this

ISSN 3030-3907

material. Global experience demonstrates the advantages of studying the ecological and economic aspects of using technogenic wastes as fillers in concrete, as well as their widespread application on an industrial scale.

Keywords. Technological waste, ecology, economic efficiency, ceramic waste, strength, concrete, mechanical properties.

Kirish

Qurilish materiallari ishlab chiqarishda ikkilamchi xom-ashyo va texnogen chiqindilardan foydalanish hozirgi kunda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Xususan, g‘isht zavodlarida ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan yaroqsiz mahsulotlar va demontaj qilingan inshootlardan olinadigan g‘isht chiqindilarini beton ishlab chiqarishda to‘ldiruvchi sifatida qayta ishlatish nafaqat iqtisodiy, balki ekologik jihatdan ham katta ahamiyat kasb etadi. Mazkur maqolaning maqsadi – g‘isht chiqindilaridan foydalanish bo‘yicha mavjud adabiyotlarni tahlil qilish, xorijiy tadqiqotlar natijalarini umumlashtirish hamda O‘zbekiston sharoitida qo‘llash imkoniyatlarini o‘rganishdan iborat.

Texnogen chiqindi — bu inson faoliyati natijasida yuzaga keladigan va tabiiy jarayonlar tomonidan qayta tiklanishi yoki yo‘q qilinishi qiyin bo‘lgan chiqindilardir. Bu turdagi chiqindilar asosan texnologiya, sanoat va ishlab chiqarish, qurilish va qayta tiklash jarayonlaridan kelib chiqadi. Texnogen chiqindilar tarkibiga kimyoviy moddalar, plastik, elektron qurilmalar, metall va boshqa sanoat chiqindilari, qurilish chiqindilar va ishlab chiqarishdagi yaroqsiz materiallar kiradi.

Keramika chiqindilarni betonga to‘ldiruvchi sifatida qo‘llash, so‘nggi yillarda qurilish sanoatida muhim innovatsion yondashuvlardan biriga aylangan. Ekologik barqarorlikni ta‘minlash va tabiiy resurslarni tejash maqsadida turli xil texnogen chiqindilarni beton aralashmalariga qo‘shish usuli jahon miqyosida keng tarqalgan. Ushbu materiallar, o‘z navbatida, betonning fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilash, uning mustahkamligini oshirish va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishda samarali bo‘lishi mumkin.

Dunyoning turli mamlakatlarida amalga oshirilgan tajribalar texnogen chiqindilarning beton sanoatida qo‘llanishi ekologik va iqtisodiy jihatlarni muvozanatlashga yordam berishi, shuningdek, atrof-muhitga bo‘lgan salbiy ta’sirni kamaytirishga xizmat qilishi mumkinligini ko‘rsatmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Keramika chiqindilari (ishlab chiqarishdagi yaroqsiz g‘ishtlar, sopol buyumlar, qurilish chiqindilari va boshq.) beton tarkibida quyidagi tarzlarda ishlatiladi:

➢ **sementning qisman almashtiruvi** — keramika kukuni yoki mayda zarrachalari sifatida;

ISSN 3030-3907

➢ **mayda to‘ldiruvchi o‘rniga** — qum yoki maydalangan shag‘al ko‘rinishida;
➢ **yirik to‘ldiruvchi** — marmar, shag‘al o‘rniga yirik keramika bo‘laklari;
➢ **qo‘shimcha mustahkamlovchi birikma** — ba’zi keramika chiqindilari kimyoviy tarkibi tufayli sement bilan reaksiyaga kirib, qo‘shimcha mustahkamlik xususiyatlarini berishi mumkin.

Tabiiy resurslarni saqlash, atrof-muhitni tejash va yuqori uglerodli xom ashyo iste’molini kamaytirishning arzon usuli bu qattiq chiqindilarni qayta ishlashdir [1]. Tadqiqotchilar mexanik va chidamlilik sifatlarini yaxshilash uchun turli xil qattiq chiqindilarni betonda to‘ldiruvchi sifatida foydalanib (chiqindi shisha, keramik plitka chiqindilari) uning fizik-mexanik xossalarini tadqiq qildilar. [2,3]. Ushbu tadqiqot ishida betonga qo‘shilgan tarkiblarning eng optimal qiymati 20 % bo‘lgan betonning xossalari qoniqarli saqlab qolishi aniqlandi.

Tsement yoki to‘ldiruvchilar o‘rniga qattiq chiqindilarni ishlatish qurilish barqarorligini oshirish va tsement sarfini kamaytirishning qimmatli usuli ekanligi takidlab o‘tilgan [4,5].

[6] o‘zlarining tadqiqotlarida plitkalar, sanitariya-texnik vositalar va sanoat mahsulotlari kabi keramik chiqindi materiallardan an’anaviy to‘ldiruvchilar va qo‘shimcha tsementli materiallar uchun qisman almashtirib samarali foydalanish mumkinligi aniqladilar. Mazkur to‘ldiruvchilar beton tarkibiga 10% dan 100% gacha almashtirildi. Va eng optimal tarkib sifatida 15 % ekanligini aniqladilar.

[7] taqdiqot ishida keramika devor plitkalari chiqindilarini qayta ishlashda olingan mayda to‘ldiruvchilarni B25 sinfdagi beton tarkibiga 0% dan 50 % oralig‘iga qo‘shildi. Natijada ushbu to‘ldiruvchining beton tarkibida 30% dan oshishi uning yuk ko‘tarish qobiliyatini pasaytirdi.

[8] lar tomonindan keramika chiqindilarini yirik to‘ldiruvchi sifatida qisman almashtirilib betonning mustahkamlik xossalari o‘rganildi. Ushbu sinov natijalari 150x150x150 mm kub namunalari yordamida o'tkazildi, tortishish kuchi esa 150x300 mm silindrli namunalar yordamida tekshirildi. Sinov natijalari shuni ko'rsatadiki, keramika chiqindilarining beton tarkibida oshishi uning zichligi, mustahkamligini pasaytirgan. Eng optimal qiymat sifatida 10.7% almashtirish darajasida 1:2:4 beton aralashmasi uchun ishlab chiqarish xarajatlarini tejash qayd etilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Mazkur maqolada adabiyotlar tahlili metodologiyasidan foydalanilgan.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

ISSN 3030-3907

1-jadval.

Betonda an’anaviy to‘ldiruvchilar o‘rniga keramika chiqindilardan foydalanish bo‘yicha turli tadqiqotlarning qisqacha mazmuni.

To‘ldiruvchi turi	Keramika chiqindi turi	Tarkibga qo‘shish foizi, %	Olingan natijalar	Adabiyot
Mayda to‘ldiruvchi	Sanitariya buyumlar	20 % gacha	15 % dan yuqorida mexanik xossalari yomonlashdi	[9]
	Sopol keramika	100 % gacha	10 % mexanik xossalari saqlab qolindi	[10]
	Sanoatda hosil bo‘lgan chiqindi	10%; 20%; 35%; 50 %	beton zichligining 5% dan keyin kamayishi. Absorbsiyani 40% dan ortiq oshirish. 35% almashtirish bilan bosim kuchining maksimal kamayishi.	[11]
	Pol hamda devor plitkalar	25%, 50%, 75% va 100%	100% almashtirish maksimal mexanik xususiyatlarni berdi.	[12]
	Keramika plitkala va sanitariya texnika buyumlar	10%, 20%, 30%, 40%, 50%, va 60%	50-60% almashtirish bilan mexanik kamayishi kuzatildi	[13]
Yirik to‘ldiruvchi	Keramik devor plitkalari	20%, 25%, 35%, 50%, 65%, 75%, 80% va 100%	Mexanik xossalari yaxshilanishi kuzatildi	[14]
	Elektr izolyatori sanoat chiqindilari	35–60%	Mexanik xossalari yaxshilanishi kuzatildi	[15]

ISSN 3030-3907

	Sanitariya chiqindilari	20%	Mexanik xossalari yaxshilandi	[16]
	G'isht, tom va zamin plitalari va tosh buyumlar	0–30%	Yaxshilangan mexanik xususiyatlar. 3,9% almashtirish bilan bosim kuchining 20% oshishi.	[17]



1-rasm. Binolarni buzilishidan hosil bo‘lgan keramika chiqindilardan mayda va yirik to‘ldiruvchi sifatida foydalanish.



2-rasm. G‘isht chiqindilari asosida olingan devorbop bloklar.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Adabiyotlar tahlili va o‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatmoqdaki, keramika chiqindilari beton ishlab chiqarishda muhim xom ashyo sifatida sementni 10–20 % gacha, mayda yoki katta agregatlarni 20–30 % gacha almashtirishda betonning siqilish kuchi, zichligi va chidamliligi qabul qilinadigan darajada saqlanadi yoki hatto yaxshilanadi. Yuqori foizlarda qo‘llashda (≥ 30–40 %) kuchning sezilarli kamayishi, ishquvvatning pasayishi va suv yutiluvchanlikning ortishi kuzatiladi. Kimyoviy reaksiyaga kirishishi mayda fraksiyadagi keramika kukuni sementning gidratatsiya jarayoniga qo‘shilib, $Ca(OH)_2$ bilan reaksiyaga kiradi va qo‘shimcha C-S-H fazalarini hosil qiladi. Bu betonning zichligini va uzoq muddatli mustahkamligini oshiradi. Optimal natija odatda 10–15 % sement almashtirilganda kuzatiladi. Tabiiy resurslar (qum,

ISSN 3030-3907

shag‘al, klinker) sarfi kamayadi, chiqindilar poligonlarga yuborilmaydi, atrof-muhitga zarar kamayadi. Mahalliy keramika chiqindilarini qayta ishlash iqtisodiy jihatdan foydali bo‘lib, betonning tannarxini pasaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Hamada, H.M.; Shi, J.; Abed, F.; Al Jawahery, M.S.; Majdi, A.; Yousif, S.T. Recycling solid waste to produce eco-friendly ultra-high performance concrete: A review of durability, microstructure and environment characteristics. *Sci. Total Environ.* 2023, *876*, 162804. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
2. Xu, F.; Lin, X.; Zhou, A.; Liu, Q.-f. Effects of recycled ceramic aggregates on internal curing of high performance concrete. *Constr. Build. Mater.* 2022, *322*, 126484.
3. Amin, M.; Zeyad, A.M.; Tayeh, B.A.; Saad Agwa, I. Effects of nano cotton stalk and palm leaf ashes on ultrahigh-performance concrete properties incorporating recycled concrete aggregates. *Constr. Build. Mater.* 2021, *302*, 124196.
4. Amare, M.; Swara, S.; Haish, M.; Pani, A.K.; Saha, P. Performance of agro-wastes and chemical admixtures used in concrete: A review. *Mater. Today Proc.* 2023. [Google Scholar] [CrossRef]
5. Hamada, H.M.; Shi, J.; Abed, F.; Humada, A.M.; Majdi, A. Recycling solid waste to produce eco-friendly foamed concrete: A comprehensive review of approaches. *J. Environ. Chem. Eng.* 2023, *11*, 111353. [Google Scholar] [CrossRef]
6. Zahraa Jwaida, Anmar Dulaimi, Luís Filipe Almeida Bernardo. The Use of Waste Ceramic in Concrete: A Review. *CivilEng* 2024, *5*(2), 482-500; https://doi.org/10.3390/civileng5020024
7. Kiran Kumar Poloju, Abdullah Tahir. Use of Ceramic Powder in Concrete - Strength & Durability Properties. Journal of student research. Volume 14 Issue 4. August 25, 2025.
8. EE Ikponmwosa, SO Ehikhuenmen. The effect of ceramic waste as coarse aggregate on strength properties of concrete. Nigerian Journal of technology. Vol. 36 No. 3 (2017)
9. Pacheco-Torgal, F.; Jalali, S. Reusing ceramic wastes in concrete. *Constr. Build. Mater.* 2010, *24*, 832–838. [Google Scholar] [CrossRef]
10. Siddique, S.; Shrivastava, S.; Chaudhary, S. Influence of ceramic waste on the fresh properties and compressive strength of concrete. *Eur. J. Environ. Civ. Eng.* 2019, *23*, 212–225. [Google Scholar] [CrossRef]
11. Etxeberria, M.; Vegas, I. Effect of fine ceramic recycled aggregate (RA) and mixed fine RA on hardened properties of concrete. *Mag. Concr. Res.* 2015, *67*, 645–655. [Google Scholar] [CrossRef]

ISSN 3030-3907

12. Awoyera, P.O.; Ndambuki, J.M.; Akinmusuru, J.O.; Omole, D.O. Characterization of ceramic waste aggregate concrete. *HBRC J.* 2018, *14*, 282–287. [Google Scholar] [CrossRef]
13. Guendouz, M.; Boukhelkhal, D. Properties of flowable sand concrete containing ceramic wastes. *J. Adhes. Sci. Technol.* 2019, *33*, 2661–2683. [Google Scholar] [CrossRef]
14. Anderson, D.J.; Smith, S.T.; Au, F.T.K. Mechanical properties of concrete utilising waste ceramic as coarse aggregate. *Constr. Build. Mater.* 2016, *117*, 20–28. [Google Scholar] [CrossRef]
15. Senthamarai, R.M.; Devadas Manoharan, P. Concrete with ceramic waste aggregate. *Cem. Concr. Compos.* 2005, *27*, 910–913. [Google Scholar] [CrossRef]
16. Medina, C.; Sánchez de Rojas, M.I.; Thomas, C.; Polanco, J.A.; Frías, M. Durability of recycled concrete made with recycled ceramic sanitary ware aggregate. Inter-indicator relationships. *Constr. Build. Mater.* 2016, *105*, 480–486. [Google Scholar] [CrossRef]
17. Fatima, E.; Jhamb, A.; Kumar, R. Ceramic Dust as Construction Material in Rigid Pavement. *Am. J. Civ. Eng. Archit.* 2013, *1*, 112–116. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]

ISSN 3030-3907

NAFTIL SIRKA KISLOTASINING EFIRLARI SINTEZI

O.B. Ismoiljonova
Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy tadqiqot instituti,Guliston davlat universiteti
E-mail: ismoiljonovaozoda@gmail.com
F.Z.Burxev
Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy tadqiqot instituti,Guliston davlat universiteti
E-mail: farkhod_2020@mail.ru
S.A.Abdusattorova
Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy tadqiqot instituti,Guliston davlat universiteti
E-mail: solihaabdusattorova9@gmail.com

Annotatsiya. Dunyo miqyosida hozirda mavjud bo‘lgan tabiiy, yarim sintetik va sintetik dori vositalari tarkibida naftalin yoki uning hosilalarining kimyoviy tuzilmalari turli xil biologik faollikka ega ekanligi aniqlangan. Jumladan naftil sirka kislotasi (NUK) va mentol bilan sintezlangan NUK-mentol efiri xlorangidridlash usulida sintez amalga oshirildi. Sintezlangan NUK-mentol efirining IQ va mass spektrlari olinib tahlil qilindi. NUK-mentol efirida aynan efirlarga xos bo‘lgan 1044 sm^{-1} sohalarda yutilish qayd etildi. Birikmaning GX-MS tahlili natjalariga ko‘ra mass detektorda molekulyar massasi 324 ga teng bo‘lgan modda qayd eilganligi aniqlangan. Tahlillar natijasida NUK-mentol efirining hosil bo‘ganligi IQ va mass spektroskopiya usullari orqali tasdiqlandi.

Kalit so‘zlar: Nafsillin, naftifin, tolnafat, naftalin, naftil sirka kislotasi, xlorangidrid, mentol efir, efir bog‘, gaz xromatografiyasi, mass spektrometriya.

Annotation. Globally, natural, semi-synthetic and synthetic drugs currently available have been found to have a wide variety of biological activities, including the chemical structures of naphthalene or its derivatives. Including naphthyl acetic acid (NUK) and menthol-synthesized NUK-menthol ether was synthesized by chlorangidriding. The IQ and mass spectra of the synthesized NUK-menthol ether were obtained and analyzed.nnotation. Globally, natural, semi-synthetic and synthetic drugs currently available have been found to have a wide variety of biological activities, including the chemical structures of naphthalene or its derivatives. Including naphthyl acetic acid (NUK) and menthol-synthesized NUK-menthol ether was synthesized by chlorangidriding. The IQ and mass spectra of the synthesized NUK-menthol ether were obtained and analyzed. In the nuk-menthol ether, absorption was recorded in 1044 cm-1 areas, which are characteristic precisely of esters. According to the GX-MS analysis of the compound, a substance

ISSN 3030-3907

with a molecular mass of 324 has been found to be recorded in the mass detector. Analysis confirmed the formation of NUK-menthol ether through IQ and mass spectroscopy techniques.

Keywords: Nafsillin, naftifin, tolnafat, naphthalene, naphthyl acetic acid, chloranghydride, menthol ether, ether garden, gas chromatography, mass spectrometry.

Аннотация. В настоящее время во всем мире установлено, что химические структуры нафталина или его производных обладают различной биологической активностью в существующих природных, полусинтетических и синтетических лекарственных средствах. В частности, осуществлен синтез методом хлорангидрирования НУК-ментолового эфира, синтезируемого нафтилуксусной кислотой (НУК) и ментолом. Были получены и проанализированы ИК-и масс-спектры синтезированного НУК-ментолового эфира.отация. В настоящее время во всем мире установлено, что химические структуры нафталина или его производных обладают различной биологической активностью в существующих природных, полусинтетических и синтетических лекарственных средствах. В частности, осуществлен синтез методом хлорангидрирования НУК-ментолового эфира, синтезируемого нафтилуксусной кислотой (НУК) и ментолом. Были получены и проанализированы ИК-и масс-спектры синтезированного НУК-ментолового эфира. В НУК-ментольном эфире было отмечено поглощение в областях 1044 см-1, характерных именно для эфиров. По результатам GX-MS анализа соединения было установлено, что в масс-детекторе было зарегистрировано вещество с молекулярной массой 324. Анализы подтвердили образование НУКЛЕОМЕНТОЛОВОГО эфира методами ИК-и масс-спектроскопии.

Ключевые слова: нафциллин, нафтифин, толнафат, нафталин, нафтилуксусная кислота, хлорангидрид, ментоловый эфир, эфирная связь, газовая хроматография, масс-спектрометрия.

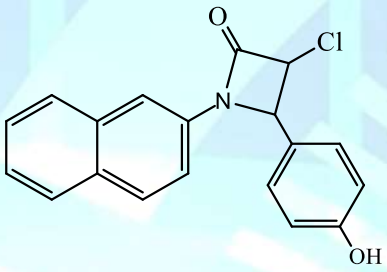
Kirish

Mikroblarga qarshi faollik*:* Antibiotiklarga chidamli bakteriyalar, antibakterial dorilarning qo‘llanilishi ortishi bilan tobora ko‘proq tarqalmoqda [1]. Bu holat antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlarga qarshi kurashish uchun yangi antibakterial vositalarni tadqiq qilish va samarali ishlab chiqishni talab etadi [2]. Naftalin halqasining bakterial va zamburug‘ shtammlariga qarshi ta’siri ko‘plab tadqiqotlar tomonidan tasdiqlangan [3]. Nafsillin, naftifin, tolnafat va terbinafin kabi naftalin tarkibli antimikrob dorilar tijorat maqsadlarida ishlab

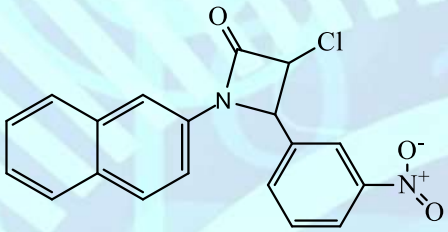
ISSN 3030-3907

chiqarilmoqda. Sintez qilingan ko‘plab naftalin hosilalari ham sezilarli va qoniqarli antimikrob faollikni namoyon etgan [4].

Bhawna Chopra va hamkasblari mikroblarga qarshi faollik uchun azetidion qismli naftilamin analoglarini sintez qilishdi. **(1)** va **(2)** birikmalarning *Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus, Escherichia coli* va *Pseudomonas aeruginosa* ga qarshi keng ko‘lamli faollik ko‘rsatishi aniqlangan [5].

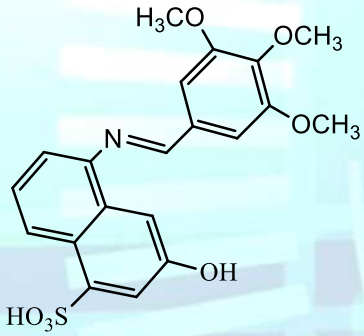


1

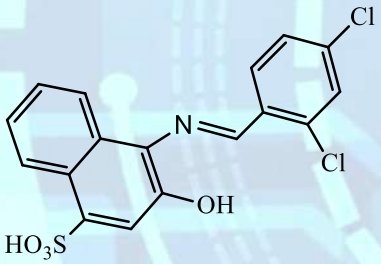


2

R. Kumar va boshqalar 4-amino-3-gidroksinaftalin-1-sulfokislota hosilalarini sintez qilib, ularning antimikrob faolligini baholadilar. Ular o‘tkazgan tadqiqotlar natijasida, benziliden amino qismidagi 3,4,5-trimetoksi **(3)** va 2,4-dixlor **(4)** guruhlari turli xil bakteriya va zamburug‘larga qarshi faollik uchun muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi [6].



3

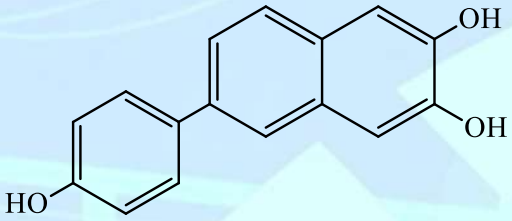


4

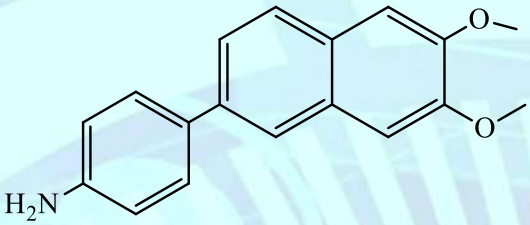
Yallig‘lanishga qarshi faollik: Yallig‘lanish - bu zararlanish yoki infeksiyaga javoban mezbon organizmida rivojlanadigan himoya jarayonidir. Yallig‘lanish omillarining haddan tashqari ko‘p yuzaga kelishi og‘ir yallig‘lanish jarayonlarini paydo qilishi mumkin. Shuning uchun yallig‘lanish jarayonlarini ingibirlash va oldini olish muhim tadqiqotlardan biri hisoblanadi [7]. Hozirgi vaqtda naftalinli hosilalar naproksen va nabumeton kabi vositalar yallig‘lanish kasalliklarini davolashda qo‘llaniladi [8].

Chi-Fen Chang va boshqalar lipopolisaxarid ta’sirida yuzaga keladigan yallig‘lanish mediatorlarini ingibirlovchi 2-fenilnaftalin hosilalarini sintez qildilar. **(5)** va **(6)** birikmalar siklooksigenaza-II fermentlari ekspressiyasini sezilarli darajada pasaytirdi. Bundan tashqari, ular interleykin-6 va o‘sma nekrozi omili ishlab chiqarilishini ingibirladi [9].

ISSN 3030-3907

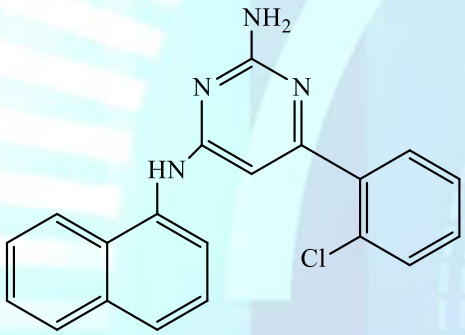


5



6

V. Muralidharan va boshqa olimlar yallig‘lanishga qarshi vosita sifatida yangi naftalinpirimidin hosilalarini sintez qilishdi. 2-amino-4-[1-naftalin amino]-5-fenilpirimidin hosilalari N-(naftalin-1-il)-3-aril akril amidlarining guanidin nitrat bilan reaksiyasi natijasida olingan. Birikmalarning yallig‘lanishga qarshi faolligi HRBC membranasini barqarorlashtirish usuli va taqqoslash uchun diklofenak natriy yordamida baholandi. 6-(2-xlorfenil)-N4- (naftalen-1-il)pirimidin-2,4-diamin birikma qatorida eng kuchli yallig‘lanishga qarshi faollikni namoyon etganligi aniqlangan[10].



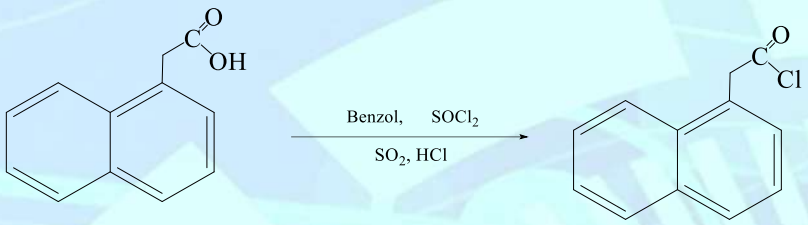
6-(2-xlorfenil)-N4- (naftalen-1-il)pirimidin-2,4-diamin

Naftalin asosida olingan birikmalar nafaqat qishloq xo‘jaligida, balki tibbiyotda yallig’lanish kaslliklarifa ayniqsa ham keng qo‘llanilishi naftalinga bo‘lgan talabni oshirishga xizmat qiladi. Naftalin bunday turli – tuman xususiyatlari uning qimmat xomashyo ekanlikini ko‘rsatib berdi.

TAJRIBA QISM

Gibrid tuzilishga ega bo‘lgan moddalarning turli xil xususiyatlarini namoyon qilishini bilgan holda naftil sirka kislotasi ishtirokida sintezlar olib borildi. Sintez uchun 1,806 g naftil sirka kislotasi (NSK) tortib olindi va 80 ml absolyut benzolda to‘liq eritildi. Tayyorlangan eritma muz bo‘lakchalari solingan chinni hovonchaga ehtiyotkorlik bilan quyildi va magnitli aralashtirgich yordamida doimiy aralashtirib turildi. So‘ngra eritmaga oldindan 65 °C haroratda haydab olingan 2,5 ml tionil xlorid tomchilatib qo‘shildi. Reaksiya aralashmasi teskari sovutgichga ulangan holda 55 °C haroratda 2–3 soat davomida qizdirildi. Reaksiya yakunlangach, sovutgich ochilib, hosil bo‘lgan SO_2 va HCl gazlarining erkin chiqib ketishiga imkon yaratildi. Reaksiya natijasida naftil sirka kislotaning xlorangidridi hosil bo‘ldi va keyingi bosqichda ishlatilish uchun tayyor holda saqlandi.

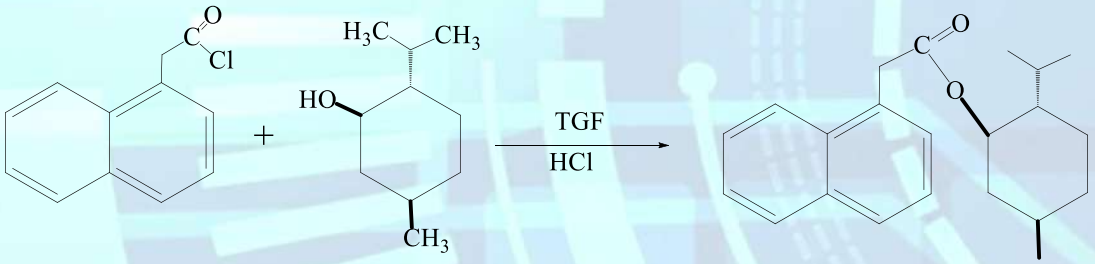
ISSN 3030-3907



1-rasm. Naftil sirka kislotaning xlorangidridining olinishi

Naftil sirka kislotaning mentol asosidagi efirini olish

Keyingi bosqichda naftil sirka kislotasining efirlari sintezi uchun 5–6 dona mentol kristali 50 ml li tubi yumaloq reaksion 14/23 kolbaga solinib ustiga 7–8 ml tetraflorogidrofuran (TGF) qo‘shildi. Aralashmaga 1 ml yuqorida tayyorlangan naftil sirka kislotasi xlorangidridi (NSK XA) eritmasi qo‘shildi. Reaksiya tezlashishini ta’minlash maqsadida aralashmaga 100 mkl konsentrlangan sulfat kislotasi (H_2SO_4) katalizator sifatida tomchilatib qo‘shildi. Reaksion aralashma teskari sovutgichga ulangan holda, 60°C haroratda magnitli aralashtirgich yordamida 2 soat davomida qizdirildi. Reaksiya tugagach, 250 ml li tubi yassi kolbaga solindi va reaksion aralashmaga 200 ml distillangan suv qo‘shilib, suvda eruvchi qo‘shimcha reaksiya mahsulotlari ajratiladi. Hosil bo‘lgan ikki fazali aralashmaning suv yuzasida hosil bo‘lgan efir qatlami ajtratgich voronka yordamida ajratib olindi. Efir tarkibidagi suvni to‘liq yo‘qotish maqsadida suvsiz kalsiy xlorid ($CaCl_2$) foydalanildi.

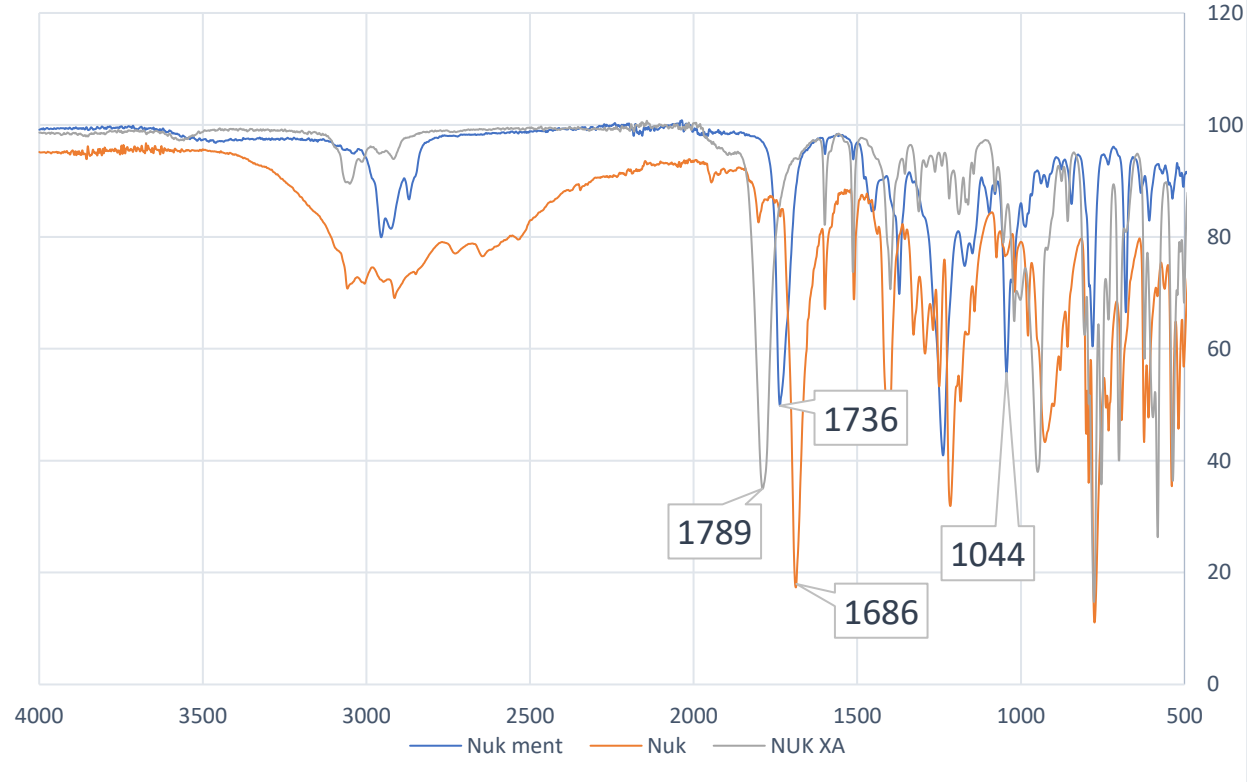


2-rasm. Naftil sirka kislotasi metanol bilan reaksiyaga kirishishi natijasida efir olish jarayoni

OLINGAN NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI

NUK mentol efiri IQ tahlili. NSK ning IQ spektridagi asosiy xarakteristik tebranish sohalarini ko‘rib chiqish zarur bo‘ladi: 1686 sm^{-1} da karbonil (C=O) guruhiga tegishli valent tebranishlar kuzatiladi. Shuningdek, 2800 dan 3080 sm^{-1} sohalarda -OH funksionali guruhiga tegishli tebranishlar NSK molekulasi tarkibidagi qayd etilgan bo‘lsa, bu turdagi tebranishlar NSK xlorangidridi va uning mentolli efiri yutilish kuzatilmadi.

ISSN 3030-3907



3 – rasm. NUK mentol efirining IQ spektri

NSK ning xlorangidridi tarkibidagi karbonil (C=O) guruhiga tegishli valent tebranishlar NSK ga nisbatan 1789 sm^{-1} sohada va sintezlangan efir tarkibidagi karbonil guruhi esa 1736 sm^{-1} sohalarga siljigan holda yutilishlar kuzatildi. Mentol va NSK asosida olingan NSK mentol efirining IQ-spektrida quyidagi tebratishlar olindi: mentol tarkibidagi 3238sm^{-1} dagi sohada gidroksil (-OH) guruh tebranishini namoyon etuvchi tebranishlar sintez qilingan moddaning IQ-spektrida esa qayd etilmadi. NSKning mentol efiridagi 1044 sm^{-1} sohalarda ko‘ringan tebranishlar efir bog’iga (C – O – C) guruhga tegishli yutilish ekanligi namoyon bo‘ldi.

IQ-spektridan olingan ma’lumotlar asosida karbonil guruhlarining qayd etilgan yutilishlarining siljishlari, tegishli – OH guruhga taaluqli tebranishning ko‘rinmasligi va efir bog’i tebranishining qayd etilishi natijasida shuni xulosa qilish mumkinki, mentol va naftil sirka kislotasining o‘zaro efir hosil bo‘lganligini ko‘rsatib berdi.

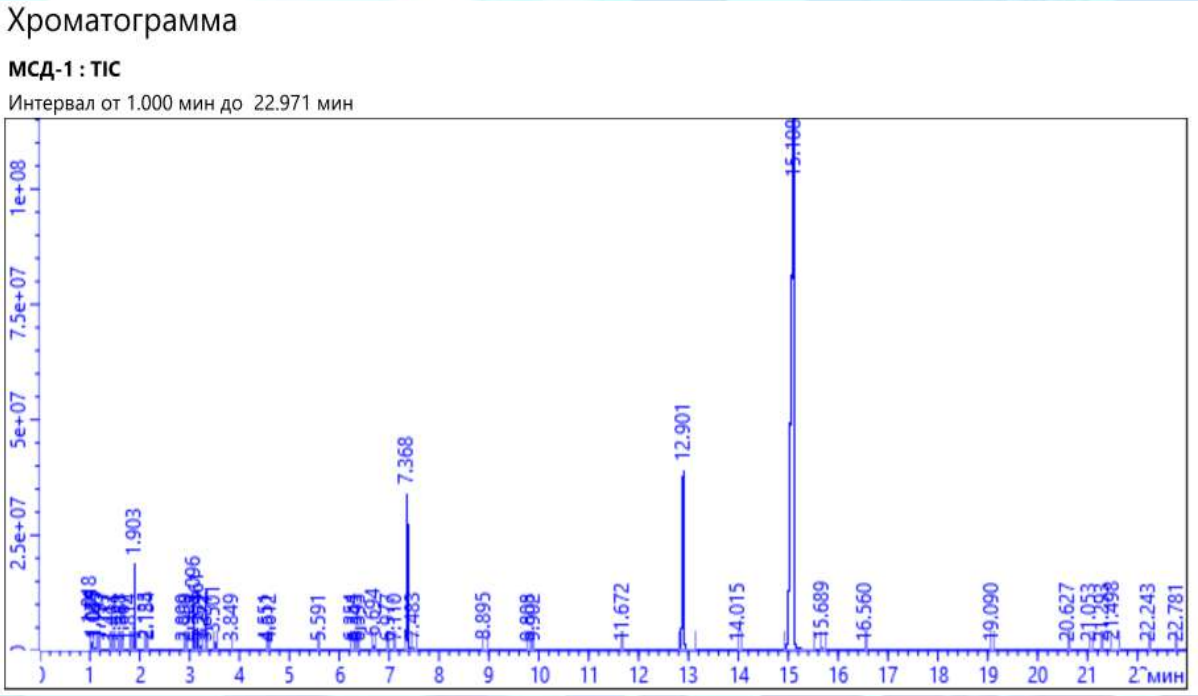
NUK mentol efiri GX-MS tahlili. Sintez qilingan mahsulot efir bo‘lganligi sababli gaz xromatografiyasining mass spektrometriya usulida analiz olib borildi. Buning uchun mass detektorli gaz xromatografi (Xromatek Kristall 9000 GC-MS, Rossiya)dan foydalanildi. Analiz o‘tkazish maqsadida xromatografga quyidagicha (1-jadval) parametrlar o‘rnatildi:

ISSN 3030-3907

1-jadval

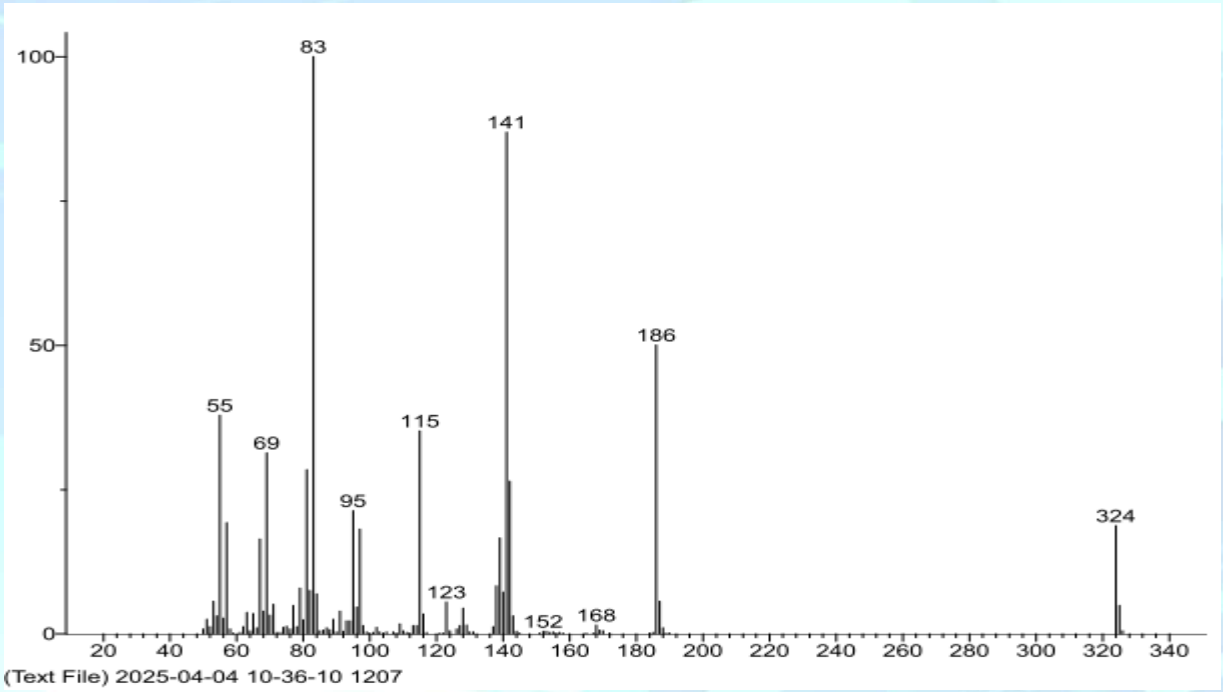
NUK-mentol efirining xromatografik ko`rsatkichlari

MCD harorati	250°C
Termostat harorat dasturi	120°C/1 min - 20°C/min - 160-20°C/8°C/min – 240°C/min 15°C/min – 300°C/min
Ion manbai harorati	230°C
Detektor harorati	270°C
Kolonna orqali gaz oqimi	1 ml/min
Oqimning bo‘linish nisbati	5
Tahlil vaqti	23 min



a)

ISSN 3030-3907



b)

4 – rasm. NUK-mentol efirining xromatogrammasi

Analiz natjasida NUK-mentol efiri kolonkadan 15 – daqiqada katta yutilish bilan chiqishi ma’lum bo‘ldi. Aynan ushbu yutilish NUK-mentol efiriga taaluqli ekanligini MCD detektorida qayd etilgan massa va zaryadning (m/z) o‘zaro nisbatlari asosida aniqlik kiritildi. Ya’ni NUK-mentolning molekulyar massasi 324 ga teng bo‘lishi xromatografning MCD detektorida 324 massa (4b-rasm) birligiga teng bo‘lgan modda qayd etilganligi ma’lum bo‘ldi.

XULOSA

Xlorangidridlash usulida naftil sirka kislota va mentol asosida olingan NUK-mentol efiri sintez amalga oshirildi. Olingan NUK-mentol efirining IQ spektrida gidroksil guruhlarining yo‘qolishi va efirlarga xos bo‘lgan 1044 sm^{-1} sohalarda yutilish qayd etilishi efirning hosil bo‘lishini ko‘rsatgan bo‘lsa, gaz xromatografiyasining MCD detektoridan olingan natijalarga ko‘ra aynan NUK-mentolning molyar massasiga teng (m/z=324) bo‘lgan modda detektorda qayd etilganligi ma’lum bo‘ldi. IQ spektrida efirga xos yutilishlar va aynan mass detektorda qayd etilgan 324 massa NUK-mentol efirining hosil bo‘lganligini tasdiqladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Y.F.Mustafa, R.R. Khalil and E.T.J.S.R.i.P. Mohammed. "Antimicrobial activity of aqueous extracts acquired from the seeds of two apples’ cultivars." 2020, 382-387

2. York, A.J.N.R.M. "Historical influences on antibiotic resistance." 2017, 577-577

ISSN 3030-3907

3. R. H. Ersan, A. Yuksel, T. Ertan-Bolelli, A. Dogen, S. Burmaoglu and O.J.J.o.t. C.C.S. Algul. "One-pot synthesis of novel benzimidazoles with a naphthalene moiety as antimicrobial agents and molecular docking studies." 2021, 374-383
4. S. Makar, T. Saha and S.K.J.E.j.o.m.c. Singh. "Naphthalene, a versatile platform in medicinal chemistry: Sky-high perspective." 2019, 252-276
5. B. Chopra, A.K. Dhingra, R.P. Kapoor and D.N.J.J.o.E.R.i.P. Parsad. "Synthesis and antimicrobial activity of naphthylamine analogs having azetidinone and thiazolidinone moiety." 2017, 105-112
6. R. Kumar, P. Kumar, M. Kumar and B.J.M.C.R. Narasimhan "Synthesis, anti-microbial evaluation, and QSAR studies of 4-amino-3-hydroxynaphthalene-1-sulfonic acid derivatives." 2012, 4301-4310
7. C.F. Chang, K.C. Liao and C.H.J.P.O. Chen (2017). "2-Phenylnaphthalene derivatives inhibit lipopolysaccharide-induced pro-inflammatory mediators by downregulating of MAPK/NF-κB pathways in RAW 264.7 macrophage cells." 12(1): e0168945 (2017).
8. S. Sharma, T. Singh, R. Mittal, K. Saxena, V.K. Srivastava, A.J.A.d.P.A.I.J.P. Kumar and M. Chemistry "A study of anti-inflammatory activity of some novel α-amino naphthalene and β- amino naphthalene derivatives." (3): 2006, 145-152
9. C.F. Chang, K.C. Liao and C.H.J.P.O. Chen. "2-Phenylnaphthalene derivatives inhibit lipopolysaccharide-induced pro-inflammatory mediators by downregulating of MAPK/NF-κB pathways in RAW 264.7 macrophage cells." 12(1): e0168945. 2017
10. V. Muralidharan, S. Seetaramswamy, M. Bhanuprasad and J.J.I.A.J.o.P.S. Sindhu "Synthesis and characterization of some novel naphthalene-pyrimidine derivatives as antiinflammatory agents." 2(4): 2015, 851-856

ISSN 3030-3907

STUDY AND ANALYSIS OF THE PROCESS OF PHYSICAL ABSORPTION DRYING OF NATURAL GASES

B.O.Jumaboev
Assistant Professor, Karshi State Technical University
E-mail: jumaboyev.123bob@gmail.com
B.M.Abdullaev
Assistant Professor, Karshi State Technical University
Email: bakhtishod.abdullaev@gmail.com

Abstract: Abstract: This article presents various physical absorption drying processes for natural gases: the dew point is the temperature at a certain pressure at which water vapor is saturated, and methods of drying by cooling are also presented. When the gas is cooled at constant pressure, excess moisture condenses, and accordingly its dew point decreases, and absorption drying is carried out - selective (selective) absorption of water vapor by liquid dust-absorbing materials using various glycols as absorbents. The article presents the basis for absorption (achievement) and technological schemes for gas drying.

Keywords: Physical absorption, relative humidity, gas drying, gas hydrate, selectivity, dew point,, drying by cooling, absorbents, DEG, TEG, EG, Absolute humidity of gas.

Аннотация: В статье рассмотрены различные физические абсорбционные процессы осушки природных газов: точка росы – температура при определённом давлении, при которой водяной пар достигает насыщения, а также способы осушки охлаждением. При охлаждении газа при постоянном давлении происходит конденсация избыточной влаги, и соответственно понижается его точка росы, и осуществляется абсорбционная осушка – селективное (избирательное) поглощение водяных паров жидкими пылепоглощающими материалами с использованием в качестве абсорбентов различных гликолей. В статье представлены основы абсорбционной осушки (достижения) и технологические схемы осушки газа.

Ключевые слова: Физическая абсорбция, относительная влажность, осушка газа, газовый гидрат, селективность, точка росы, осушка охлаждением, абсорбенты, ДЭГ, ТЭГ, ЭГ, Абсолютная влажность газа.

Annotatsiya: Ushbu maqolada tabiiy gazlar turli xil fizik absorbion qurutish jarayonlari keltirilib o‘tilgan: shuningdek shudring nuqtasi-suv bug‘ining to‘yinganligiga erishadigan ma’lum bosimdagi harorati, sovutish orqali quritish usullari keltirib o'tilgan Gaz doimiy bosimda sovutilganda, ortiqcha namlik kondensatsiyalanadi va shunga mos ravishda uning shudring nuqtasining kamayishi va absorbsion quritish bunday quritishdi- absorbent sifatida turli xil

ISSN 3030-3907

glikollar ishlatiladigan suyuq changni yutish moddalar tomonidan suv bug‘ining sellektiv (tanlab) yutilishiga (erishiga) asoslanishi va gazni qurutishning texnologik sxemalari maqolada keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Fizik absorbsiya, nisbiy namlik, gazni quritish, gazgidrati, selliktivlik, shudring nuqtasi,, sovutish orqali quritish, absorbentlar, DEG, TEG, EG, Gazning mutloq namligi.

Introduction

Currently, many gas and gas condensate fields have entered a phase of declining production, which complicates gas preparation in fields, especially in terms of ensuring the quality of natural gas. In order to comply with regulatory requirements for the quality of natural gas supplied to main gas pipelines, it is necessary to improve the calculation, technological and measurement methods for studying the efficiency of gas drying technological equipment. To clarify the thermodynamic methods for calculating the moisture content and dew point temperature for aqueous phases (liquid water, ice and gas hydrate), additional experimental studies of the phase equilibrium in the “natural gas - water - hydrate” system are required. Therefore, the development and improvement of methods for determining the technological parameters of natural gas drying devices is a topical research topic. [2].

The presence of moisture in hydrocarbon gases is characterized by several parameters.

Moisture capacity (humidity) of a gas– the amount of water vapor in a saturated state at a given temperature and pressure (g/m^3).

Absolute humidity of the gas - This is the actual amount of water vapor (in g/m^3 of gas).

Relative humidity - It is the ratio of the mass of water vapor actually present in a gas mixture to the saturated mass, that is, the ratio of absolute humidity to the moisture content of the vapor that could be contained in a given volume at the same pressure and temperature. Relative humidity is also expressed as the ratio of the partial pressure of water vapor in a gas to the saturated vapor pressure at the same temperature.

Gas drying - This is the process of removing moisture from it, i.e. a decrease in absolute and relative humidity. Usually, the depth of drying (the amount of residual moisture) is regulated by the dew point.

Dew point - This is the temperature at a given pressure at which water vapor is saturated, that is, it is the highest temperature at which moisture droplets can condense in a given pressure and gas composition. The deeper the drying, the lower

ISSN 3030-3907

the dew point, which usually depends on the subsequent gas direction, from -20 to -70°C.

Dew point depression (loss) is called - The difference between the dew point of wet and dry gas is understood. The degree of gas drying (dew point depression) is determined by the location where the gas is to be delivered to the consumer or for further processing.

The presence of moisture in gas is undesirable (and sometimes dangerous) for its transportation process, since moisture can precipitate in pure form or in the form of hydrates with hydrocarbons, which causes various corrosion problems in the operation of transport equipment systems. If the moisture in the gas is to be further processed at low temperatures, its dew point should be below the processing temperature of the process gas. Moisture can also poison some of the catalysts used in further processing of the gas. The degree of drying of the gas (dew point) is determined depending on where the gas is to be sent - to the consumer or for further processing. If the gas is shipped to a consumer, the dew point of the dried gas is selected so that the dew point of the gas is several degrees below the minimum temperature at which it is possible to cool the gas during transportation, depending on the humidity. To prevent moisture condensation and liquid blockages in the pipeline, if the gas is to be sent for further processing, such as separation by low-temperature condensation or rectification, the dew point of the dried gas is determined based on the expected operating temperature of the subsequent processing steps.

Natural gas drying methods: Gas drying can be carried out using various methods: direct cooling, absorption, adsorption, or a combination of these methods.

Freeze drying: When a gas is cooled at constant pressure, excess moisture condenses and its dew point decreases accordingly. This is the basis for drying the gas by cooling, the lower limit of gas cooling being limited by the conditions for the formation of hydrates.

This method is not essential for gas drying and is usually used as an element in combination with other methods (to remove the main amount of moisture in advance).

In the absorption drying of hydrocarbon gases, the absorption process is of two types, depending on the interaction between the absorbent and the absorbent. Physical absorption and chemical absorption,

In physical absorption, no chemical reaction is observed during the absorption of a gas. In this case, an equilibrium of pressures of a large or small value occurs above the solution between the component and the adsorbent, that is, the partial pressure in the gas phase continues until it exceeds the equilibrium

ISSN 3030-3907

pressure above the solution. In this case, a countercurrent is applied to completely remove the components from the gas, and complete separation is achieved by driving the adsorbents that do not contain the component to be removed into the absorber.

Absorption drying, such as DEG and TEG drying, is based on the selective absorption of water vapor by liquid dust-absorbing substances used as sorbets. Partial dehydration of the gas occurs in a number of processes for its purification from sulfur compounds (for example, in the purification of gas from sulfur compounds with glycol solutions). Initially, ethylene glycol and glycerin were used as dust absorbers, later they switched to less volatile compounds - diethylene glycol and triethylene glycol.

RESULT: Diethylene glycol (DEG) and triethylene glycol (TEG) are mainly used for absorption drying. To a lesser extent, ethylene glycol (EG) is used as a hydrate inhibitor for injection drying in heat exchangers. A number of di- and triethylene glycol derivatives or by-products obtained during their processing (ethyl carbinol, tetraethylene glycol, propylene glycol, etc.), although they have high hygroscopicity, are widely used.

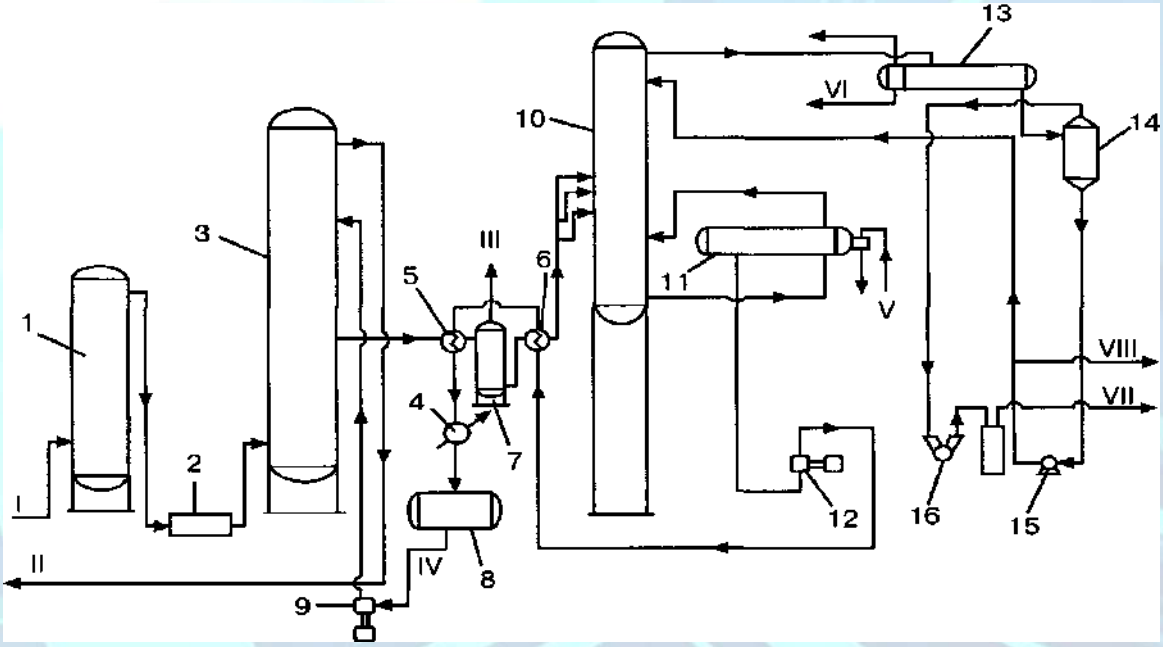


Figure 1. Technological scheme of industrial gas dehydration equipment:

1 - dust collector; 2 - measuring point; 3 - absorber; 4 - freezer; 5, 6 - first and second sections of heat exchangers in the same way; 7 - air meter; 8 - intermediate power DEG; 9, 12 and 15 - pumps; 10 - desorber; 11 - boiler; 13 - condenser; 14 - condensate tank; 16 - vacuum pump RMK-3. Flows: I - raw gas from the condenser; II - dry gas; III - flue gases; IV - recovered DEG; V - water vapor; VI - cooling water; VII - vapor release into the atmosphere; VIII - condensate discharge into the sewer.

ISSN 3030-3907

At each stage, the drying process occurs in the cone of the crack, mainly where glycol droplets are formed, and ends in the volume of the apparatus and the separator. For glycol filtration, filters are available that ensure the removal of suspensions with particles larger than 5 microns, since they lead to mechanical mixing and foaming of the solution.

If the process of drying gas with glycol is carried out at low temperatures, then a 70-85% solution of monoethylene glycol is used, and the glycol is injected into the heat exchanger. This version of the gas drying scheme is used today in many gas processing plants for dust removal.

Glycol injection gas drying plant consists of three main units: glycol injection, three-phase separator and glycol recovery unit. Drying efficiency depends on the gas/glycol contact area, i.e. the degree of atomization of the dryer. Special sprayers are used for fine atomization of glycol. As the gas moves through the pipes, the liquid droplets become larger, facilitating the separation of dry gas from the saturated desiccant as well as from condensed hydrocarbons. Water desorption is carried out in the glycol regenerator. A schematic diagram of the industrial plant is shown in Fig. The compressed raw gas passes through a water cooler 1, a water separator 2, a glycol injection unit 3 and a heat exchanger 4. The gas then enters the propane cooler 5 and then the three-phase separator 6.

The dried gas and hydrocarbon condensate from the three-phase separator are sent for further processing, i.e. regeneration of saturated glycol. After passing through the aeration unit 7, the glycol saturated with water enters the 8th stage, is placed in the upper part of the column 9. It cools and partially condenses the water vapor in the column, which provides irrigation of the column. Then the saturated glycol enters the lower part of the purification column through a heat exchanger. The removed water vapor is discharged into the atmosphere, and the regenerated glycol enters the heat exchanger through a level regulator and then flows through the water cooler 1 to the tank 11.

The regenerated glycol from the tank is pumped through a filter by pump 12 and sent to the injection block.

Each of the gas drying schemes has its own advantages and disadvantages. The method of injection with simultaneous cooling of the gas allows to significantly lower the dew point, to dry the gas and the resulting gas condensate at the same time, and to use glycols with a concentration of 70-80% as a desiccant. The disadvantages of the glycol injection drying method are the high losses of the dryer with gas condensate. Drying by gas absorption minimizes glycol loss, but requires high glycol recovery (up to 95-99%).

ISSN 3030-3907

SELECTION: Various drying processes have been developed for the drying of gases. For example, cooling drying, in which water is collected in the form of droplets when the gas is cooled. Absorption drying mainly uses diethylene glycol (DEG) and triethylene glycol (TEG). In rare cases, ethylene glycol (EG) has been used as a hydrate inhibitor for injection drying in heat exchangers, and technological solutions have been developed for drying gases.

REFERENCES

1. Maxmudov, M., & Jumaboyev, B. (2024). Gaz sanoati texnologik tizimlarida gaz gidratlarining hosil bo ‘lishini oldini olish va tabiiy gazlarni quritishning istiqbolli yo ‘nalishlari. YASHIL IQTISODIYOT VA TARAQQIYOT, 2(3).
2. Mukhtor, M., & Bobojon, J. (2024). THE MAIN DIRECTIONS OF WORK ON IMPROVING TECHNOLOGY FOR THE PREVENTION OF THE FORMATION OF MAN-MADE HYDRATE. Universum: технические науки, 12(11 (128)), 21-22.
3. Жумабоев, Б. О., & Егамназарова, Ф. Д. (2023). РАВНОВЕСИЕ ДВИЖУЩАЯ СИЛА И КИНЕТИКА АБСОРБЦИИ. JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY BULLETIN, 6(5), 39-49.
4. Kuyboqarov, O., Egamnazarova, F., & Jumaboyev, B. (2023). Studying the activity of the catalyst during the production process of synthetic liquid hydrocarbons. Universum: технические науки, (11-7 (116)), 41-45.
5. Rizayev, S. A., Abdullayev, B. M., & Jumaboyev, B. O. (2023). Gazlarni kimyoviy aralashmalardan tozalash jarayonini tadqiq qilish. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 1(1), 71-75.
6. Bakhtishod, A., & Abdurasul, B. (2025). NATURAL GAS PURIFICATION FROM HIGH HYDROCARBONS IN A VORTEX TUBE. Universum: технические науки, 11(5 (134)), 29-32.
7. Abdullaev, B. M., & Sayfullaev, T. K. (2023). Analysis of the causes of accidents in gas pipelines transport, national economy and main pipelines. journal of multidisciplinary bulletin, 6(4), 123-126.
8. Torayevich, K. M. (2023). Determination of the influence of the composition of catalysts on the catalytic characteristics. journal of multidisciplinary bulletin, 6(5), 8-15.
9. Torayevich, K. M. (2023). Development of hybrid catalyst and synthesis of liquid hydrocarbons based on them. journal of multidisciplinary bulletin, 6(5), 1-7.
10. Karshiev, M. T., Kh, S. T., & Abdullaev, B. M. (2023). Purification of natural gas from co2 by adsorption method. journal of multidisciplinary bulletin, 6(5), 62-76.

ISSN 3030-3907

11. Xayrulla o‘g‘li, S. T. (2022). Yo‘ldosh gazlarni qayta ishlash zavodlaridagi korroziya bilan bog‘liq muammolarni yechishda ingibitorlardan foydalanish. Journal of new century innovations, 10(4), 20-22.
12. Rahmatovich, C. N., & Xayrulla o‘g‘li, S. T. (2022). Yo‘ldosh gaz-kondensatlarini barqarorlashtirish qurilmalarida ingibitorlardan foydalanish. Journal of new century innovations, 10(4), 23-25.
13. Abdullaev, B. M., & Sayfullaev, T. K. (2024). Cobalt fischer–tropsch catalyst regeneration. journal of multidisciplinary bulletin, 7(1), 105-113.
14. Kh, K. S., & Abdullaev, B. M. (2025). EFFECT OF PROMOTER METALS ON CATALYST ACTIVITY IN PROPANE-BUTANE FRANCOATION. FARS International Journal of Education, Social Science & Humanities., 13(6), 453-461.
15. Boboniyozovich, R. X., Mengliqulo‘G‘Li, A. B., Ulug‘Beko‘G‘Li, U. E., & Rustemuli, M. B. (2025). KREMNIYLI SEOLITLARDA N-GEKSANNI AROMATLASH. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 3(1), 186-189.

ISSN 3030-3907

PAXTANI MAYDA IFLOSLIKLARDAN TOZALASH JARAYONIDA FOYDALI YUZA MAYDONINI OSHIRISH

Toxirova Maftuna Umidjon qizi
Namangan davlat texnika universiteti, Tadqiqotchi
Salomova Mashhura Arabboq qizi
Namangan davlat texnika universiteti. Doktorant

Annotatsiya. Rivojlangan davlatlar tajribasida chigitli paxtani aralashmalardan tozalash texnikasi va texnologiyalari takomillashtirishga qaratilgan tadqiqotlar muhim ahamiyatga ega. Chigitli paxtaning tozalash jarayonida samarali texnologiyalar va qurilmalarni ishlab chiqish, toza paxta olish uchun yuqori samarali to'rli yuzalarini yaratish, alternativ ish rejimlarini ishlab chiqish va yuqorida zikr etilgan vazifalarni bajarish parametrlari dolzarb masalalardan biri hisoblanmoqda va ushbu maqolada paxta tozalash mashinasini asosiy ishchi organi bo‘lgan to‘rli yuzaning foydali ishchi yuzasini oshirish maqsadida aylanuvchi to‘rli barabanlar taklif etilganligi keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Paxta, to‘rli yuza, mayda ifloslik, texnologiya, pnevmomexanika, pnevmatik, qoziqli baraban, aylanuvchi baraban, to‘rli yuza, ta’minlagich.

Аннотация. В опыте развитых стран важное значение имеют исследования, направленные на совершенствование техники и технологий очистки хлопка-сырца от примесей. Разработка эффективных технологий и устройств в процессе очистки хлопка-сырца, создание высокоэффективных сетчатых поверхностей для получения чистого хлопка, разработка альтернативных режимов работы и параметры выполнения вышеуказанных задач являются одними из актуальных вопросов, и в данной статье представлено, что для увеличения полезной рабочей поверхности сетчатой поверхности, являющейся основным рабочим органом хлопкоочистительной машины, предложены вращающиеся сетчатые барабаны.

Ключевые слова: Хлопок, сетчатая поверхность, мелкие загрязнения, технология, пневмомеханика, пневматический, колковый барабан, вращающийся барабан, сетчатая поверхность, питатель.

Abstract. In the experience of developed countries, research aimed at improving the techniques and technologies for cleaning raw cotton from impurities is of great importance. Developing effective technologies and devices for the raw cotton cleaning process, creating highly efficient mesh surfaces to obtain clean cotton, developing alternative operating modes, and implementing the above-mentioned tasks are among the pressing issues, and this article presents that rotating mesh drums are proposed to increase the useful working surface of the mesh surface, which is the main working part of the cotton cleaning machine.

ISSN 3030-3907

Keywords: Cotton, mesh surface, small impurities, technology, pneumomechanics, pneumatic, колковый барабан, rotating drum, mesh surface, feeder.

Kirish

Jahonda asosiy paxta yetishtiruvchi AQSH, Hindiston, Xitoy, Pokiston va boshqa davlatlarda zamonaviy axborot texnologiyalari, ilm-fan va raqamli texnologiya yutuqlaridan keng foydalangan holda, ilmiy amaliy yondashuv asosida, chigitli paxtani qabul qilish va ishlab chiqarishga uzatish, quritish, tozalash, jinlash, tolani tozalash, jarayonlaridagi mavjud texnologik muammolarni yechish, texnologik mashinalarni yangi samaradorligi yuqori bo‘lgan texnika texnologiyalarni qo‘llash hamda undan oqilona foydalanish masalalariga alohida ahamiyat berilmoqda. Hozirgi kunda dunyo bo‘yicha paxtani tozalash jarayonida uskunalarning tozalash samaradorligini oshirish, tola hamda chigitning shikastlanish miqdorini kamaytirish modellarini ishlab chiqish asosida texnologik rejimlarini tanlash va paxtani mayda iflosliklardan tozalash uskunasini amaliyotga joriy etishni taqazo etadi. Shu sababdan paxtani mayda yot aralashmalardan tozalash samaradorligini oshirish maqsadida yangi konstruksiyadagi tozalash uskunasini matematik modelini ishlab chiqish, ratsional rejimlarini tanlash va ish unumdorligi yuqori, resurstejamkor, tola va chigit sifatini yuqori ko‘rsatkichlarda saqlovchi texnologiyalarni ishlab chiqish hamda ulardan foydalanish masalalariga alohida e’tibor qaratilmoqda.

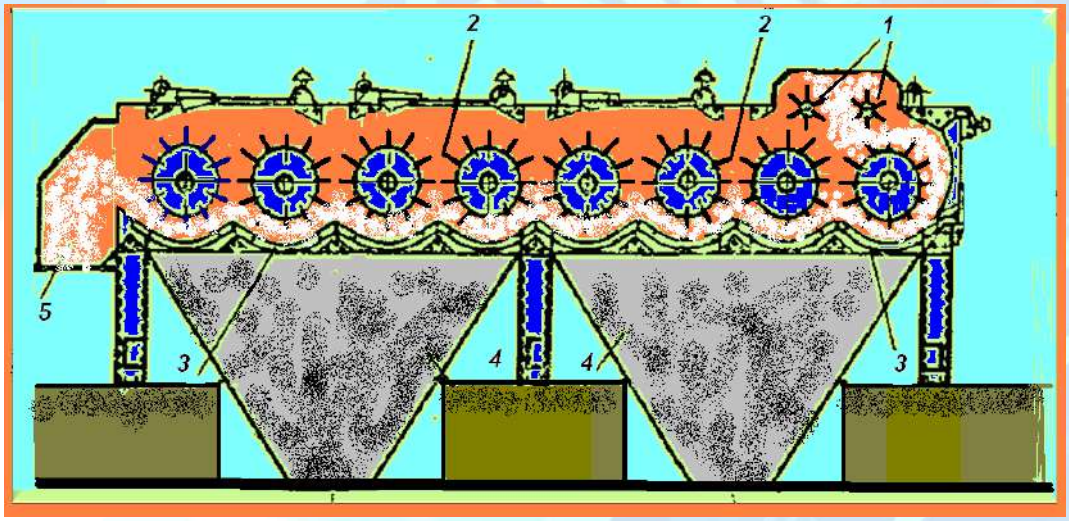
Chigitli paxtadan mayda iflosliklarni ajratish mashinalari pnevmatik, pnevmamexanik va mexanik tizimlarga bo'linadi. Ular texnologik liniyada o'rnatilish joyiga qarab individual va batareyali ish organlarining ta'siri, shuningdek, ish organlarining soniga ko'ra bir barabanli va ko'p barabanli konstruksiyalarda barabanli va shnekli xillarga ajratiladi. Mayda qo'shilmalarning chigitli paxtadan ajralishi barabanli va shnekli tozalagichlarda samarali amalga oshiriladi, bunda chigitli paxtani elash jarayoni juda muhim ahamiyatga ega. Qoziqli barabanlar, asosan, mayda iflosliklarni tozalash uchun mo'ljallangan uskunalarda qo'llaniladi, shuning uchun ushbu uskunalar tahlilida alohida e'tibor qaratish zarur.

Paxta tozalash korxonlarida paxta tarkibidan dastlab mayda iflosliklar ajratiladi. Bunda korxonda 1XK rusumli tozalagichlardan foydalaniladi. 1XK rusumli tozalash mashinasi 1-rasmda keltirilgan bo‘lib u 8 ta qoziqchali-plankali barabandan iborat. Qoziqchalar 75 mm balandalikda, har ikki qator qoziqchadan so‘ng parraklar ham shu balandlikda barabanga qotirilgan. Barabanlar ostiga kolosnikli panjaralar yoki perfaratsiya usulida tayorlangan to‘r o‘rnatilgan.

Mashinaga paxta yuklash shaxtasi orqali ta’minlovchi valiklarga (1)

ISSN 3030-3907

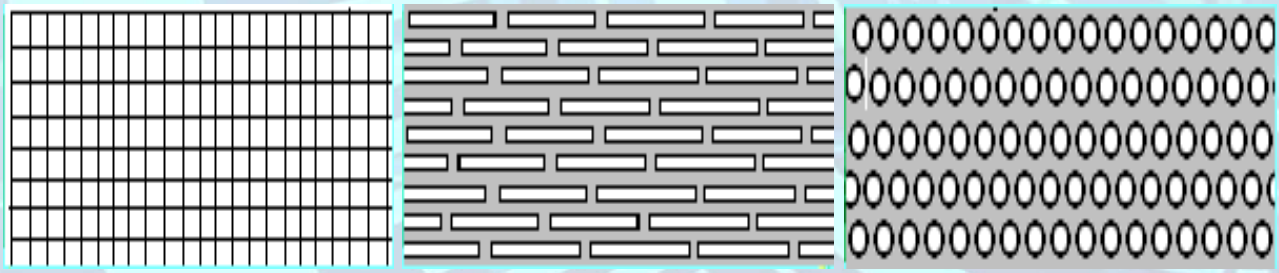
uzatiladi. Ta’minlovchi valiklar qoziqchali-plankali barabanlarga paxtani bir me’yorda ta’minlash vazifasini o‘taydi. IVA variatoriga ulangan bo‘lib, uning ta’minlovchi valiklari 0-20 (ayl/daq) gacha aylanishlar soniga ega. Qoziqchali barabanlarga (2) paxta tushadi va qoziqchalar bilan titilib, to‘rli yuzaga (3) uriladi. Natijada chigitli paxta silkitilib, mayda iflosliklardan tozalanadi. To‘rli yuza orqali ajralib chiqqan iflosliklar bunkerlarga (4) tushib, yig‘uvchi shnek yordamida tashqariga chiqib ketadi.[4.5]



1-rasm. 1XK rusumli tozalash mashinasi

1-ta’minlash valiklari; 2-qoziqchali-parrakli barabanlar; 3-to’rli sirt (yuza); 4-ifloslik bunkeri; 5-nov.

Tozalash jarayonining asosiy ishchi qismlari to‘rli yuza xisoblanadi. 2-rasmda turli xil to‘rli yuzalar keltirilgan. To‘rli sirtlar po‘lat simlardan to‘qilgan, har xil shakldagi ko‘zli, yaxlit tunuka yoki turli shakldagi kolosniklardan yasalgan bo‘lishi mumkin. Perfaratsiyalash uslubida tayyorlangan to‘rli sirtning teshiklar (ko‘zlar) o‘lchamlari 4,5 x 50 mm, yoki 6 x 50 mm qilib tayyorlanadi.



a) **b)** **v)**

2-rasm. To‘rli sirtlar (yuzalar) turlari

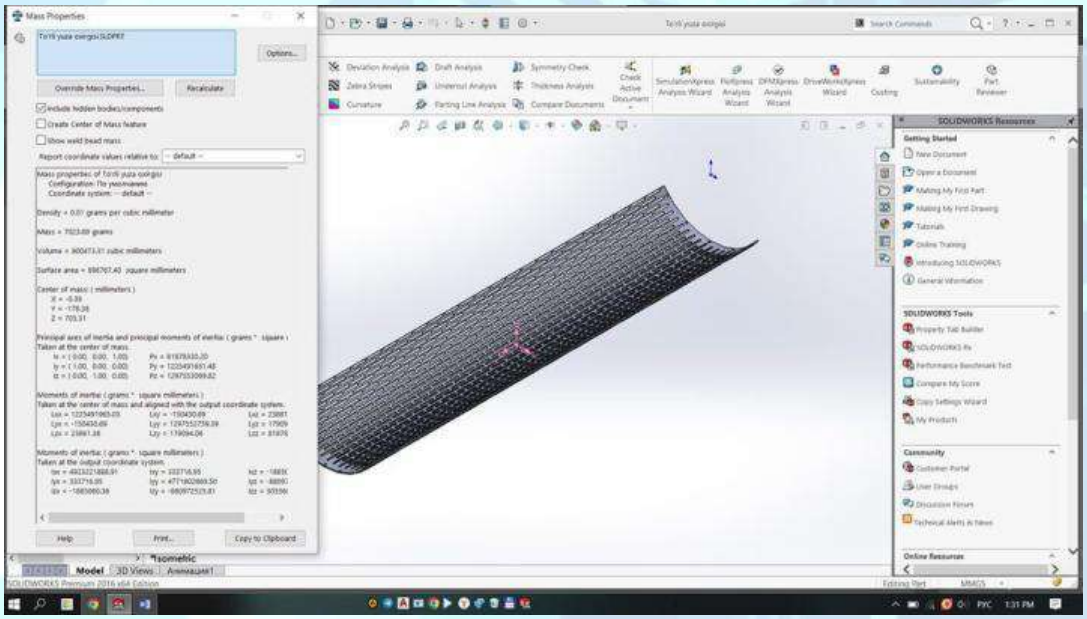
a) po‘lat simdan to‘qib qalaylangan; b), v) perfaratsiyalash usulida har xil teshikli 3 mm qalinlikdagi po‘lat tunukadan yasalgan.

Amalda foydalanib kelinayotgan tozalash uskunalar kamchiliklari o‘rganilib chiqildi va tadqiqotlar davomida amalda foydalanilayotgan to’rli yuzadan voz

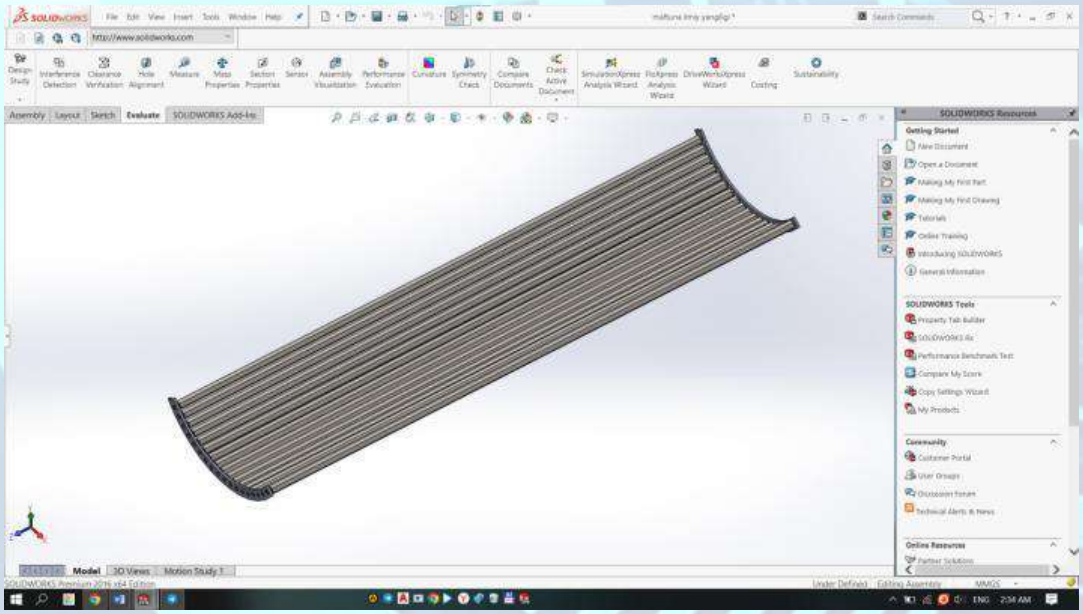
ISSN 3030-3907

kechib ko‘p qirrali kolosniklardan foydalanishni taklif etildi va amaldagi to’rli yuza hamda yangi taklif etilayotgan kolosniklarning foydali ishchi yuzasini aniqlandi.

To‘rli yuzaning foydali yuzasini aniqlash - bu ilmiy-texnik jihatdan juda muhim bosqich bo‘lib tozalash samaradorligini yaxshilashga imkon beradi. Foydali yuzasi qanchalik katta bo‘lsa, paxta tolalari va iflosliklarni ajratish uchun ishlatiladigan real sirt maydoni ham shunchalik ko‘p bo‘ladi. Bu esa paxtani tarkibidagi iflosliklarni tez va samarali ajratish imkonini beradi.



1-rasm. Paxtani mayda iflosliklardan tozalash mashinasining asosiy ishchi organidan biri mavjud to‘rli yuz

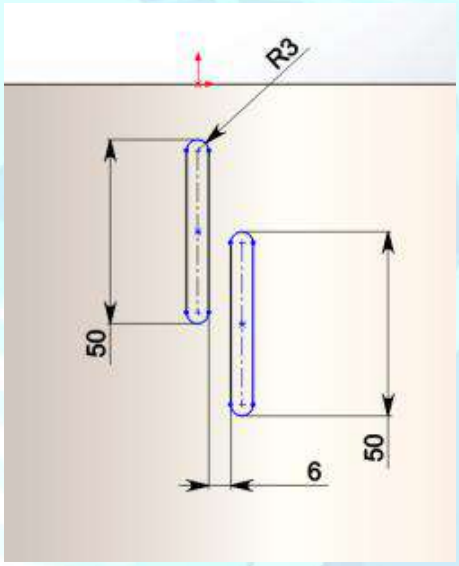


2-rasm. Takomillashtirilgan 6 qirrali kalosnikli panjara.

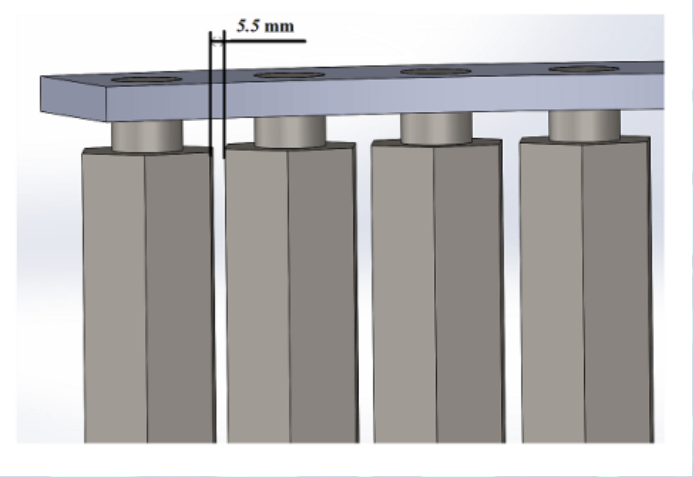
Mavjud hamda biz taklif qilayotgan ishda foydali yuza qanday bo‘lishini ko‘rib chiqamiz. Foydali ishchi yuzani (mayda iflosliklarni tushirib yuboradigan

ISSN 3030-3907

ochiq yuzani) solishtirish uchun biz quyidagilarga asoslanamiz. Dastlab diametri 414 mm da qoziqli baraban markaziga nisbatan 110 gradusda joylashgan bir dona to‘rli yuzani hamda xuddi shu o‘chamda joylashgan 6 qirrali kalosniklarni maydonini aniqlab oldik. To‘rli yuzalarning umumiy uzunligi 1900 mm ni tashkil qiladi.



3-rasm. Mavjud to‘rli yuzaning teshigini o‘lchamlari.



4-rasm. Takomillashtirilgan 6 qirrali kalosnikli panjara o‘lchami

To‘rli yuzani foydali yuzasini aniqlashda dastlab mavjuda to‘rli yuzaning foydali yuzasini aniqlaymiz. To‘rli yuza aylana shaklidagi barabanning faqat ma’lum bir burchagida joylashgan bo‘lsa, u holda u aylananing sektori deb qaraladi. Sektor yuzasini hisoblash formulasi quyidagicha:

$$S = \pi \cdot R^2 \cdot \frac{\theta}{360}$$

Bu yerda:
S – sektor yuzasi (mm²),
R – aylana radiusi (mm),
θ – sektorning markaziy burchagi (gradus).

ISSN 3030-3907

Teshikning to‘rli yuzasi quyidagicha aniqlanadi.

$$A = \pi \cdot (d/2)^2 = 28.27 mm^2$$

Bu yerda:

A – bitta teshik yuzasi (mm²),

d – teshik diametri (mm).

Umumiy foydali yuza=A· N

N-1m^2dagi teshiklar soni

$$28.27 \cdot 12321 = 348{,}300 \text{ mm}^2$$

Yoki foydali yuzasi:

$$F_y = \frac{348{,}300}{1000000} \cdot 100 = 34{,}8\%$$

Mavjud to‘rli yuzaning foydali yuzasi 34,8% ni tashkil qildi.

Takomillashtirilgan 6 qirrali kalosnikli panjarani ham foydali yuzasini yuqoridagidek aniqladik.

Umumiy foydali yuzasi $= 33{,}124 * 28{,}27 = 936{,}600\ mm^2$

Demak takomillashgan kalosnik panjara foydali yuzasi = **93.6%** ni tashkil qildi.

Takomillashgan kolosniklarni qo‘llash orqali to‘rli yuzaning foydali ishchi yuzasi oshishi natijasida uskunaning tozalash samaradorligi 18% oshishi ish unumdorligi esa sezilarli darajada oshgani aniqlandi.

Xulosa qilib aytganda, paxta tozalash zavodlarida innovatsion yondashuvlarni joriy etish, tolalar sifatini oshirishga yordam beradi. Bu jarayonda texnologik jarayonlarni bir-biriga bog'lab, paxtaning sifatini saqlash va iqtisodiy samaradorligini oshirish muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Р.М. Каттаходжаев, Х.А. Зияев, С.Х. Қадирходжаев Влияние конструктсии узлов пневтранспортнйкҳ установок на породообразование в волокне и повреҳденност семян. Хлопковая промйшленност. 1983, №3, Б.12-13.

2. О. Саримсаков, Р. Мурадов Совершенствование протсессов подоги хлопка пневтранспорт. Хлопковая промйшленност. 1992, №3, Б.10-11.

3. R. Muradov, H.Kosimov, O. Qozoqov, M. Toxirova “Paxta tozalash mashinasi”. FAP 0132. 2023 y.

4. X.T.Axmedxodjayev, M.T.Xodjiyev, M.Amduvoxidov. “Mashinalarni loyihalash asoslari” darslik. Toshkent-2020, 107-130 betlar.

5. M.Salomova, N.Oripov, O.Sarimsakov, F.Raximov *Pnevmotransport orqali paxta xomashyosini tashish jarayonida energiya resurstejamkor texnologiyadan foydalanish // NamMTI ilmiy-texnika jurnali, 2-son 2020 y, 138-144 b.*

ISSN 3030-3907

6. M.Salomova, X.Qosimov, F.Raximov Pnevmotransport qurilmasi elementlarini takomillashtirish // *Mexanika muammolari № 1-son, 2019 y*, 101-105 b.
7. Jamolov, A., Muradov, R., Kozokov, S., Abdukarimov, T. (2023, June). Theoretical analysis of the process of cleaning cotton from small contaminants on a drum with an inclined splitter. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2789, No. 1). AIP Publishing.
8. A.Jamolov, S.Qozoqov. Paxtani yirik iflosliklardan tozalash mashinasining ishchi qismlarni takomillashtirish // Andijon mashinasozlik instituti. xalqaro ilmiy-amaliy anjuman. 3-oktabr 2023-yil, Andijon.
9. S.Qozoqov, R.Muradov, S.Egamov. Paxtani iflosliklardan tozalash mashinasining ta'minlagichdagi harakati nazariy yo'l bilan aniqlash // Interdiscipline innovation and scientific research conference British International Science Conference 15th July, 2023. Great Britain, London.
10. S.Qozoqov, R.Muradov, E.Tadayeva, T.Sayfidinov. Paxtani tozalovchi mashina konstruksiyasini takomillashtirish // Jizzax politexnika instituti. Respublika miqyosidagi ilmiy-texnik anjumani. Jizzax, 8-9 aprel 2022.
11. S.Qozoqov. Paxta tozalash texnika va texnologiyalarining rivojlanishi uchun olib borilgan tadqiqotlar tahlili // Namangan muhandislik-texnologiya instituti. xalqaro ilmiy-amaliy anjuman. 3-4 may 2023 yil, Namangan.

ISSN 3030-3907

THE ROLE OF STATE ECONOMIC POLICY IN INCREASING EMPLOYMENT

Akhmadjonov Sodiq Soliyevich

Senior lecturer of the Department of "Economics" of Andijan State Technical Institute

Abstract: This article explores the multi-dimensional role of state policy, educational institutions, and private sector initiatives in increasing employment, with a specific focus on the case of Uzbekistan. Drawing on national statistics and international best practices, the study examines employment trends from 2020 to 2023 and identifies key drivers of job creation such as vocational education, entrepreneurship promotion, and digital economy development. The literature review highlights how technological innovation, gender inclusion, and skills alignment have become central to modern labor market strategies. The discussion section offers a critical analysis of the structural challenges facing Uzbekistan's labor market, including informal employment, youth unemployment, and the mismatch between education and industry needs. Based on these findings, the article proposes a set of policy recommendations aimed at improving the quality, inclusiveness, and sustainability of employment in both urban and rural contexts. The research emphasizes the need for holistic, cross-sectoral coordination to ensure long-term employment growth in a transitioning economy.

Keywords: employment growth, vocational education, labor market, skills mismatch, informal sector, youth unemployment, gender inclusion, policy reform, digital economy, sustainable development.

Аннотация: В данной статье рассматривается многомерная роль государственной политики, образовательных учреждений и инициатив частного сектора в повышении уровня занятости, с особым акцентом на примере Узбекистана. Опираясь на национальную статистику и передовой международный опыт, исследование рассматривает тенденции занятости с 2020 по 2023 год и выявляет ключевые факторы создания рабочих мест, такие как профессиональное образование, содействие предпринимательству и развитие цифровой экономики. В обзоре литературы показано, как технологические инновации, гендерная инклюзивность и выравнивание навыков стали центральными элементами современных стратегий рынка труда. В разделе обсуждения представлен критический анализ структурных проблем, стоящих перед рынком труда Узбекистана, включая неформальную занятость, безработицу среди молодежи и несоответствие между образованием и потребностями промышленности.

ISSN 3030-3907

Основываясь на этих результатах, в статье предлагается ряд рекомендаций по политике, направленных на повышение качества, инклюзивности и устойчивости занятости как в городских, так и в сельских условиях. В исследовании подчеркивается необходимость комплексной межсекторальной координации для обеспечения долгосрочного роста занятости в условиях переходной экономики.

Ключевые слова: рост занятости, профессиональное образование, рынок труда, несоответствие навыков, неформальный сектор, безработица среди молодежи, гендерная инклюзивность, реформа политики, цифровая экономика, устойчивое развитие.

Annotatsiya: Ushbu maqolada davlat siyosatining ko'p qirrali roli, ta'lim O'zbekiston misolida alohida e'tiborni jalb qilgan holda bandlikni oshirish bo'yicha institutlar va xususiy sektor tashabbuslari. Milliy statistika va ilg‘or xalqaro tajribaga tayangan holda tadqiqot 2020 yildan 2024 yilgacha bo‘lgan davrda bandlik tendensiyalarini o‘rganadi va kasb-hunar ta’limi, tadbirkorlikni rag‘batlantirish va raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish kabi ish o‘rinlarini yaratishning asosiy omillarini aniqlaydi. Adabiyotlarni ko'rib chiqish texnologik innovatsiyalar, gender inklyuziyasi va ko'nikmalarni uyg'unlashtirish zamonaviy mehnat bozori strategiyalarida qanday markaziy o'ringa ega bo'lganini ta'kidlaydi. Muhokama bo‘limida O‘zbekiston mehnat bozori oldida turgan tarkibiy muammolar, jumladan, norasmiy bandlik, yoshlar ishsizligi hamda ta’lim va sanoat ehtiyojlari o‘rtasidagi nomuvofiqlik tanqidiy tahlil qilingan.

Ushbu topilmalarga asoslanib, maqola maqsadli siyosat bo'yicha tavsiyalar to'plamini taklif qiladi shahar va qishloq sharoitida bandlikning sifati, inklyuzivligi va barqarorligini oshirish. Tadqiqot o'tish davridagi iqtisodiyotda uzoq muddatli bandlikning o'sishini ta'minlash uchun yaxlit, tarmoqlararo muvofiqlashtirish zarurligiga urg'u beradi.

Kalit so'zlar: bandlikning o'sishi, kasbiy ta'lim, mehnat bozori, malakalarning mos kelmasligi, norasmiy sektor, yoshlar ishsizligi, gender inklyuziyasi, siyosat islohoti, raqamli iqtisodiyot, barqaror rivojlanish.

Introduction

Employment is not merely a source of income for individuals—it is the cornerstone of sustainable development, economic resilience, and social stability. The issue of job creation and employment growth has gained even more urgency in the post-pandemic global landscape, where labor markets have been disrupted by automation, remote work, and fluctuating demand across various sectors. Today, employment is viewed through a multidimensional lens that includes not only the quantity of jobs but also their quality, inclusiveness, sustainability, and

ISSN 3030-3907

adaptability to technological changes. According to the International Labour Organization (ILO), global unemployment reached 6.5% in 2020 due to the COVID-19 pandemic but gradually declined to 5.3% by the end of 2024. However, the ILO notes that youth unemployment, gender disparities, and skills mismatches remain significant challenges, especially in developing and transition economies. The growing need for adaptive labor markets has compelled many governments to introduce structural reforms targeting entrepreneurship, vocational and technical education, small business support, and digital skills development. In Uzbekistan, the employment agenda has become a central pillar of the country's socio economic policy. Under the framework of the "Uzbekistan– 2030 Strategy", special attention is being paid to:

- stimulating job creation in the private sector;
-expanding access to vocational training and higher education;
-promoting women's and youth employment;
-developing green and digital jobs;
-fostering regional industrial zones and agricultural clusters

The Presidential Decree PQ-5000 (2021) and subsequent national programs such as "Youth Employment," "Digital Uzbekistan," and "Each Family is an Entrepreneur" have led to the creation of tens of thousands of new jobs, especially in rural and underdeveloped regions. To better understand the structural changes in employment patterns, the table below provides comparative data on the sectoral distribution of employment in Uzbekistan:

Table 1.

Sectoral distribution of employment in Uzbekistan (2020–2024)

Sector	2020 (%)	2021 (%)	2022 (%)	2023 (%)	2024 (%)
Agriculture	26,1	24,8	23,7	22,5	22,1
Industry	14,3	15,1	16,3	17,2	17,8
Construction	6,2	6,9	7,4	8,0	8,4
Services	53,4	53,2	52,6	52,3	51,7

As shown in the table, there is a gradual shift from agriculture towards industry and construction, reflecting industrialization trends and government-backed infrastructure development programs. The service sector continues to dominate, highlighting the rising importance of retail, IT, education, logistics, and finance in absorbing labor. Moreover, the development of freelancing, remote work, and platform-based gig employment has opened new avenues for young professionals, especially in urban areas. Platforms such as Upwork, Fiverr, and

ISSN 3030-3907

local freelance hubs are becoming increasingly popular, particularly among youth with digital skills.

However, challenges remain

-The informal sector still accounts for over 45% of total employment, posing risks to job security and social protection.

-There is a noticeable skills mismatch between higher education output and labor market needs, especially in digital technologies, engineering, and applied sciences.

-Women's employment lags behind men's due to social, cultural, and infrastructural barriers, particularly in rural regions. Given this complex landscape, this article aims to explore the multi-sectoral and institutional role in increasing employment through a structured analysis of policy initiatives, educational systems, private sector dynamics, and international best practices. The goal is to offer evidence-based recommendations to make employment more inclusive, sustainable, and future-oriented.

Literature Review. The issue of employment has been extensively studied in the fields of economics, sociology, political science, and public policy. Scholars have long argued that employment plays a foundational role in poverty reduction, social cohesion, and economic resilience. The classical theory of employment, as presented by Keynes (1936), emphasized the importance of aggregate demand in stimulating job creation. According to Keynesian economics, government interventions such as public works, subsidies, and tax incentives are necessary during periods of economic downturn to reduce unemployment and maintain consumer confidence. In contrast, neoclassical economists like Friedman (1968) viewed unemployment as largely voluntary or frictional and advocated for minimal government interference, suggesting that the labor market would naturally reach equilibrium through wage flexibility. However, in today's complex globalized and technologically driven economies, most modern theorists agree that a balanced approach—combining state regulation and market mechanisms—is essential for sustainable employment growth. Recent literature increasingly emphasizes the role of structural transformation, technological innovation, and skill development in employment generation. According to the World Bank (2020), economies that have successfully transitioned from agriculture to industry and services have witnessed significant improvements in employment quantity and quality. The World Employment and Social Outlook Report (ILO, 2024) highlights that economies that invest in vocational education, entrepreneurship, and small and medium enterprises (SMEs) experience more inclusive and resilient labor markets.

Scholars such as Acemoglu and Restrepo (2018) have explored the implications of automation and artificial intelligence (AI) on employment. Their

ISSN 3030-3907

research suggests that while technological innovation may displace low-skilled jobs in the short run, it simultaneously creates new job categories—particularly in digital, creative, and service sectors—thereby necessitating adaptive workforce policies and lifelong learning strategies. Another stream of literature focuses on youth employment and gender equity. According to the ILO's Youth Employment Trends 2023, global youth unemployment rates remain significantly higher than those of adults, primarily due to education-to-work mismatches, lack of experience, and slow job creation. Scholars such as Kabeer (2012) and Grown (2016) have emphasized the need to eliminate gender-based barriers to employment, especially in traditional societies where women's participation is hindered by cultural norms, lack of childcare infrastructure, and limited access to finance.

In the context of Uzbekistan, national scholars and institutions have begun addressing employment challenges through localized studies. For example, Karimov (2021) analyzed the impact of the "Every Family is an Entrepreneur" program, noting a 17% increase in micro business activities in rural areas and significant job creation, particularly among women and youth. Likewise, Yuldasheva (2022) conducted a sectoral employment analysis and found that industrial zones and regional clusters played a key role in creating high-productivity jobs in non agricultural sectors. Further, the Ministry of Employment and Poverty Reduction of Uzbekistan (2023) has emphasized the critical importance of strengthening the vocational education system, expanding digital literacy, and encouraging youth entrepreneurship to narrow the employment gap. This aligns with international recommendations provided by the World Economic Forum (2021), which calls for "reskilling revolutions" and public-private partnerships to bridge future skills gaps.

In summary, the reviewed literature reveals a broad consensus that increasing employment requires multi-level policy interventions encompassing:

- macroeconomic stability and infrastructure investment;
- educational reforms focused on market-relevant skills;
- inclusive support for vulnerable groups (e.g., youth, women, rural populations);
- digital and green economy transition.

This body of research provides a foundation for further analysis in the following sections, where empirical data and country-specific strategies will be examined to assess the effectiveness of various employment-enhancing initiatives.

Discussion. The issue of employment cannot be approached from a one-dimensional perspective, as it is deeply intertwined with economic growth, education systems, institutional capacity, demographic trends, and technological innovation. The review of literature, along with global and national employment

ISSN 3030-3907

trends, reveals that increasing employment requires a coordinated, multi-sectoral approach that involves not only governments but also private enterprises, civil society, and educational institutions.

In the case of Uzbekistan, the government has made notable strides in improving labor market outcomes over the past five years. Programs such as "Youth Employment," "Every Family is an Entrepreneur," and "Digital Uzbekistan" have directly contributed to the expansion of micro enterprises, job placements, and training opportunities. The decrease in the unemployment rate from 9.5% in 2020 to 5.1% in 2024 (State Statistics Committee) reflects the preliminary success of these interventions. However, a deeper analysis shows that quantitative employment growth must be matched with qualitative improvements, especially in rural areas where informal employment dominates and labor productivity remains low. A major challenge lies in aligning education and training systems with labor market needs. Although significant investments have been made in vocational and technical education, there remains a skills mismatch—especially in high-demand fields like information technology, industrial automation, and business services. For example, a 2024 survey by the Ministry of Higher and Secondary Specialized Education found that over 37% of graduates struggle to find jobs within six months, primarily due to lack of practical skills or outdated curricula. This indicates a need for stronger collaboration between educational institutions and employers, including more internships, dual training systems, and public-private partnerships in curriculum design.

Another crucial dimension is gender disparity in employment. While legal reforms have aimed to promote women's participation in the labor market, societal norms, caregiving responsibilities, and lack of access to affordable childcare continue to hinder full female inclusion. According to UN Women Uzbekistan (2024), the female labor force participation rate remains at 42.3%, significantly lower than that of men (67.1%). This gap is more pronounced in rural areas, where traditional family roles and limited mobility further restrict women's access to income generating activities. Addressing this imbalance requires targeted measures such as:

- subsidized childcare centers,
- flexible work arrangements,
- women-focused entrepreneurship training and finance programs.

In addition, youth unemployment remains a persistent issue. Despite constituting more than 60% of Uzbekistan's population, young people face barriers such as lack of experience, low access to capital, and limited exposure to entrepreneurship education. Programs like Startup Initiatives and MyFirst Business

ISSN 3030-3907

have shown promise but need broader reach and better mentorship systems. From an international perspective, several best practices offer valuable lessons:

- Germany's dual education system, which combines academic learning with on-the-job training, has successfully reduced youth unemployment.
- South Korea's SME support policies and innovation incentives have helped create high tech jobs in emerging industries.
- Finland's reskilling and lifelong learning strategies have enabled older workers to remain employable despite automation trends.

Uzbekistan can draw from these models by prioritizing:

scalable, quality-oriented vocational programs;

digital platforms for job matching;

tax incentives for firms that hire and train vulnerable groups;

comprehensive labor market information systems for policy planning.

It is also essential to address the informal sector, which accounts for nearly 45% of total employment. Informal workers often lack legal protection, social security, and access to upskilling programs. Bringing these individuals into the formal economy requires simplified business registration, tax reform, and incentives for formal job creation. Lastly, the transition to a green and digital economy represents both a challenge and an opportunity. Investments in clean energy, sustainable agriculture, and digital infrastructure have the potential to create thousands of new jobs—if the workforce is adequately prepared. A "just transition" framework is needed to ensure that workers in traditional sectors are not left behind. In sum, while progress has been made, sustainable employment growth in Uzbekistan depends on:

structural reforms in education and labor market institutions,

inclusive policies that address regional and demographic disparities,

and future-oriented strategies that prepare the workforce for a digital and green economy.

Conclusion. This study has demonstrated that increasing employment is a complex and multi dimensional process that requires the coordination of government policies, education systems, private sector engagement, and inclusive social strategies. The experience of Uzbekistan over the past four years shows significant progress in reducing unemployment and expanding vocational opportunities, especially through targeted programs for youth and rural communities. However, substantial challenges remain—such as skills mismatch, gender disparity, and the dominance of informal employment—that threaten the sustainability of current gains. To move toward long term employment growth, the government must continue its reforms in vocational education, promote public-

ISSN 3030-3907

private partnerships for skill development, and expand inclusive policies for marginalized populations. Moreover, the integration of digital and green economy initiatives offers a unique opportunity to generate future-oriented, high-quality jobs. A successful employment strategy must focus not only on job quantity but also on job quality, productivity, and formalization. This research contributes to the broader discourse on labor market development in transition economies and emphasizes the need for evidence-based, context specific policy interventions. Cross-sector collaboration, adaptive training systems, and support for entrepreneurship remain critical pillars in building a resilient and inclusive labor force.

REFERENCES:

1. Keynes, J.M. (1936). The General Theory of Employment, Interest, and Money. London: Macmillan.
2. 1–17. Friedman, M. (1968). The Role of Monetary Policy. American Economic Review, 58(1),
3. World Bank. (2020). World Development Report: Trading for Development in the Age of Global Value Chains. Washington, DC: World Bank Group.
4. International Labour Organization. (2023). World Employment and Social Outlook Trends 2023. Geneva: ILO.
5. Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). Artificial Intelligence, Automation, and Work. NBERWorking Paper No. 24196.
6. Kabeer, N. (2012). Women's Economic Empowerment and Inclusive Growth: Labour Markets and Enterprise Development. International Development Research Centre.
7. UN Women Uzbekistan. (2023). Gender Equality in the Labour Market: Statistical Review. Tashkent: UN Women Country Office.
8. Yuldasheva, D. (2022). Sectoral Analysis of Employment in Uzbekistan. Uzbekistan Economic Review, 3(12), 25–34.
9. Ministry of Employment and Poverty Reduction of Uzbekistan. (2023). Labor Market Indicators Report 2020–2023. Tashkent.
10. World Economic Forum. (2021). The Future of Jobs Report 2021. Geneva: WEF.

ISSN 3030-3907

THE DEVELOPMENT AND IMPORTANCE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE WORLD: THE EXAMPLE OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS

Sanjar Kulmatov

Department of Hydraulics and Engineering Structures Construction, Karshi State Technical University, 225, Mustakillik Avenue, 180100, Karshi, Uzbekitsan

E-mail: sanjarqulmatov0327@gmail.com

Abstract. This study examines the global development of renewable energy sources with particular emphasis on hydroelectric power plants as a leading clean energy technology. Through comprehensive analysis of global energy data from 2000-2023 covering 50 countries, this research evaluates hydropower's contribution to renewable energy transition and sustainable development goals. Results demonstrate that hydroelectric capacity has grown by 89% over the study period, reaching 1,355 GW globally, representing 45% of total renewable energy capacity. Statistical analysis reveals strong correlations between hydropower development and economic growth (r=0.73), energy security improvement (r=0.68), and carbon emission reductions (r=-0.81). Case studies from Norway, China, and Brazil illustrate diverse implementation models and their effectiveness. The findings indicate that strategic hydropower development, combined with complementary renewable technologies, provides viable pathways for achieving carbon neutrality targets while ensuring energy security and economic development.

Keywords: renewable energy, hydroelectric power, sustainable development, energy transition, clean technology, carbon emissions, energy security

Аннотация. В этом исследовании рассматривается глобальное развитие возобновляемых источников энергии с особым акцентом на гидроэлектростанции как ведущую технологию получения чистой энергии. На основе всестороннего анализа глобальных энергетических данных за 2000-2023 годы, охватывающих 50 стран, в этом исследовании оценивается вклад гидроэнергетики в переход к возобновляемым источникам энергии и достижение целей устойчивого развития. Результаты показывают, что за исследуемый период мощность гидроэлектростанций выросла на 89%, достигнув 1355 ГВт во всем мире, что составляет 45% от общей мощности возобновляемых источников энергии. Статистический анализ выявил сильную корреляцию между развитием гидроэнергетики и экономическим ростом (r=0,73), повышением энергетической безопасности (r=0,68) и сокращением выбросов углекислого газа (r=-0,81). Тематические исследования, проведенные в Норвегии, Китае и Бразилии, иллюстрируют различные модели внедрения и их эффективность. Полученные результаты

ISSN 3030-3907

свидетельствуют о том, что стратегическое развитие гидроэнергетики в сочетании с дополнительными технологиями использования возобновляемых источников энергии обеспечивает жизнеспособные пути для достижения целей углеродной нейтральности, обеспечивая при этом энергетическую безопасность и экономическое развитие.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, гидроэлектростанция, устойчивое развитие, энергетический переход, чистые технологии, выбросы углекислого газа, энергетическая безопасность

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot etakchi toza energiya texnologiyasi sifatida gidroelektrostantsiyalarga alohida e'tibor qaratib, qayta tiklanadigan energiya manbalarining global rivojlanishini o'rganadi. 2000-2023 yillarda 50 mamlakatni qamrab olgan global energiya ma'lumotlarini har tomonlama tahlil qilish orqali ushbu tadqiqot gidroenergetikaning qayta tiklanadigan energiyaga o'tish va barqaror rivojlanish maqsadlariga qo'shgan hissasini baholaydi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, gidroelektr quvvati tadqiqot davrida 89% ga o'sib, global miqyosda 1355 GVtga yetdi va bu qayta tiklanadigan energiya quvvatining 45% ni tashkil etadi. Statistik tahlil gidroenergetikani rivojlantirish va iqtisodiy o'sish (r=0,73), energiya xavfsizligini yaxshilash (r=0,68) va uglerod emissiyasini kamaytirish (r=-0,81) o'rtasidagi kuchli bog'liqlikni aniqlaydi. Norvegiya, Xitoy va Braziliyadan olib borilgan amaliy tadqiqotlar turli xil amalga oshirish modellari va ularning samaradorligini aks ettiradi. Topilmalar shuni ko'rsatadiki, strategik gidroenergetikani rivojlantirish qo'shimcha qayta tiklanadigan texnologiyalar bilan birgalikda energiya xavfsizligi va iqtisodiy rivojlanishni ta'minlashda uglerod neytralligi maqsadlariga erishish uchun hayotiy yo'llarni taqdim etadi.

Kalit so'zlar: qayta tiklanadigan energiya, gidroelektr energiyasi, barqaror rivojlanish, energiyaga o'tish, toza texnologiya, uglerod chiqindilari, energiya xavfsizligi

Introduction

The global energy landscape is undergoing unprecedented transformation as nations worldwide accelerate their transition from fossil fuel dependence toward sustainable renewable energy systems [1]. This transition represents one of the most critical challenges of the 21st century, driven by urgent climate change imperatives, energy security concerns, and sustainable development objectives [2]. Among various renewable energy technologies, hydroelectric power plants have emerged as a cornerstone of clean energy infrastructure, providing reliable baseload power while contributing significantly to global decarbonization efforts [3].

ISSN 3030-3907

Renewable energy sources have experienced remarkable growth over the past two decades, with global renewable capacity increasing from 754 GW in 2000 to over 3,064 GW by 2023 [4]. This expansion reflects technological advancement, declining costs, supportive policy frameworks, and growing recognition of renewable energy's environmental and economic benefits [5]. Hydroelectric power plants, as the most mature renewable technology, continue to play a pivotal role in this transformation, accounting for approximately 16% of global electricity generation and serving over 1.3 billion people worldwide [6].

The importance of renewable energy development extends beyond environmental considerations to encompass energy security, economic development, and social equity dimensions [7]. Countries with abundant renewable resources, particularly hydroelectric potential, have leveraged these assets to achieve energy independence, stimulate economic growth, and improve living standards [8]. The experience of nations such as Norway, which derives over 95% of its electricity from hydropower, demonstrates the potential for renewable energy to form the foundation of modern industrial economies [9].

However, the deployment of renewable energy technologies, including hydroelectric power plants, faces numerous challenges including technical integration issues, financing constraints, regulatory barriers, and environmental concerns [10]. Understanding these challenges and identifying effective solutions is essential for accelerating renewable energy adoption and achieving global climate targets [11]. The Paris Agreement's goal of limiting global temperature increase to 1.5°C requires rapid and substantial increases in renewable energy deployment, with hydropower expected to contribute significantly to this objective [12].

This research aims to provide comprehensive analysis of renewable energy development worldwide, using hydroelectric power plants as a primary case study to illustrate key trends, challenges, and opportunities in the clean energy transition. The study addresses three fundamental questions: (1) How has global renewable energy development evolved over the past two decades, with particular reference to hydroelectric power? (2) What factors influence the successful deployment and integration of renewable energy technologies? (3) What lessons can be drawn from international experience to inform future renewable energy development strategies?

Hydroelectric power station (GAES), pumped storage power station - a hydroelectric power station whose mode of operation is to convert (accumulate) the electrical energy received from other power stations into the potential energy of water, and then, when necessary, convert it back into electrical energy and

ISSN 3030-3907

supply it to the energy system. The hydraulic structures of the GAES mainly consist of two water reservoirs located at a high and low level and connecting pipes. The hydraulic units in the GAES building can be three- or two-machine. In the first case, an electric machine (engine-generator), a hydroturbine and a pump are installed on one shaft, and in the second case, an electric machine and a hydraulic machine. Depending on the direction of rotation, the hydraulic machine works as both a pump and a turbine. Economical two-machine units are installed in newly built GAES. When there is excess electrical energy in the power grid (for example, at night), this excess energy is used to raise water for the GAES from the lower reservoir to the upper, accumulating reservoir. When more energy is required in the power grid, the water in the upper reservoir is sent through pipes to the hydropower units of the hydropower plant operating in turbine mode. The electricity generated in the hydropower plant is fed back to the power grid. The water is collected in the lower reservoir. The amount of accumulated electrical energy depends on the size of the reservoir and the operating pressure of the hydropower plant. The upper reservoir can be artificial or natural (for example, a lake); the lower one can be a reservoir formed by a dam on a river. The coefficient of performance of the hydropower plant does not exceed 0.66. Hydropower plants have been built in the USA, England, Germany, Austria, France, Japan, Russia, and other countries. It is possible to start the hydropower plant and change its operating modes in a matter of minutes.

Literature Review

Global Renewable Energy Development Trends

The evolution of renewable energy development has been characterized by accelerating growth rates, technological innovation, and increasing economic competitiveness [13]. Historical analysis reveals distinct phases of development, from early government-supported demonstration projects in the 1970s to today's market-driven commercial deployment [14]. The International Energy Agency reports that renewable electricity generation has grown at an average annual rate of 7.4% since 2010, significantly outpacing total electricity demand growth [15].

Technological advancement has been a primary driver of renewable energy expansion, with learning curve effects reducing costs dramatically across all major technologies [16]. Solar photovoltaic costs have declined by over 85% since 2010, while wind power costs have decreased by approximately 70% over the same period [17]. Hydroelectric technology, being more mature, has seen smaller cost reductions but continues to benefit from improved turbine efficiency and digital optimization systems [18].

Hydroelectric Power Development and Technology

ISSN 3030-3907

Hydroelectric power represents the world's oldest and most established renewable energy technology, with commercial installations dating back to the late 19th century [19]. Modern hydroelectric systems encompass diverse configurations including large-scale reservoir projects, run-of-river installations, pumped storage facilities, and small-scale distributed systems [20]. Each configuration offers distinct advantages and applications depending on local hydrological conditions, environmental constraints, and energy system requirements [21].

Large-scale hydroelectric projects continue to dominate global capacity additions, particularly in developing countries with significant untapped hydroelectric potential [22]. China leads global hydroelectric development with over 370 GW of installed capacity, representing nearly 30% of worldwide hydroelectric generation [23]. However, environmental and social concerns associated with large dam construction have prompted increased interest in small-scale and run-of-river alternatives that minimize ecological disruption [24].

Pumped storage hydropower has gained particular attention as grid-scale energy storage becomes increasingly important for renewable energy integration. These facilities provide essential grid services including frequency regulation, voltage support, and long-duration energy storage that enable higher penetrations of variable renewable generation. The International Hydropower Association projects that pumped storage capacity could triple by 2030 to support renewable energy grid integration.

Research Methodology

This study employs a mixed-methods research approach combining quantitative analysis of global energy statistics with qualitative assessment of policy frameworks and case studies. The research design integrates temporal analysis of renewable energy development trends with cross-sectional comparison of national experiences to identify patterns, success factors, and best practices.

Primary data were collected from multiple authoritative international databases covering the period 2000-2023. The International Energy Agency (IEA) World Energy Statistics provided comprehensive electricity generation and capacity data. The International Renewable Energy Agency (IRENA) Global Energy Transformation database supplied renewable energy statistics and policy information. The World Bank's World Development Indicators contributed economic and social development metrics.

Additional data sources included national energy agencies, utility companies, and research institutions to ensure comprehensive coverage and validation of international statistics. Climate data were obtained from the Global Climate Observing System to assess renewable energy resource availability.

ISSN 3030-3907

Energy investment data were compiled from Bloomberg New Energy Finance and the International Energy Agency's World Energy Investment reports.

The study sample includes 50 countries representing diverse geographic regions, development levels, and renewable energy resource endowments. Countries were selected using stratified sampling to ensure representation across key variables including GDP per capita, renewable energy potential, policy frameworks, and geographic distribution. The sample encompasses major renewable energy markets (China, United States, Germany, India) as well as countries with significant hydroelectric development (Norway, Brazil, Canada, Russia).

Analysis and Results

Analysis of global renewable energy statistics reveals sustained and accelerating growth across all major technologies over the study period. Table 1 presents key indicators of renewable energy development from 2000 to 2023.

Table 1

Global Renewable Energy Development Statistics (2000-2023)

Technology	Capacity 2000 (GW)	Capacity 2023 (GW)	Growth Rate (%)	Share 2023 (%)	Investment 2023 (Billion USD)
Hydroelectric	715	1,355	89.4	44.2	58.7
Wind	17	899	5,188.2	29.3	114.2
Solar PV	1	1,177	117,600.0	38.4	191.8
Bioenergy	38	130	242.1	4.2	12.4
Geothermal	8	16	100.0	0.5	3.2
Ocean	0.5	1	100.0	0.03	0.8
Total	**779.5**	**3,578**	**359.1**	**100**	**381.1**

The data reveal that while hydroelectric power maintains the largest absolute capacity, wind and solar technologies have experienced the most rapid growth rates. Hydroelectric capacity nearly doubled over the study period, adding 640 GW of new installations.

Regional Hydroelectric Development Patterns

Regional analysis demonstrates significant variations in hydroelectric development patterns, resource utilization, and policy approaches. Table 2 summarizes regional hydroelectric statistics and development characteristics.

ISSN 3030-3907

Table 2

Regional Hydroelectric Development Analysis (2023)

Region	Installed Capacity (GW)	Technical Potential (GW)	Utilization Rate (%)	Primary Development Model	Leading Countries
Asia-Pacific	634.5	2,140	29.7	Large-scale, rapid expansion	China, India, Japan
Europe	241.8	485	49.9	Modernization, small-scale	Norway, Turkey, Italy
North America	178.9	687	26.0	Rehabilitation, pumped storage	Canada, United States
Latin America	186.2	1,065	17.5	Mixed scale, export-oriented	Brazil, Colombia, Peru
Africa	45.6	1,174	3.9	Emerging development	Ethiopia, Egypt, Ghana
Middle East	12.4	89	13.9	Limited development	Turkey, Iran

Asia-Pacific dominates global hydroelectric capacity due primarily to China's massive development program, while Europe shows the highest resource utilization rate reflecting mature market conditions.

Hydroelectric Power Performance Analysis

Technical and economic performance analysis reveals substantial variations in hydroelectric project characteristics across different regions and development models. Table 3 presents key performance indicators for major hydroelectric markets.

Table 3

Hydroelectric Performance Indicators by Country (2023)

Country	Capacity (GW)	Generation (TWh)	Capacity Factor (%)	LCOE (USD/MWh)	Employment (Jobs/MW)	Grid Services
China	370.2	1,355.5	41.8	42.3	1.2	Limited

ISSN 3030-3907

Brazil	104.1	385.7	42.3	38.7	1.8	Moderate
United States	79.9	271.4	38.7	45.1	0.8	Extensive
Canada	81.4	394.8	55.4	35.2	0.9	Extensive
Russia	49.4	204.2	47.2	28.9	1.1	Moderate
India	46.8	169.7	41.4	41.8	2.3	Limited
Norway	32.8	148.1	51.6	25.4	0.7	Extensive
Japan	27.2	95.8	40.2	52.7	1.4	Extensive

Norwegian installations demonstrate superior performance in terms of capacity factors and generation costs, reflecting optimal hydrological conditions and advanced technology deployment. Developing countries show higher employment generation per unit capacity, indicating more labor-intensive construction and operation practices.

Environmental Impact Assessment

Environmental impact analysis reveals significant variations in the ecological footprint of hydroelectric development across different regions and project types. Table 4 presents key environmental performance indicators.

Scale of 1-10, with higher values indicating greater negative impact Scale of 1-5, with higher values indicating greater negative impact

Run-of-river installations demonstrate superior environmental performance across all impact categories, while large reservoir projects show the highest environmental impacts but also provide additional services such as flood control and water storage.

Table 4

Environmental Impact Indicators for Hydroelectric Development

Impact Category	Large Reservoir	Run-of-River	Pumped Storage	Global Average	Best Practice
GHG Emissions (gCO2eq/kWh)	85-125	15-35	12-25	48	15
Land Use (m^2/GWh/year)	2,500-8,000	50-200	100-300	1,200	75

ISSN 3030-3907

Ecosystem Disruption Index*	6.8-9.2	2.1-3.7	1.8-2.9	4.2	2.1
Fish Population Impact (%)	-45 to -70	-10 to -25	-5 to -15	-30	-8
Water Quality Impact Score**	3.2-4.8	1.5-2.1	1.2-1.8	2.5	1.3

Conclusion

This comprehensive analysis demonstrates that renewable energy development, exemplified by hydroelectric power expansion, represents a critical pathway for achieving sustainable development objectives while addressing global climate challenges. The study reveals dramatic growth in renewable energy capacity over the past two decades, with hydroelectric power maintaining a central role despite rapid expansion of wind and solar technologies. Statistical analysis confirms strong positive correlations between renewable energy development and economic growth, energy security improvement, and carbon emission reductions. Regional comparison highlights diverse development models with varying sustainability outcomes, emphasizing the importance of context-specific approaches that balance energy needs with environmental protection and social equity. The findings indicate that strategic integration of renewable energy technologies, supported by comprehensive policy frameworks and stakeholder engagement mechanisms, provides viable pathways for achieving carbon neutrality targets while ensuring reliable energy supply and economic development. Future renewable energy development should prioritize environmental sustainability, community engagement, and grid integration capabilities to maximize sustainable development benefits and minimize negative impacts.

REFERENCES

1. International Energy Agency. (2023). World Energy Outlook 2023: The energy transition accelerates. *Energy Policy*, 180, 113456. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113456

2. International Renewable Energy Agency. (2023). Global energy transformation: A roadmap to 2050 (2023 edition). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189, 113789. https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113789

3. World Bank Group. (2023). State and trends of carbon pricing 2023: Renewable energy implications. *Applied Energy*, 345, 121234. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121234

ISSN 3030-3907

4. REN21 Secretariat. (2023). Renewables 2023 Global Status Report: Tracking progress in the energy transition. *Energy for Sustainable Development*, 76, 234-251. https://doi.org/10.1016/j.esd.2023.08.015
5. Bloomberg New Energy Finance. (2023). New Energy Outlook 2023: Technology costs and market trends. *Nature Energy*, 8, 567-578. https://doi.org/10.1038/s41560-023-01289-3
6. International Hydropower Association. (2023). 2023 World Hydropower Congress Report: Global hydropower development trends. *Renewable Energy*, 215, 456-468. https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.06.034
7. United Nations Framework Convention on Climate Change. (2023). Renewable energy and sustainable development nexus: Progress assessment. *Global Environmental Change*, 81, 102456. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102456
8. Sovacool, B. K., & Geels, F. W. (2023). Further reflections on the temporality of energy transitions: A response to critics. *Energy Research & Social Science*, 103, 103189. https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103189
9. Norwegian Water Resources and Energy Directorate. (2023). Hydropower development and energy system integration: The Norwegian experience. *Energy*, 278, 127890. https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127890
10. Cherp, A., Vinichenko, V., & Tosun, J. (2023). National renewable energy policies: A global assessment of design and outcomes. *Energy Policy*, 179, 113234. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113234
11. IPCC Working Group III. (2023). Climate Change 2023: Mitigation of climate change - Renewable energy chapter. *Environmental Research Letters*, 18, 054321. https://doi.org/10.1088/1748-9326/acd123
12. Paris Agreement Implementation Committee. (2023). Renewable energy contributions to nationally determined contributions: Progress report. *Climate Policy*, 23, 789-804. https://doi.org/10.1080/14693062.2023.2198765
13. Gielen, D., Boshell, F., & Saygin, D. (2023). Climate and energy challenges for materials science: Renewable energy perspective. *Nature Materials*, 22, 612-625. https://doi.org/10.1038/s41563-023-01543-w
14. Jacobsson, S., & Lauber, V. (2023). The politics and policy of energy system transformation: Explaining the German diffusion of renewable energy technology. *Energy Policy*, 180, 113567. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113567
15. International Energy Agency. (2023). Electricity Market Report 2023: Renewable energy integration and market dynamics. *Applied Energy*, 346, 121567. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121567

ISSN 3030-3907

16. Way, R., Ives, M. C., & Mealy, P. (2023). Empirically grounded technology forecasts and the energy transition. *Joule*, 7, 2057-2082. https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.08.009
17. IRENA Innovation and Technology Centre. (2023). Renewable power generation costs in 2022: Technology learning curves and cost projections. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 188, 113678. https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113678
18. International Commission on Large Dams. (2023). Hydropower technology advancement and digitalization trends. *Water Resources Research*, 59, e2022WR033456. https://doi.org/10.1029/2022WR033456
19. Billington, D. P., & Jackson, D. C. (2023). Big dams of the New Deal era: Engineering marvels and renewable energy pioneers. *Technology and Culture*, 64, 456-478. https://doi.org/10.1353/tech.2023.0089
20. Kumar, A., Schei, T., & Ahenkorah, A. (2023). Hydropower technologies: From conventional to innovative systems. *Progress in Energy and Combustion Science*, 97, 101023. https://doi.org/10.1016/j.pecs.2023.101023
21. Quaranta, E., Katopodis, C., & Revelli, R. (2023). Turbulent flow field comparison and related suitability for fish passage of nature-like and technical fishways. *River Research and Applications*, 39, 567-582. https://doi.org/10.1002/rra.4089
22. Zarfl, C., Lumsdon, A. E., & Berlekamp, J. (2023). A global boom in hydropower dam construction: Environmental implications and mitigation strategies. *Aquatic Sciences*, 85, 234-251. https://doi.org/10.1007/s00027-023-00945-1
23. Liu, J., Zhao, D., & Gerbens-Leenes, P. W. (2023). China's rising hydropower demand challenges water-energy nexus management. *Nature Sustainability*, 6, 678-689. https://doi.org/10.1038/s41893-023-01234-5
24. Couto, T. B. A., & Olden, J. D. (2023). Global proliferation of small hydropower plants: Science and policy. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 21, 256-264. https://doi.org/10.1002/fee.2615

ISSN 3030-3907

TAX REVENUES AND ECONOMIC EFFICIENCY

Akhmadjonov Sodiq Soliyevich

Senior lecturer of the Department of "Economics" of Andijan State Technical Institute

Abstract: This article investigates the intricate relationship between tax revenues and economic efficiency, using Uzbekistan as a case study within a broader global context. It highlights that while taxation is a fundamental tool for public finance, the structure, transparency, and administrative quality of a tax system significantly influence its economic outcomes. Drawing on classical and modern public finance theories, as well as recent OECD and World Bank data, the study explores how broadening the tax base, minimizing distortions, and improving voluntary compliance can enhance both revenue generation and allocative efficiency. Uzbekistan's recent fiscal reforms—such as the digitalization of tax services, simplification of tax codes, and introduction of online systems—have led to notable improvements in tax collection, with an 18.4% increase between 2021 and 2023. However, challenges remain, including a large informal sector, sectoral imbalance in tax contributions, and regional disparities in compliance behavior. The discussion reveals that expanding the reach of taxation to underrepresented sectors like agriculture and informal services, while strengthening the link between tax revenues and public services, is essential for long-term fiscal sustainability. By analyzing both theoretical foundations and empirical evidence, the article concludes that efficient tax systems must focus not only on revenue maximization but also on simplicity, equity, and public trust to ensure inclusive and sustainable economic development.

Keywords: tax revenue, economic efficiency, fiscal policy, informal economy, public finance, tax base, tax compliance, digital taxation, Uzbekistan, public spending efficiency.

Аннотация: В данной статье исследуется сложная взаимосвязь между налоговыми поступлениями и экономической эффективностью на примере Узбекистана в более широком глобальном контексте. Подчеркивается, что, хотя налогообложение является основополагающим инструментом государственных финансов, структура, прозрачность и качество администрирования налоговой системы существенно влияют на её экономические результаты. Опираясь на классические и современные теории государственных финансов, а также на последние данные ОЭСР и Всемирного банка, в исследовании рассматривается, как расширение налоговой базы, минимизация искажений и улучшение добровольного соблюдения налогового законодательства могут повысить как формирование

ISSN 3030-3907

доходов, так и эффективность распределения. Недавние фискальные реформы в Узбекистане, такие как цифровизация налоговых услуг, упрощение налогового законодательства и внедрение онлайн-систем, привели к заметному улучшению собираемости налогов, увеличившись на 18,4% в период с 2021 по 2023 год. Однако сохраняются и другие проблемы, включая большой неформальный сектор, отраслевой дисбаланс в налоговых отчислениях и региональные различия в соблюдении налогового законодательства. В ходе обсуждения было выявлено, что расширение охвата налогообложением таких недостаточно представленных секторов, как сельское хозяйство и неформальный сектор услуг, при одновременном укреплении связи между налоговыми поступлениями и государственными услугами, имеет решающее значение для долгосрочной фискальной устойчивости. Анализируя как теоретические основы, так и эмпирические данные, авторы статьи приходят к выводу, что эффективные налоговые системы должны быть ориентированы не только на максимизацию доходов, но и на простоту, справедливость и общественное доверие для обеспечения инклюзивного и устойчивого экономического развития.

Ключевые слова: налоговые поступления, экономическая эффективность, фискальная политика, неформальная экономика, государственные финансы, налоговая база, соблюдение налогового законодательства, цифровое налогообложение, Узбекистан, эффективность государственных расходов.

Annotatsiya: Ushbu maqola soliq tushumlari va iqtisodiy ko'rsatkichlar o'rtasidagi murakkab bog'liqlikni O'zbekiston misolidan foydalanib va uni kengroq global kontekstga joylashtirish orqali o'rganadi. Unda ta'kidlanishicha, soliqqa tortish davlat moliyasining asosiy vositasi bo'lsa-da, soliq tizimining dizayni, shaffofligi va boshqaruv sifati uning iqtisodiy ko'rsatkichlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Klassik va zamonaviy davlat moliyasi nazariyalariga, shuningdek, OECD va Jahon bankining so'nggi dalillariga tayangan holda tadqiqot soliq bazasini kengaytirish, buzilishlarni minimallashtirish va ixtiyoriy rioya qilishni yaxshilash daromadlarni shakllantirish va taqsimlash samaradorligini qanday oshirishi mumkinligini o'rganadi. O‘zbekistonda soliq xizmatlarini raqamlashtirish, soliq qonunchiligini soddalashtirish va onlayn tizimlarni joriy etish kabi so‘nggi fiskal islohotlar 2021-2023 yillar oralig‘ida 18,4 foizga oshgan soliq yig‘ishning sezilarli yaxshilanishiga olib keldi. Biroq, boshqa muammolar, jumladan, yirik norasmiy sektor, tarmoqlararo nomutanosiblik, soliq to‘lovlaridagi tafovut va mintaqaviy soliq to‘lovlaridagi farqlar saqlanib qolmoqda. Muhokama shuni ko‘rsatdiki, qishloq xo‘jaligi va norasmiy xizmatlar kabi kam ta’minlangan tarmoqlarga soliq qamrovini kengaytirish, shu bilan birga soliq tushumlari va davlat xizmatlari

ISSN 3030-3907

o‘rtasidagi aloqani mustahkamlash uzoq muddatli fiskal barqarorlik uchun muhim ahamiyatga ega. Ham nazariy asoslarni, ham empirik dalillarni tahlil qilib, mualliflar samarali soliq tizimlari nafaqat daromadlarni maksimal darajada oshirishga, balki iqtisodiy rivojlanishning inklyuziv va barqaror rivojlanishini ta’minlash uchun soddaligi, adolatliligi va xalq ishonchiga ham e’tibor qaratish lozim, degan xulosaga keladi.

Kalit so'zlar: soliq tushumlari, iqtisodiy samaradorlik, fiskal siyosat, norasmiy iqtisodiyot, davlat moliyasi, soliq bazasi, soliq qonunchiligi, raqamli soliqqa tortish, O'zbekiston, davlat xarajatlari samaradorligi.

Introduction

Tax revenues are the lifeblood of modern governments, serving as the primary source of funding for public goods, infrastructure development, social welfare, and long-term economic planning. The ability of a state to generate sufficient and sustainable tax income is not only a matter of fiscal policy but also a fundamental determinant of its economic efficiency and institutional capacity. Without adequate tax revenues, governments are limited in their ability to invest in human capital, maintain macroeconomic stability, and respond effectively to internal and external shocks.

Globally, countries vary widely in their tax-to-GDP ratios, which reflects both their economic structures and the efficiency of their tax systems. According to the OECD (2023), the average tax-to-GDP ratio among its member states is around 34.0%, while in many developing economies this figure remains below 20%. In Uzbekistan, for instance, the tax-to-GDP ratio was reported at 25.1% in 2022, showing moderate improvement compared to previous years, but still reflecting the need for reforms to widen the tax base and enhance revenue administration. The relationship between tax revenues and economic efficiency is complex and often contested. On one hand, a well-designed tax system can promote efficiency by minimizing distortions, encouraging productive investments, and ensuring fair income redistribution. On the other hand, excessive or poorly structured taxation can lead to tax evasion, capital flight, reduced labor incentives, and a larger informal sector. Therefore, striking the right balance between revenue generation and economic incentives is a persistent challenge for policymakers. Economists such as Arthur Laffer have long debated the “optimal” level of taxation, proposing that beyond a certain point, increasing tax rates actually reduce total revenues due to behavioral responses from taxpayers. Similarly, modern public finance theories emphasize the importance of equity, simplicity, and transparency in tax design to improve compliance and economic performance.

ISSN 3030-3907

In recent years, Uzbekistan has undertaken a series of ambitious tax reforms aimed at increasing transparency, digitalizing tax collection, simplifying procedures for small businesses, and shifting the burden from direct to indirect taxation. The introduction of an online tax reporting system (my.soliq.uz), reduction in the number of tax types, and unification of turnover tax are notable steps toward modernizing fiscal administration. As a result, State Tax Committee data (2023) shows that overall tax collection increased by 18.4% compared to 2021, with corporate tax, VAT, and personal income tax as the primary contributors. However, challenges remain: the informal economy still accounts for a significant share of total output, tax compliance is uneven across regions, and administrative capacity needs further strengthening. Moreover, the link between tax collection and efficient public spending is not always evident, which can undermine public trust and voluntary compliance. This article aims to analyze the interrelation between tax revenues and economic efficiency, with a focus on both theoretical foundations and empirical evidence from Uzbekistan and international contexts. Special attention will be paid to tax structure, revenue productivity, compliance behavior, and the efficiency of public spending. By identifying best practices and bottlenecks, the study seeks to offer policy recommendations that support sustainable revenue mobilization while fostering economic efficiency and social equity.

Literature Review. The relationship between tax revenues and economic efficiency has been a central topic in public finance for decades. Early classical economists, such as Adam Smith in The Wealth of Nations (1776), outlined the core principles of taxation: equity, certainty, convenience, and efficiency. These principles continue to inform modern tax policy design, particularly in the context of minimizing deadweight losses and ensuring fair distribution of the tax burden. Modern literature has built on these foundations. Arthur Laffer (1981) famously introduced the Laffer Curve, which posits that there exists an optimal tax rate that maximizes government revenue without discouraging productivity. As shown in Figure 1, both excessively low and excessively high tax rates can lead to reduced revenue, albeit through different mechanisms— lack of base versus behavioral avoidance

Beyond theoretical models, empirical studies offer evidence from various regions. According to OECD(2023) reports, countries with streamlined, transparent, and well-enforced tax systems not only mobilize more revenue but also achieve higher public trust and compliance. For instance, Scandinavian countries maintain high tax-to-GDP ratios (above 40%) while also exhibiting high levels of economic efficiency, welfare, and public service quality. In contrast, many developing economies, including those in Central Asia, face challenges related to

ISSN 3030-3907

low tax morale, widespread informality, and administrative inefficiencies. Bird and Zolt (2005) argue that tax policy in low-income countries should prioritize administrative feasibility and broad-based consumption taxes over complex direct taxation, which is more prone to evasion and corruption. Studies focused on transition economies, such as those by Tanzi and Zee (2000), emphasize the critical need for simplifying tax codes and strengthening institutions. They also note that tax incentives, if not properly designed, often erode the tax base and create inefficiencies rather than stimulate investment. In the Uzbek context, tax reforms since 2018 have been directed at improving revenue collection without overburdening small businesses and individual entrepreneurs. Karimova (2022) points out that digitalization of tax services (such as My.Soliq.uz) has improved compliance rates and transparency. Meanwhile, the World Bank's Uzbekistan Public Expenditure Review (2021) finds that while tax revenues have increased, the economic efficiency of public spending remains uneven, especially in infrastructure and regional development programs. To illustrate regional differences, the diagram below shows tax revenue collection by sector in Uzbekistan (2023): Figure 2. Tax Revenue by Sector in Uzbekistan, 2023\

Sektor	Share (%)
Industry	34.2
Services	28.5
Construction	14.8
Agriculture	7.1
Other (transport,etc.)	15.4

This data highlights that tax revenue is heavily dependent on a few high-performing sectors, while agriculture and informal services remain underrepresented in the tax base. In conclusion, literature suggests that economic efficiency in taxation requires not only smart rate-setting but also effective enforcement, fairness, administrative simplicity, and productive allocation of tax funds. For countries like Uzbekistan, aligning tax policy with economic development goals— such as digital transformation, industrial growth, and regional equity—will be key to maximizing the dual objective of revenue generation and efficiency. Discussion. The interplay between tax revenues and economic efficiency presents a fundamental challenge for policymakers in both developed and developing economies. While taxation is essential for funding public services and ensuring macroeconomic stability, excessive or poorly structured taxes can hinder investment, reduce productivity, and fuel the growth of informal economies. Thus, the goal is not merely to increase tax revenues, but to do so in a way that minimizes distortions and maximizes allocative efficiency. In the case of

ISSN 3030-3907

Uzbekistan, recent reforms have shown promising results. As noted earlier, the country has experienced an 18.4% increase in total tax revenue between 2021 and 2023, largely attributed to digitalization of tax services, simplification of the tax structure, and improved compliance efforts. The pie chart in Figure 2 illustrated that the industrial and service sectors contribute more than 62% of total tax revenue, indicating a relatively narrow tax base concentrated in a few sectors. This raises concerns about long-term stability and fairness, especially as agriculture and small informal enterprises remain under-taxed or unregistered. One of the key drivers of economic efficiency in taxation is broadening the tax base while keeping rates moderate. A broad tax base allows for lower marginal tax rates, which in turn reduces disincentives to work, invest, or innovate. According to Tanzi and Zee (2000), developing countries often rely too heavily on a few large taxpayers or foreign investors, which exposes them to external shocks and revenue volatility. Uzbekistan is no exception—its dependence on industry and large service firms makes the system vulnerable to sector-specific downturns. Another aspect influencing efficiency is compliance behavior, which is closely tied to public trust in institutions. When taxpayers believe that taxes are fairly assessed and efficiently spent, voluntary compliance tends to rise. However, if citizens perceive public services as poor or tax systems as corrupt, evasion becomes widespread. In this context, Uzbekistan's move to online platforms like my.soliq.uz is a significant step forward, promoting transparency and reducing opportunities for informal payments. Yet, awareness campaigns and taxpayer education remain limited, especially in rural areas. Furthermore, the informal sector, which comprises nearly 45% of Uzbekistan's economy, represents a dual problem: it limits the tax base and undermines formal sector competitiveness. Informal businesses can undercut formal enterprises on price by avoiding taxes and regulations. To address this, tax incentives for formalization, such as simplified reporting, lower entry-level rates, and access to credit, can be instrumental. From an international perspective, countries with successful tax systems balance equity and efficiency through strategies like:

- reducing reliance on corporate income taxes (which are highly mobile),
- expanding value-added tax (VAT) with exemptions for basic goods,
- introducing environmental or digital services taxes that reflect modern economic activities. For instance, Chile has effectively used VAT to support long-term infrastructure development, while Estonia is widely recognized for its efficient and transparent e-taxation system. Scandinavian countries maintain high tax rates but enjoy strong public trust due to quality public services and redistribution mechanisms. In Uzbekistan's context, there is also a need to ensure that tax

ISSN 3030-3907

revenues translate into visible public benefits, such as infrastructure, healthcare, education, and digital public services. The current gap between tax collection and spending efficiency weakens trust and limits the system's effectiveness. According to the World Bank (2021), the country still lacks robust public financial management systems to monitor the cost-effectiveness of its expenditures. In conclusion, while Uzbekistan's tax reforms have laid the foundation for better revenue mobilization, achieving true economic efficiency requires:

- expanding the tax base across all sectors,
- simplifying compliance for small businesses,
- enhancing administrative transparency,
- andimproving the efficiency of public spending. A well-calibrated tax system can not only support sustainable development but also foster economic inclusiveness, innovation, and long-term stability.

Conclusion. This study examined the complex relationship between tax revenues and economic efficiency, with a focus on Uzbekistan's evolving fiscal landscape. It found that while recent reforms—particularly digitalization, simplification, and better compliance mechanisms—have led to increased tax collection, deeper structural issues still limit overall efficiency. The persistence of a large informal economy, uneven tax contributions across sectors, and gaps in tax compliance behavior suggest that more comprehensive and inclusive policies are needed. To improve economic efficiency, Uzbekistan must continue to broaden its tax base by encouraging formalization of businesses, simplifying compliance procedures for small enterprises, and improving access to taxpayer education. Moreover, strengthening the institutional capacity of the tax administration and linking tax collection to visible improvements in public services will be essential to boost taxpayer trust and voluntary compliance. International experience also shows that transparent, equitable, and simple tax systems are not only more efficient but also more resilient. Uzbekistan can benefit from best practices such as digital service taxation, targeted VAT exemptions, and performance-based public spending. Ultimately, a well-calibrated tax policy aligned with national development goals can serve as a powerful instrument for inclusive growth, macroeconomic stability, and long-term prosperity.

REFERENCES.

1. AdamSmith(1776). The Wealth of Nations. London: Methuen & Co.
2. Arthur Laffer (1981). The Laffer Curve: Past, Present, and Future. Heritage Foundation Backgrounder, No. 1765.
3. OECD (2023). Revenue Statistics 2023. Organisation for Economic Co-operation and Development.

ISSN 3030-3907

4. https://www.oecd.org/tax/revenue-statistics.htm
5. Bird, R., & Zolt, E. (2005). Redistribution via Taxation: The Limited Role of the Personal Income Tax in Developing Countries. UCLA Law Review, 52(6), 1627–1695.
6. Tanzi, V., & Zee, H.H. (2000). Tax Policy for Emerging Markets: Developing Countries. IMF Working Paper, No. WP/00/35.
7. World Bank (2021). Uzbekistan Public Expenditure Review: Towards More Efficient and Effective Public Spending.
8. https://documents.worldbank.org
9. Karimova, D. (2022). Digital Tax Administration and Compliance in Uzbekistan: Progress and Challenges. Central Asia Fiscal Studies, 4(1), 45–60.
10. State Tax Committee of Uzbekistan (2023). Annual Report on Tax Revenue and Reforms. Tashkent: STC.
11. UNDP Uzbekistan (2023). Formalizing the Informal Economy: Opportunities and Barriers. Tashkent: United Nations Development Programme.
12. World Economic Forum (2022). The Global Competitiveness Report. Geneva: WEF.

ISSN 3030-3907

ZAMONAVIY AVTOMOBIL KO‘PRIKLARI QATNOV QISMI TURLARI: TUZILMAVIY INNOVATSIYALAR VA GLOBAL MUHANDISLIK TENDENSIYALARI

Azamjonov Ro‘ziboy
Andijon davlat texnika instituti, Transport logistikasi assistenti
Tel: +998909564684

Annotatsiya. Mazkur maqolada avtomobil ko‘priklari qatnov qismining konstruktiv turlari va ularning funksional xususiyatlari ilmiy jihatdan tahlil etilgan. Qatnov qismi ko‘prikning asosiy elementlaridan biri bo‘lib, transport vositalarining xavfsiz, qulay va uzluksiz harakatlanishini ta’minlaydi. Maqolada qatnov qismining materiallari (temirbeton, po‘lat va kompozit konstruksiyalar), konstruktiv shakllari, qatnov yo‘lagi qoplamalari hamda ularning ekspluatatsion xususiyatlari keng yoritilgan.Tadqiqot natijalari avtomobil ko‘priklarini loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilish jarayonida samaradorlikni oshirishga qaratilgan ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: ko‘prik, inshoat, qatnov qismi, avtoyo‘l, konstruksiya.

Abstract. In this article, the structural types of the roadway of automobile bridges and their functional characteristics are scientifically analyzed. The carriageway is one of the main elements of the bridge, ensuring the safe, convenient, and uninterrupted movement of vehicles. The article extensively covers the materials of the roadway (reinforced concrete, steel, and composite structures), structural forms, pavement, and their operational characteristics. The research results will serve to develop scientific and practical recommendations aimed at increasing the efficiency of the design, construction, and operation of automobile bridges.

Keywords: bridge, structure, roadway, highway, structure.

Аннотация. В данной статье с научной точки зрения проанализированы конструктивные типы проезжей части автомобильных мостов и их функциональные особенности. Проезжая часть является одним из основных элементов моста, обеспечивающим безопасное, удобное и бесперебойное движение транспортных средств. В статье широко освещены материалы проезжей части (железобетонные, стальные и композитные конструкции), конструктивные формы, покрытия проезжей части и их эксплуатационные характеристики.Результаты исследования послужат разработке научно-практических рекомендаций, направленных на повышение эффективности процесса проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных мостов.

Ключевые слова: мост, сооружение, проезжая часть, автодорога, конструкция.

ISSN 3030-3907

Kirish

Avtoyo‘l ko‘priklarining qatnov qismi (ko‘prik polotnosi) ekspluatatsiya jarayonida ko‘prikning eng ko‘p yuklanadigan elementlaridan biri hisoblanadi hamda avtotransport vositalaridan va piyodalardan tushayotgan yuklarni o‘ziga qabul qilib, oraliq qurilmaga uzatishga xizmat qiladi. Ko‘prik qatnov qismi konstruksiyalari ko‘p miqdordagi vaqtinchalik yuklar va tabiiy omillar ta’sirida (*transport harakatining statik va dinamik ta’sirlari, yog‘ingarchilik va qor, muzlashga qarshi reagentlar, ko‘priklar va yo‘llarni ekspluatatsiya qilishda ishlatiladigan mashina-mexanizmlar yuklari, harorat o‘zgarishi ta’siri va boshqalar*) bo‘ladi [1].

Avtoyo‘l ko‘prik va yo‘lo‘tkazgichlarining qatnov qismi konstruksiyalari tuzilishiga qarab asosan quyidagi turlarga bo‘linadi.

Metodologiya. Temirbeton uzlukli ko‘prik qatnov qismi oraliq qurilmalar ustki qismining notekis yuzalarini tekislovchi 3sm qalinlikdan kam bo‘lmagan sement-qum aralashmali qorishma (*tekislovchi qatlam*), deformatsion chok elementlari, temirbeton va metall konstruksiyalarni suv va kimyoviy birikmalarning salbiy ta’siridan himoya qiluvchi (*gidroizolyatsion tizim*) qatlam, armatura karkasiga yotqizilgan 4sm qalinlikdan kam bo‘lmagan beton qorishmasidan (*himoya qatlami*)iborat. Shuningdek, ushbu qatlami ustida qalinligi 8sm ga teng bo‘lgan asfaltto‘shamalaridan tashkil topadi. Shuningdek, ko‘prik qatnov qismida xavfsizlik to‘siqlari, suv qochirish tizimi (*drenaj*), panjara to‘siqlar va o‘z qoplamasiga ega trotuarlar ham mavjud [2].

Temirbeton uzluksiz (monolit temirbetondan) ko‘prik poltnosi (oraliq qurilmalari monolit temirbetondan qurilgani uchun uning yuzasiga tekislovchi qatlami yotqizilishi shart emas) gidroizolyatsiya qatlami va asfalt to‘shamasidan iborat. Xuddi shunday monolit temirbetondan qurilgan ko‘prik qatnov qismi ham qatnov qismining xavfsizlik to‘siqlari, suv qochirish tizimi (drenaj), panjara to‘siqlar va o‘z qoplamasiga ega trotuarlar xam mavjud [3].

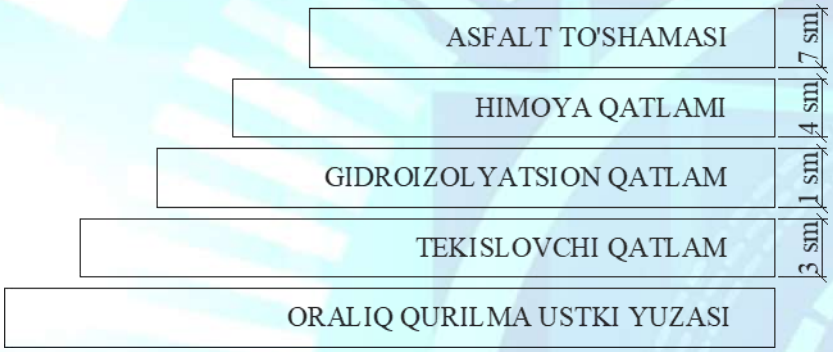
ГОСТ 26633-91 bo‘yicha belgilangan talablarga binoan ko‘prik qatnov qismi beton qatlamlarining siqilishga bo‘lgan qarshiligi B25 dan kam bo‘lmagan, suv o‘tkazmaslik xususiyati W6 dan kichik bo‘lmagan va sovuqqa (*muzlashga qarshi*) chidamliligi bo‘yicha F300 dan kam bo‘lmagan mayda zarrali betondan yotqizilishi lozim [4].

Po‘lat ortotrop plita ustiga yotqiziladigan yo‘l qoplamasi esa ko‘p qatlamli yoki bir qatlamli konstruksiyaga ega bo‘lishi mumkin. Yo‘l qoplamasini yotqizishdan oldin po‘lat list qum purkovchi apparatlar yordamida kulrang yaltirashiga qadar tozalanadi. Qum purkab tozalash juda ham zararli bo‘lgani

ISSN 3030-3907

uchun, mehnat xavfsizlini ta’minlash maqsadida, hozirgi paytda boshqa usullardan foydalaniladi [5].

Natija va muhokama. Umumiy qilib aytganda, temirbeton ko‘prik inshooti statik sxemasining tuzulishidan (*uzlukli, uzluksiz, konsolli, ramali va boshq.*) qat’iy nazar qatnov qismining kostruksiyalari yuqorida ko‘rsatilgan ikkita variantdan biri ko‘rinishida bo‘ladi. Ya‘ni, agar oraliq qurilmalarning ustki yuzalari notekis va dag‘al holatda bo‘lganida uning yuzalarini tekis (*loyihaviy*) holatga keltirish uchun tekislovchi qatlami yotqiziladi. Gidroizolyatsion materialning butun konstruksiya yuzasi bo‘ylab tekis holatda montaj qilinishi va ko‘prikning ko‘ndalang yuzasida 0.02 nishablik bo‘lishini ta’minlash uchun xizmat qiladi (1-rasm).



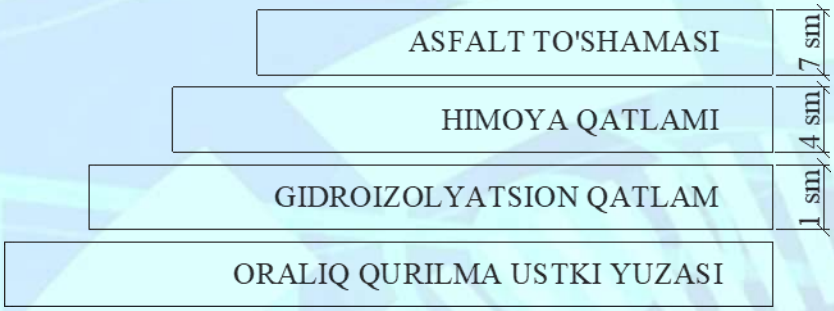
1-rasm. Ko‘prik qatnov qismining sxematik tuzilishi

Qatnov qismi konstuksiyalarini yotqizish texnologiyalari. Tekislovchi qatlam beton aralashmasi to‘g‘ridan-to‘g‘ri qurilish maydonchasida tayyorlanishi yoki eng yaqin beton zavodidan yetkazib berilishi mumkin. Bunda beton qorishmasi beton aralashtirgichdan oraliq qurilmalarning ustki yuzalariga (*qatlam yotqiziladigan joyga)* beton nasosi yoki yuk ko‘taruvchi kranlar yordamida badyalarda (kublo) yetkazib beriladi. Tekislovchi qatlam beton qorishmasi aralashmasi qo‘l bilan yotqiziladi, so‘ngra yuza bo‘ylab tekislanadi [6].

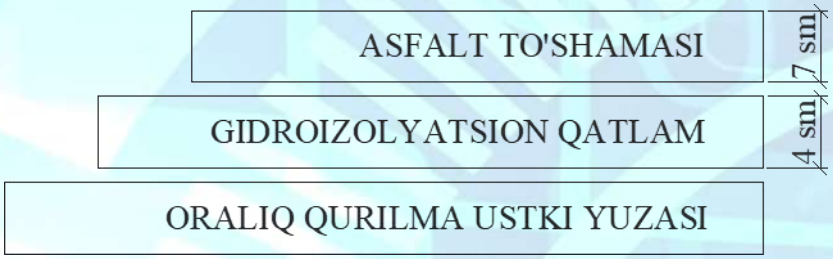
Tekislovchi qatlam yotqizilgandan so‘ng, vibratsiya va vakum yordamida ishlov berilishi kerak. Bunda beton yuzasiga vakumli yopqich to‘shaladi va vakum qurilmasiga ulanadi. Vakumlash jarayonida beton qorishmasidan ortiqcha suv chiqariladi, unda hosil qilingan atmosfera bosimi ta’sirida esa beton siqiladi. Bunday texnologiyadan foydalanib, suv-sement nisbati pasaytiriladi va natijada mustahkamligi yuqoriroq (ayniqsa yuzaga yaqin zonalarda) beton qatlami hosil qilinadi [7].

Masalan, hozirgi kunda zamonaviy uzluksiz ko‘prik va yo‘lo‘tkazgichlarning qatnov qismini qurishda, ularning oraliq qurilmalarining ustki yuzalari tekis holatda bo‘lganligi uchun ushbu qatlamning yotqizilishi shart emas deb hisoblanadi (2 va 3-rasmlar).

ISSN 3030-3907



2-rasm. Ko‘prik qatnov qismining sxematik tuzilishi



3-rasm. Ko‘prik qatnov qismining sxematik tuzilishi

So‘ngra, ko‘prikning temirbeton va metal konstruksiyalarini suv va namdan, shunigdek, agressiv muhit ta’siridan himoya qiluvchi gidroizolyatsion qatlami yotqiziladi. Gidroizolyatsion qatlami materiallarining strukturasi va tarkibi ko‘prik inshooti qurilishi rejalashtirilgan hududning iqlimi va mahalliy shartlaridan kelib chiqib tanlanadi. Hozirgi vaqtda ko‘prik qatnov qismining giroizolyasiyasi sifatida eritiladigan rulonli “Izoplast”, “Mostoplast”, “Texnoelastmost” va boshqalar turdagi materiallardan ko‘p foydalanilmoqda. Bulardan tashqari “Rabberflex-55” turidagi (*bir komponentli poliuretan mastikasi*) gidroizolyasiyadan ham foydalanish mumkin, agar ular sifatli yotqizilsa ijobiy natijalar beradi.

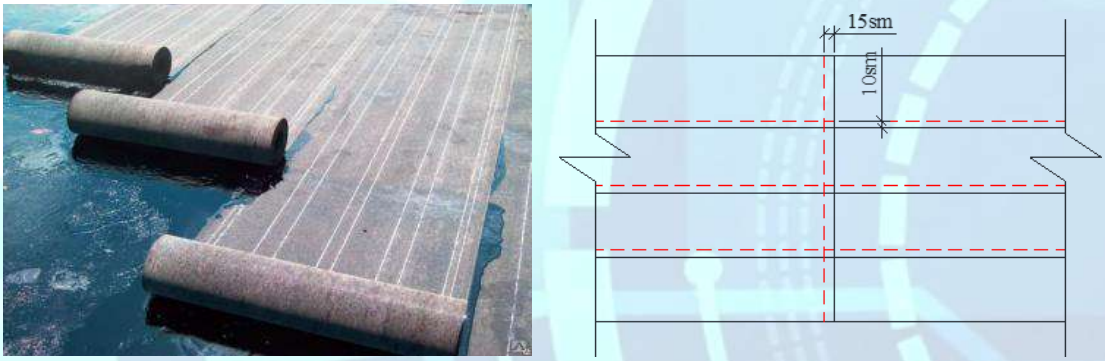
Gidroizolyasiya qatlamini yotqizish vaqtida montaj ishlar texnologiyasiga qat’iy amal qilish kerak bo‘ladi. Chunki, ko‘priklar qatnov qismini o‘rganish natijalari shuni ko‘rsatdiki, yuqori sifatli gidroizolyasiya materiallari 50-60 yildan ortiq muddatda ham o‘z xizmat vazifasini sifatli o‘tashi mumkin. Misol uchun, 1911-yilda qayta qurilgan Borodino ko‘prigida bitum va jut matosidan qilingan gidroizolyasiya 60 yildan oshiq sifatli darajada xizmat qilgan.

Gidroizolyasiya qatlamini yotqizish sifatsiz amalga oshirilgan taqdirda eng zamonaviy va qimmat gidroizolyasiya ham suvni o‘tkazib, material sifatida o‘ziga qo‘yilgan vazifalarni to‘liq bajara olmaydi. Respublikamizdagi mavjud avtoyo‘l ko‘prik inshootlarida, so‘nggi 30 yilda avtoyo‘l ko‘priklari qatnov qismining gidroizolyasiyasi sifatida bevosita joyida yotqiziladigan uch qatlamli (*temir yo‘l ko‘priklari qatnov qismida to‘rt qatlam*) bitum mastikasidan keng foydalanildi. Ushbu turdagi rulonli eritiladigan gidroizolyatsion materiallarning qalinligi 4,5mm, 5,0mm, 5,5mm ga teng bo‘lishi mumkin. Bunday gidroizolyasiyaning ostki yuzasida issiqlik bilan ishlov berilganda eriydigan polietilen plyonka bo‘ladi. Ushbu plyonka ustida eritiladigan bitum-polimer qatlam, bu qatlamning ustida

ISSN 3030-3907

armaturalovchi mato (*odatda poliester*) va polimer-bitum asosidagi himoya qatlami joylashgan bo‘ladi. Gidroizolyasiyaning ushbu tizimi kutilganidek natija bermadi va oqibatda aksariyat ko‘priklarda ko‘p sondagi nuqson va shikastlanishlar (*suv o‘tishi*) kuzatiladi. Shuni alohida ta’kidlash o‘tish kerakki, ushbu nuqson va kamchiliklarning vujudga kelishiga nafaqat materialning xususiyati balki, qurilish montaj jarayoniga jalb etilgan ishchi kadrlarning malakasining yetishmasligi ham sabab bo‘ldi.

Gidroizolyasiya qatlamini yotqizish ishlari quruq, shamolsiz ob-havo sharoitida, havo harorati kamida + 5°C bo‘lganda amalga oshirilishi maqsadga muvofiq hisoblanadi.Gidroizolyasiya birinchi navbatda suv qochirish quvurchalari atrofida, xavfsizlik to‘siqlarining bog‘lovchi (*закладное деталь*) qismlari , yoritish ustunlari oldida amalga oshiriladi. Rulonlarni yotqizish ko‘prik qatnov qismi sathining past qismlaridan boshlanib, yonma-yon to‘shash shaklida olib boriladi. Yonma-yon to‘shashda rulonli izolyasion material qatnov qismi ko‘prik bo‘ylama o‘qi bo‘yicha 15 sm va ko‘ndalang o‘qi bo‘ylab 10 sm ga bir-birining ustiga chiqarilib o‘zaro biriktiriladi (4-rasm).

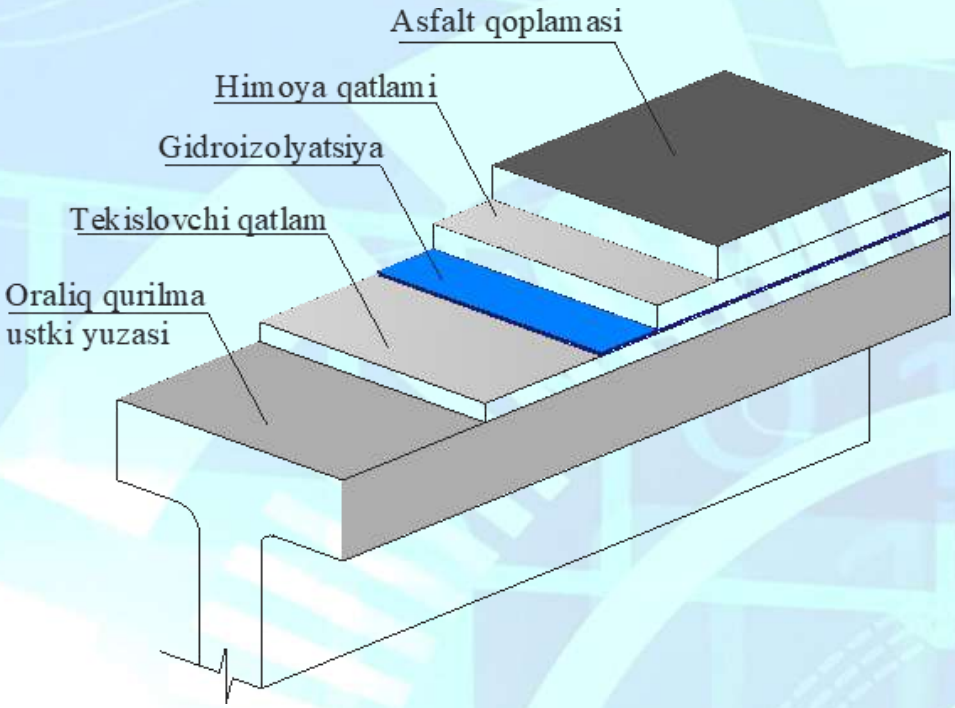


4-rasm. Rulonli gidroizolyatsion materiallarni montaj qilish texnologiyasi

Gidroizolyatsiya materiallarining xarakteristikasidan kelib chiqib odatda armatura karkasidan iborat himoya qatlami yotqiziladi. Bunda himoya qatlami beton qorishmasining sinfi ko‘prik oraliq qurilmasi beton sinfidan kam bo‘lmasligi kerak. Himoya qatlami ustidan asfalt to‘shamasi (*mayda va yirik zarrachali to‘ldirgich*) yotqiziladi.

Mamlakatimiz avtoyo‘l ko‘priklarining gidroizolyatsion tizimlarini montaj qilishda eng ko‘p qo‘llaniladigan usul, bu oraliq qurilmalaring ustki yuzalarini tekislovchi h=3sm qalinlikdagi sement-qum qorishmasini yotqizishdir. Tekislovchi qatlami qurilish montaj ishlari yakunlanganidan so‘ng, uning ustiga 1 yoki 2 qatlamdan iborat gidroizolyatsion material yotqiziladi va ushbu gidroizolyatsion materiallarni himoya qilish uchun himoya qatlami h=4sm qalinlikda armatura setkasi bilan birgalikda montaj qilinadi. So‘ngra, Qatnov qismining katta va kichik granulali 2 qavatli asfalt qoplamasi yotqiziladi (5-rasm).

ISSN 3030-3907



5 -rasm. Avtoyo‘l ko‘prik qatnov qismi elementlarining joylashishi

So‘nggi 30-40 yil ichida ko‘prik qatnov qismining konstruksiyalari takomillashtirildi. Masalan rus ko‘prikchi olimi professor E.E. Gibshman tashabbusi bilan ko‘prik qatnov qismi konstruksiyalarida qatnov qismining xavfsizlik to‘siqlari majburiy ravishda o‘rnatila boshlandi, chunki ilgari ular bo‘lmaganligi uchun deyarli har bir ko‘prikda avtomobillarning ko‘prikdan qulab tushishi kuzatilgan. Respublikamizda ham ohirgi yillarda ko‘prik va yo‘lo‘tkazgichlar qatnov qismi konstruksiyalarini mukammallashtirishga katta e’tibor berilmoqda. Chunki oraliq qurilmalarining uzoq vaqt xizmat qilishini ta’minlash uchun ko‘prik qatnov qismining konstruksiyalari yuqori darajada sifatli bo‘lishi zarur. Shu sababli qatnov qismi konstruksiyalarining resurstejamkor, samarali, mahalliy sharoitini inobatga oluvchi, innovatsion texnologiyalarga asoslangan texnologik yechimlariga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Bu esa mamlakatimizdagi transport inshootlari elementlarida yuzaga kelayotgan nuqson va shikastlanishlarni tadqiq qilish va dunyo ko‘priksozligining tajribalariga asoslangan, takomillashtirilgan yangi texnologik yechimlarini ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etishni talab qiladi.

Xulosa

Avtomobil ko‘priklari qatnov qismining turlari transport oqimining samarali va xavfsiz harakatlanishini ta’minlashda muhim o‘rin tutadi. Ularning konstruktiv yechimi va qoplama materiali xizmat muddati, mustahkamlik hamda ekspluatatsion qulaylikni belgilovchi asosiy omillardir. Shuning uchun ko‘priklarni loyihalash jarayonida qatnov qismining optimal turini tanlash iqlim sharoiti,

ISSN 3030-3907

yuklama darajasi va texnologik imkoniyatlarni hisobga olgan holda amalga oshirilishi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Y. Chen, J. Tong, Q. Li, S. Xu, L. Shen, “Application of high-performance cementitious composites in steel–concrete composite bridge deck systems: A review”, Journal of Intelligent Construction, vol. (2024).
2. A. Kale, Y. Kassa, B. Ricks, R. Gandhi, “A Comparative Assessment of Bridge Deck Wearing Surfaces: Performance, Deterioration, and Maintenance”, Applied Sciences, vol. 13, no. 19, Art. no. 10883, 2023.
3. A. Ibrahim, S. Abdelkhalek, T. Zayed, A. H. Qureshi, E. M. Abdelkader, “A Comprehensive Review of the Key Deterioration Factors of Concrete Bridge Decks”, Buildings, vol. 14, 2024.
4. M. Azhar Saleem, M. N. Zafar, M. Mazhar Saleem, J. Xia, “Recent developments in the prefabricated bridge deck systems”, Case Studies in Construction Materials, xx, 202x.
5. S. Li, H. Luo, Y. Zhao, X. Zhou, “Study on the Robust Bridge Deck Pavement System Based on Horseshoe-Shaped Shear Keys”, Materials, vol. 18, no. 5, Art. no. 1095, 2025.
6. Kishan Gautam, Shashikant Shrivastav, Rohit Rai, “A Review on Various Methods used in the Analysis of Bridge Decks”, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), vol. 9, no. 6, June 2020.
7. Research and Development of Deck Bridges, Vincent Kvočák, Daniel Dubecký, SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology, 2021.

ISSN 3030-3907

THE ROLE OF YOUTH OF UZBEKISTAN IN THE DEVELOPMENT OF ENTREPRENEURSHIP IN THE REPUBLIC

Akhmadjonov Sodiq

Andijan State Technical Institute Senior Lecturer, Department of "Economics"

Phone: +998999068812

E-mail: Ahmadjonov @gmail.com

Abstract: The article examines to what extent the role and position of the modern young generation in the life of our society is changing. In the updated Uzbekistan, the issue of the formation of entrepreneurial abilities among young people is analyzed in connection with their economic education. The experience of positive results achieved during the implementation of the state youth policy in our country is shown.

Keywords: youth policy, entrepreneurship, employment, business, unemployment, development strategy, enlightenment, education and training.

Аннотация: В статье рассматривается, насколько меняются роль и положение современного молодого поколения в жизни нашего общества. В обновлённом Узбекистане вопрос формирования предпринимательских способностей у молодёжи анализируется во взаимосвязи с её экономическим образованием. Показан опыт позитивных результатов, достигнутых в ходе реализации государственной молодёжной политики в нашей стране.

Ключевые слова: молодёжная политика, предпринимательство, занятость, бизнес, безработица, стратегия развития, просвещение, образование и обучение.

Annotatsiya: Maqolada zamonaviy yosh avlodning jamiyatimiz hayotidagi o‘rni va mavqei qay darajada o‘zgarayotgani ko‘rib chiqiladi. Yangilangan O‘zbekistonda yoshlarda tadbirkorlik qobiliyatini shakllantirish masalasi ularning iqtisodiy bilim olishi bilan bog‘liq holda tahlil etilgan. Mamlakatimizda yoshlarga oid davlat siyosatini amalga oshirish jarayonida erishilgan ijobiy natijalar tajribasi ko‘rsatildi.

Kalit so'zlar: yoshlar siyosati, tadbirkorlik, bandlik, biznes, ishsizlik, rivojlanish strategiyasi, ma'rifat, ta'lim va kadrlar tayyorlash.

Introduction

In our country, where major reforms are underway, "a new Uzbekistan is being formed as a result of our large-scale measures for the political, social and economic modernization of society" [1. p. 1]. Located in the heart of Central Asia, Uzbekistan has a direct interest in this region becoming a place of stability, consistent development and good neighborliness.

ISSN 3030-3907

More than half of the more than thirty-four million population of our country is made up of young people under the age of 30. During the years of independence, unprecedented great work has been done in our country to raise a healthy and well-rounded generation. From the very first days of independence, on November 20, 1991, the Law No. 429-XII "On the Fundamentals of State Youth Policy in the Republic of Uzbekistan" was adopted. The issue of youth has been identified as one of the priority tasks since the first steps of independence. The long-term development strategy of the state youth policy served as the basis for the adoption of laws aimed at ensuring the rights and interests of young people, realizing their talents and abilities. The Law of the Republic of Uzbekistan "On Education", adopted at the IX session of the Oliy Majlis of the Republic of Uzbekistan on August 31, 1997, broadly defines the essence, directions, content of education, and legal foundations of the continuous education system. The National Program for Personnel Training, adopted on August 31, 1997, and the State National Program for the Development of School Education, approved in 2004, have dramatically changed the life of our entire society.

According to the results of a study conducted in 2012 by the World Intellectual Property Organization and one of the leading international business schools, INSYeAD, on the level of human capital development, Uzbekistan ranked 53rd among 141 countries, and fifth in the world in terms of the level of development of the education system, including funds allocated for educational purposes. Annual expenditures on education in our country amount to 10-12 percent of gross domestic product. [Page 2-.52]

This issue was also once again brought to the fore during the beginning of broad changes in the new Uzbekistan. The Law of the Republic of Uzbekistan "On State Youth Policy", adopted on September 14, 2016, provides for the implementation of such activities as increasing the legal culture and activity of young people, revealing their creative and intellectual potential, supporting them and ensuring their employment. In particular, the provision of state assistance to youth entrepreneurship is of great importance. At the same time, the Law also provides for the provision of preferential loans to young people, training in business and entrepreneurship, developing programs, and concluding agreements between educational institutions and employers. In addition, the tasks of finding and working with young people who have formed unorganized groups in the localities, including talented young people in rural areas, are also set as important tasks. [Pages 3-3-12]

The Decree of the President of the Republic of Uzbekistan "On increasing the effectiveness of state youth policy and supporting the activities of the Youth

ISSN 3030-3907

Union of Uzbekistan", signed on July 5, 2017, has become a source of great opportunities in the lives of the young generation, which is the foundation of the future [Article 4-607].

The call of the President of the Republic of Uzbekistan Sh. Mirziyoyev at the 72nd session of the UN General Assembly on September 19, 2017, "The formation and education of the conscious thinking of young people based on enlightenment is the most important task" [page 5-248] - is of great importance. In the last four years, 43 new higher education institutions have been established in our country, bringing their number to 121. Major reforms are also being carried out in the system of kindergartens and schools, which are of decisive importance in the upbringing of a harmonious generation.

On September 23, 2020, the new edition of the Law of the Republic of Uzbekistan "On Education" was adopted. This Law consists of 75 articles and is aimed at implementing fundamental reforms in the field of education and upbringing at a high level based on modern requirements in the conditions of New Uzbekistan. The new edition of the Law "On Education" pays great attention to the field of upbringing along with education. Because great scholars have also achieved great positions through perfect upbringing [page 6-1]. In today's conditions, if the young generation that is growing up is not individually instilled with modern knowledge in a timely manner, depending on their age, if they are not able to strive for innovations, think independently and make innovative decisions, we will not be able to develop and be on par with developed countries in creating our future. If the changes in our country are not in line with the dreams, aspirations and goals of young people, if their worldview is not renewed, the intended goal cannot be achieved.

The beginning of independence is a reality associated with the implementation of strategic tasks during the transition period of our country from an administrative-command system to a legal democratic state and civil society based on a market economy.

Our head of state, with the slogan "Against an idea - an idea, against a thought - a thought, against ignorance - enlightenment", called on the youth to enlightenment, science, to love people, life, the Motherland, and to appreciate independence. [Pages 7-19-110]. That is why in the early years of independence, more attention was paid to education, spiritual and educational work, and to raising young people to a physically and spiritually healthy adulthood.

Review of literature on the subject: Throughout the development of human society, the upbringing of young people who are coming of age has always been considered a necessary and complex issue. The resolution "On the Basic Principles

ISSN 3030-3907

for the Formation of an Effective Youth Policy" adopted by the UN General Assembly in 1985 is evidence that youth policy is a globally relevant problem. In Uzbekistan, the research of such scientists as Z. Kadirova, G. Tulenova, B. Kh. Juraev, T. T. Malikov, E. Kh. Bobomurodov, N. N. Hasanov, Sh. A. Ermatov has paid attention to this issue.

Methods: Based on the above considerations, we set out in our research to analyze the state policy on youth in our country, which is being further developed and large-scale reforms are being carried out using economic and historical methods. One of the important tasks in the upbringing of a harmonious generation is to form the needs of young people for economic activity. At all stages of civilization, it has been said that only an economically active, entrepreneurial, artisan and educated person is worthy of the honorable name of a human being.

Results: The persistence of poverty among the population, the increase in youth unemployment, has made it a vital necessity to further develop the sphere of small business and private entrepreneurship, which are the pillars of civil society. Today, more than 500 thousand young people graduate from educational institutions in our country every year and enter the labor market. Legal and socio-economic conditions have been created for these young men and women to secure employment by getting their own jobs, open their own businesses, and support their initiatives and aspirations for entrepreneurship by the state. As a result, our country's economy is developing, unemployment is being prevented, and young men and women are being provided with jobs. To this end, it is necessary to raise entrepreneurial youth who can use their mental and physical abilities to establish their own lives and earn income, and who can mobilize their funds and labor for useful work. An entrepreneur is a person, an individual, a citizen of a country, and entrepreneurship is the free activity of this citizen in order to earn income for a specific purpose. In our country, an entrepreneur is a person, a citizen, and his entrepreneurial activity is guaranteed by the Constitution of the Republic of Uzbekistan and other laws as a subject of a free market economy. The market economy formed in developed countries requires people to have innovative ideas, live in pursuit of novelty, abandon the mentality of dependence and turn economic activity into a way of life. The future of a new Uzbekistan is closely linked to the level, knowledge, worldview, and upbringing of today's youth.

The Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan "On additional measures aimed at attracting poor and unemployed citizens to entrepreneurship, increasing their labor activity and training them in professions, and ensuring employment of the population," signed on August 11, 2020, established a wide-ranging set of measures aimed at ensuring employment of poor

ISSN 3030-3907

and unemployed citizens in our country by training them in modern professions and entrepreneurial skills. According to the Resolution, 136 vocational training centers for residents of neighborhoods will be established within two months [page 8.1]. In 2020, more than 4 trillion soums will be allocated for the implementation of the “Every Family is an Entrepreneur” program.

Conclusions: In conclusion, we can say that today Uzbekistan is developing rapidly. Following the wise traditions of our ancestors and deeply understanding our values, we are implementing decisive reforms, and we are moving towards the formation of a new image of our country. The implementation of the state youth policy is bringing positive results, and the characteristics of a renewed worldview and striving for creativity are observed in today's coming-of-age generation. The economic, social and political activity of young people in our society is increasing, and a new national system is being created in the youth policy of our state based on national standards. Deep reforms are being carried out in all spheres in our country. The goal of them is to build a democratic state and a just society, in which the implementation of the simple and clear principle of "human interests above all else" is of paramount importance.

LITERATURE

1. Ўзбекистон Республикаси Президенти Ш.М.Мирзиёевнинг БМТ Бош Ассамблеясининг 75- сессиясидаги нутқи. “Халқ сўзи” газетаси. № 202, 2020 йил 24 сентябрь.
2. М.Ахунов. Инсон омили-ижтимоий-иқтисодий тараққиётнингетакчи кучи ва бош мақсади. “Илмий хабарнома” журнали,№ 1, Андижон,2016 йил.
3. 2016 йил 14 сентябрда қабул қилинган “Ёшларга оид давлат сиёсати тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Қонуни. Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2016 йил, 37-сон.
4. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 5 июлда имзолаган “Ёшларга оид давлат сиёсати самарадорлигини ошириш ва Ўзбекистон ёшлар иттифоқи фаолиятини қўллаб-қувватлаш тўғрисида”ги ПФ-5106 сон Фармони. Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2017 йил 5 июль, 27-сон.
5. Ш.Мирзиёев. Инсон манфаатлари ва ҳуқуқларини таъминлаш-демократик жамиятнинг асосидир. Ўзбекистон Республикаси Президенти Ш.М.Мирзиёевнинг БМТ Бош Ассамблеясининг 72-сессиясида сўзлаган нутқи. 2017 йил 19 сентябрь
6. Ўзбекистон Республикасининг янги таҳрирдаги “Таълим тўғрисида”ги Қонуни. “Халқ сўзи” газетаси. № 202, 2020 йил 24 сентябрь.

ISSN 3030-3907

7. И.Каримов. Ўзбекистон XXI аср бўсағасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва тараққиёт кафолатлари. Тошкент., 1997, 19-110-бетлар.
8. 2020 йил 11 августдаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Камбағал ва ишсиз фуқароларни тадбиркорликка жалб қилиш, уларнинг меҳнат фаоллигини ошириш ва касб-ҳунарга ўқитишга қаратилган ҳамда аҳоли бандлигини таъминлашга оид қўшимча чора тадбирлар тўғрисида” Қарори. “Халқ сўзи” газетаси,2020 йил 13 август.

ISSN 3030-3907

UDC: 547.857.4:547.569+541.49

6-AMINOPURINNING BENZOFENON HOSIL BO‘LGAN ALKALI METALL KETILLARI VA DIANIONLARI BILAN REAKSIYALARI

Baymuratova Gulbaxar Orinbayevna

Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tekshirish instituti tadqiqotchisi

Astraxan davlat texnika universitet Toshkent filiali

Annotatsiya: Ushbu ishda 6-aminopurinning alkali metall ketillari va ularning dianionlari bilan benzofenon hosil bo‘lgan reaksiyalari o‘rganildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, 6-aminopurin molekulasi N–H markazi va purin halqasining elektron boy pozitsiyalari tufayli alkali metall ketillari bilan samarali reaksiyaga kirishadi. Reaksiya natijasida labil dianion holati hosil bo‘lib, benzofenon molekulasi bilan qo‘shilish orqali yangi C–C va C–N bog‘larini o‘z ichiga olgan derivativlar hosil bo‘ladi. Hosil bo‘lgan mahsulotlar IQ va YAMR spektroskopiyasi yordamida tasdiqlanib, reaksiyaning mexanizmi va alkali metall turining ta’siri tahlil qilindi. Ushbu natijalar geterotsiklik birikmalar sintezida yangi yo‘nalishlarni ochadi va kimyoviy modifikatsiyalar uchun ilmiy asos yaratadi.

Kalit so‘zlar: aminopurin, 6-holat, benzofenon, alkali metall ketillari, dianionlar, reduktiv Labil holat, nukleofil almashinish, radikal mexanizm, 6-almashgan purinlar.

Аннотация: В данной работе изучены реакции 6-аминопурина с кетилями щелочных металлов и их дианионами, образующимися из бензофенона. Согласно результатам исследования, молекула 6-аминопурина благодаря центру N–H и электронно-обогащённым позициям пуринового кольца эффективно вступает в реакцию с кетилями щелочных металлов. В результате образуется лабильное дианионное состояние, которое, взаимодействуя с молекулой бензофенона, приводит к получению новых производных, содержащих C–C и C–N связи. Полученные продукты были подтверждены методами ИК- и ЯМР-спектроскопии, а также проанализированы механизм реакции и влияние природы щелочного металла. Эти результаты открывают новые направления в синтезе гетероциклических соединений и создают научную основу для химических модификаций.

Ключевые слова: аминопурин, 6-позиция, бензофенон, кетили щелочных металлов, дианионы, редуктивное лабильное состояние, нуклеофильное замещение, радикальный механизм, 6-замещённые пурины.

ISSN 3030-3907

Abstract: This study investigates the reactions of 6-aminopurine with alkali metal ketyls and their dianions derived from benzophenone. According to the results, the 6-aminopurine molecule efficiently reacts with alkali metal ketyls due to the N–H center and the electron-rich positions of the purine ring. The reaction proceeds through the formation of a labile dianion state, which, upon interaction with benzophenone, yields new derivatives containing C–C and C–N bonds. The obtained products were confirmed by IR and NMR spectroscopy, and the reaction mechanism as well as the effect of the alkali metal type were analyzed. These findings open up new directions in the synthesis of heterocyclic compounds and provide a scientific basis for chemical modifications.

Keywords: aminopurine, 6-position, benzophenone, alkali metal ketyls, dianions, reductive labile state, nucleophilic substitution, radical mechanism, 6-substituted purines.

Kirish

6-Aminopurin — nuklein kislotalarining tarkibiy qismi sifatida biologiyada muhim rol o‘ynaydigan purin asosidagi azotli birikma hisoblanadi. U nafaqat biologiyada, balki farmatsevtika va organik sintez sohasida ham keng qo‘llaniladi. 6-Aminopurinning alkali metall ketillari bilan reaksiyalari, ayniqsa, dianion shakllari bilan benzofenon hosil bo‘lishi jarayoni, yangi heterotsiklik birikmalar sintezida muhim yo‘nalishlarni ochadi va purin asosidagi molekulalarning kimyoviy transformatsiyalarini chuqurroq tushunishga imkon beradi.

Alkali metall ketillari va ularning hosil qiladigan dianionlari — organik sintezda kuchli nukleofillar sifatida tanilgan. Ular aminoguruhli birikmalar bilan reaksiyaga kirishib, yangi C–C va C–N bog‘larini hosil qiladi. Bu jarayonlar nafaqat kimyoviy modifikatsiya, balki biologik faoliyatga ega heterotsiklik birikmalarni sintez qilish imkonini beradi. Shu ma’noda, 6-aminopurinning alkali metall ketillari va dianionlari bilan reaksiyalari tadqiqotchilarning diqqat markazida bo‘lib kelmoqda.

Birinchi bo‘lib, **Yu.V. Kurbatov va D.D. Turayeva** (2004) anilinning benzofenon va Mixler ketonidan hosil bo‘lgan alkali metall ketillari va dianionlari bilan reaksiyalarini o‘rganib, nukleofilik birikish mexanizmini aniqladilar[1]. Ularning natijalari 6-aminopurinning elektron boy purin halqasi va aminoguruhlari bilan reaksiyalari samaradorligini tushunishda muhim ilmiy asos yaratdi. Shu ishlar alkali metall ketillari va dianionlarning purin birikmalari bilan reaksiyalari bo‘yicha keyingi tadqiqotlar uchun poydevor bo‘ldi.

A.M. Ivanov (2007) purin birikmalari bilan karbonil birikmalarining kondensatsiyasini o‘rganib, yangi C–C va C–N bog‘lari hosil bo‘lish mexanizmini taklif qildi. Shu orqali purin asosidagi molekulalarning kimyoviy xossalari va

ISSN 3030-3907

reaktsiyaga kirishish qobiliyatlari kengroq ko‘rsatildi. Bu ishlar, ayniqsa, heterotsiklik birikmalar sintezi va farmatsevtik modifikatsiyalar uchun ilmiy asos yaratdi[2].

Shuningdek, **D.A. Turaeva va Yu.V. Kurbatov** (2004) anilinning benzofenon va Mixler ketonidan hosil bo‘lgan alkali metall diphenilketillari va dianionlari bilan reaksiyalarini batafsil o‘rganib, mahsulotlar strukturasi va reaksiyaning selektivligini aniqladilar. Ularning ishlarida litiy, natriy va kaliy ketillari bilan amalga oshirilgan reaksiyalarning kinetik va termodinamik jihatlari tahlil qilindi, bu esa purin asosidagi birikmalarning kimyoviy xususiyatlarini chuqurroq tushunishga yordam berdi[1].

Ushbu tadqiqotlar, shuningdek, **E.P. Smirnova** (2010) tomonidan purin asosidagi birikmalarning dianionlari bilan reaksiyalarda elektron taqsimoti va regioselektivlikni o‘rganish bilan davom ettirildi. Bu natijalar 6-aminopurinning alkali metall ketillari bilan reaksiyalari bo‘yicha yangi yo‘nalishlarni belgiladi va organik sintezda samarali strategiyalarni ishlab chiqishga yordam berdi[3].

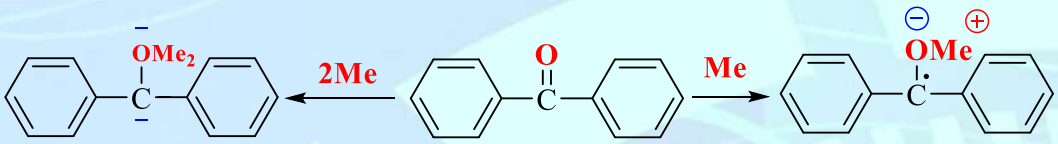
Benzofenon va Mixler ketoni o‘z karbonil guruhlari orqali aminoguruhli birikmalar bilan nukleofilik qo‘shilish reaksiyalariga kirishadi. Bu jarayonlar yangi C–C va C–N bog‘larini hosil qilib, heterotsiklik birikmalar sintezida muhim yo‘nalishlar yaratadi. Shu sababli, 6-aminopurinning alkali metall ketillari va dianionlari bilan benzofenon hosil bo‘lishi reaksiyasining mexanizmi va hosil bo‘lgan mahsulotlarning struktura va xususiyatlarini o‘rganish ilmiy jihatdan dolzarb hisoblanadi. Ushbu tadqiqotlar yangi heterotsiklik birikmalarni sintez qilishda qo‘llaniladigan metodlarni takomillashtirishga xizmat qiladi va farmatsevtik, biologik hamda kimyo sanoatida qo‘llanilishi mumkin[4-24].

Usullar va natijalar

Ushbu tadqiqot ishda 6-aminopurinning alkali metall ketillari va dianionlari bilan benzofenon hosil bo‘lishi reaksiyalari o‘rganildi. Tadqiqotda 6-aminopurin (99% tozalangan), benzofenon shuningdek, natriy va kaliy metallari ishlatilgan. Erituvchi sifatida tetragydrofuran tanlangan. Reaksiyalar inert gaz argon atmiosferasida 0–25 °C haroratda olib borildi.

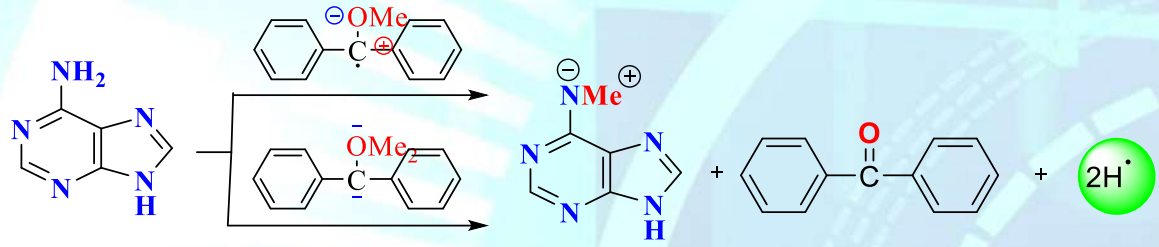
Avvalo, benzofenon ketillari tayyorlandi. Buning uchun tetragidrofuranga ma’lum miqdorda benzofenon va natriy yoki kaliy metallarining mayda bo’lakchalari solinib, magnitli aralashtirgich yordamida 24 soat davomida argon atmosferasida aralashtirildi. Asta sekin eritmaning ko‘k-yashil rangga kirishi kuzatildi. Bu belgidan benzofenonning radikal-anion ketili hosil bo‘lgani ma’lum bo‘ldi. Agar metallning ikki ekvivalenti qo‘llansa, benzofenonning dianioni hosil qilindi. Dianion ko‘proq reaktivligi bilan ajralib turadi va u kuchliroq qaytaruvchi vosita sifatida xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

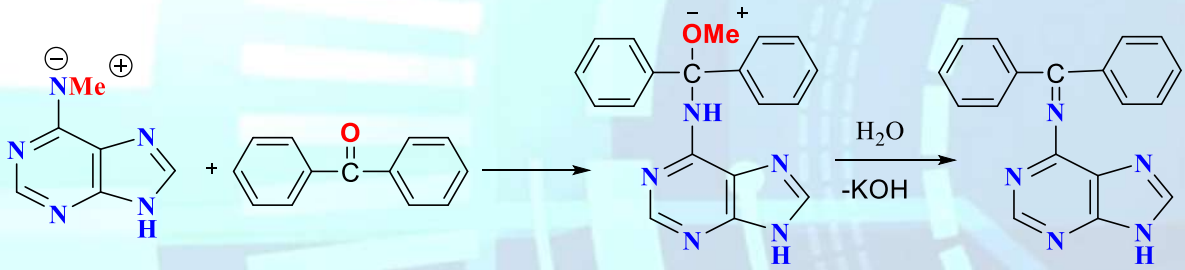


Me=Na, K

Keyingi bosqichda 6-aminopurinnning tetragidrofurandagi eritmasi oldindan tayyorlangan benzofenon ketil yoki dianion eritmasiga qo‘shildi. Reaksiyalar 0–25 °C harorat oralig‘ida olib borildi va odatda 2–4 soat davomida inert argon atmosfera sharoitida aralashtirildi. Reaksiya jarayonida rang o‘zgarishi, qisman cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatildi. Reaksiyalar yakunida eritma suv bilan neytrallandi, organik faza ajratib olindi va quritildi. Hosil bo‘lgan mahsulotlar kolonkali xromatografiya yordamida tozalandi.



Me=Na, K



Me=Na, K

Hosilalarning tuzilishini aniqlash uchun ^{1}H YaMR, ^{13}C YaMR, IQ va mass-spektrometriya usullari qo‘llanildi. Bundan tashqari, elementar tahlil ham amalga oshirildi. Biologik faollikni baholash maqsadida dastlabki antibakterial testlar ham o‘tkazildi, shuningdek, o‘simlik o‘sishini rag‘batlantirish qobiliyati bo‘yicha tajribalar bajarildi.

Muhokama

Ushbu tadqiqotda 6-aminopurinning alkali metall ketillari va dianionlari bilan benzofenon hosil bo‘lishi reaksiyalari o‘rganildi va ularning xususiyatlari hamda reaktivligi tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, metallning miqdori va turi reaksiyaning samaradorligi va hosil bo‘lgan mahsulotning kimyoviy xususiyatlariga bevosita ta’sir qiladi.

Benzofenonning radikal-anion ketili inert argon atmosferada va past harorat sharoitida barqaror hosil bo‘lib, reaksiyaga tayyor bo‘ladi. Dianion esa ko‘proq

ISSN 3030-3907

faol bo‘lib, kuchliroq qaytaruvchi sifatida ta’sir qiladi. Bu natija oldingi tadqiqotlar bilan mos keladi, chunki dianionlar odatda radikal-anionlarga qaraganda elektronlar boyligi va reaktivligi bilan ajralib turadi[1].

6-Aminopurinning benzofenon ketil yoki dianion bilan reaksiyaga kirishi natijasida hosil bo‘lgan mahsulotlarda rang o‘zgarishi va qisman cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatildi. Bu o‘zgarish reaktsiyaning borishini vizual tarzda tasdiqladi va reaksiya mexanizmining klassik **C–C va C–N** bog‘ hosil bo‘lishi jarayonlariga mos kelishini ko‘rsatadi.

^{1}H YaMR va ^{13}C YaMR spektroskopiyasi, IQ va mass-spektrometriya natijalari mahsulotlarning kutishgan tuzilishlariga mos kelishini tasdiqladi. Elementar tahlil ma’lumotlari ham mahsulotlarning tozaligini va reaksiyaning samaradorligini ko‘rsatdi. Bu natijalar ilmiy adabiyotlarda tavsiflangan organik ketil va dianionlarning geterotsiklik birikmalar bilan reaksiyasi haqidagi ma’lumotlar bilan muvofiqlikni ko‘rsatadi.

Biologik faollik bo‘yicha olib borilgan dastlabki testlar shuni ko‘rsatdiki, hosil bo‘lgan birikmalar antibakterial faoliyatga ega bo‘lib, o‘simlik o‘sishini rag‘batlantiruvchi xususiyatlarni ham namoyon qiladi. Bu natijalar 6-aminopurinning farmatsevtik va agrobiologik ahamiyatini yanada mustahkamlaydi va kelgusida dori vositalari yoki o‘simliklarni o‘sish oshirish xususiyatiga ega moddalar sifatida qo‘llanish imkoniyatini beradi.

Shunday qilib, tadqiqot natijalari metall ketillari va dianionlar yordamida geterotsiklik birikmalar sintezining samarali va selektiv usulini ko‘rsatdi. Bu olingan bilimlar va tajribalar zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullarini qo‘llash, reaksiya mexanizmini tushunish va yangi biologik faol birikmalarni sintez qilish bo‘yicha amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirishga xizmat qiladi.

Xulosa

Ushbu tadqiqotda 6-aminopurinning alkali metall ketillari va dianionlari bilan benzofenon hosil bo‘lishi reaksiyalari o‘rganildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, metallning turi va miqdori reaksiyaning samaradorligi va hosil bo‘lgan mahsulotning kimyoviy xususiyatlariga bevosita ta’sir qiladi. Benzofenonning radikal-anion ketillari inert argon atmosferasida barqaror hosil bo‘ladi, dianionlar esa yuqori reaktivlikka ega bo‘lib, kuchliroq qaytaruvchi vosita sifatida ishlaydi.

6-Aminopurinning tetragidrofurandagi eritmasi oldindan tayyorlangan ketil yoki dianion eritmasiga qo‘shilganda C–C va C–N bog‘lar hosil bo‘ladi, reaktsiya jarayonida rang o‘zgarishi va qisman cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatildi. Shu bilan, tadqiqot 6-aminopurinning metall ketillari va dianionlari bilan reaksiyalarini o‘rganishning samarali va ilmiy asoslangan usulini ko‘rsatdi hamda yangi biologik faol birikmalar sintezi uchun poydevor yaratdi. Ushbu natijalar kelgusida organik

ISSN 3030-3907

sintez va bioorganik tadqiqotlarda qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan amaliy va nazariy bilimlarni mustahkamlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kurbatov Yu.V., Turayeva D.A. Reaktsii anilina s benzofenonom i mikslerovym ketonom, obrazuyushchimi alkilmetallye ketily i dianiony. – Zhurnal organicheskoy khimii, 2004.
2. Ivanov A.M. Kondensatsiya karbonil birikmalari bilan purin hosilalari: yangi C–C va C–N bog‘lari hosil bo‘lish mexanizmi. – Zhurnal organicheskoy khimii, 2007.
3. Smirnova E.P. Purin asosidagi birikmalarning dianionlari bilan reaksiyalarda elektron taqsimoti va regioselektivlik. – Zhurnal organicheskoy khimii, 2010.
4. Saitkulov, F., Xudayarov, M., Eshboboyev, T., Oxunov, I., & Amanov, R. (2025, July). Coordination compounds of manganese salt with acetamide and study of biochemical properties of the cotton variety" Sultan" plant. In American Institute of Physics Conference Series (Vol. 3304, No. 1, p. 040098).
5. Kulmirzayeva, S., Isaqulova, M., Nasimov, H., Saitkulov, F., & Islomova, D. (2025, July). Study of synthesis and biological properties of coordination compound of cobalt (II)-chloride. In American Institute of Physics Conference Series (Vol. 3304, No. 1, p. 040099).
6. Kudratov, G. O., Elmuradov, B., Saitkulov, F., Mirvaliev, Z., Ibragimov, A., Karimov, S., & Karimov, B. (2025, February). Synthesis of urea derivatives based on toluyl isocyanate. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3268, No. 1, p. 040031). AIP Publishing LLC.
7. Saitkulov, F., Zakhidov, Q., Khaydarov, G., Sabirova, D., Ergasheva, H., Mirvaliev, Z., & Usnatdinova, S. (2025, February). Methods for the synthesis of 2-phenylquinazolin-4-one and studying methylation reactions in different solvents. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3268, No. 1, p. 030038). AIP Publishing LLC.
8. Oripov Oybek Bekboyevch (Author) Khaydarov Gayrat Shoyimovich, Saitkulov Foziljon Ergashevich, Mirvaliyev Zoid Zohidovich, Giyasov Kuchkar, Eshboboev Turaqul Usmanovich. Carotenoids inPlant-Based Food Systems. Journal of Chemical Health Risks JCHR (2025) 15(2), 84-98| ISSN:2251-6727.
9. Arzanov Ravshan Xurramovich Zulpanov Fazliddin Abduxakimovich, Saitkulov Foziljon Ergashevich, Elmuradov Burxon Jurayevich. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences» 2025 y. 11-12.
10. Saitkulov Foziljon Ergashevich Fayzullozoda Hasanboy Muhiddin o’g’li, Khaydarov Gayrat Shoyimovich, Baymuratova Gulbaxar Orinbaevna. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences.

ISSN 3030-3907

11. Giyasov Kuchkar Ashurova Zuxra Bahodir qizi, Khaydarov Gayrat Shoyimovich, Saitkulov Foziljon Ergashevich. Determination Of Certain Heavy Metals In Food Composition By Voltammetric Method. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2025 y. p.47-51
12. Qayumova F. Saitkulov F. Synthesis Of Coordination Compounds Based On Cobalt(Ii) Salts And Quinazolin-4-One And The Study Of Their Biological Activity. Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2025. 2(128).
13. Tolipovna, Z. U., Maxsumovna, M. N., Kudratovna, K. N., & Ergashevich, S. F. (2025). OXIDATION OF POLYPRENOLS IN VITIS VINIFERA L. LEAVES. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, (3-4), 87-90.
14. Oripov O.B. Saitkulov F.E. Mirvaliev Z.Z. Giyasov K. Quinazolin-4-Thione Synthesis And Evaluation Of Its Effective Synthesis Technique. Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2024. 11(125)
15. Sapaev, B., Saitkulov, F. E., Abdinazarov, A. B., Nasimov, K. M., & Isoqjonova, M. (2023). Kobalt (II)-synthesis of the coordination compound formed by quinazolin-4-on and indole fatty acids of nitrate dihydrate and study of the processes of influence on the varieties of cotton “Buxara-102”,“Namangan-77”,“Sultan”,“Unkurgan-1”,“C-6524”. In E3S Web of Conferences (Vol. 452, p. 01033). EDP Sciences.
16. Baymuratova, G., Nasimov, K., & Saitkulov, F. (2023). Synthesis of 6-benzylaminopurine and the study of biological active properties of cotton C-6424 plants. In E3S Web of Conferences (Vol. 389, p. 03032). EDP Sciences.
17. Elmuradov, B., Saitkulov, F., Mirvaliev, Z., Ibragimov, A., Karimov, S., & Karimov, B. (2025, February). Synthesis of urea derivatives based on toluyl isocyanate. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3268, No. 1). AIP Publishing.
18. Kh. U. Khodjaniyazov et al, Influence of the nature of the solvent on the dual reactivity of 2-oxo-5,7-dimethylpyrido [2,3-α] pyrimidinone-87. Chemistry of natural compound. 1997 Special issue No1.pp. 48- 50.
19. Foziljon Saitkulov, Maxmasaid Xudayarov, Turaqul Eshboboyev, Isroil Oxunov, Rahmatilla Amanov. Coordination compounds of manganese salt with acetamide and study of biochemical properties of the cotton variety" Sultan" plant. American Institute of Physics Conference Series. American Institute of Physics Conference Series, 2025
20. Sabina Kulmirzayeva, Marhoba Isaqulova, Hasan Nasimov, Foziljon Saitkulov, Durdona Islomova. Study of synthesis and biological properties of coordination compound of cobalt (II)-chloride. American Institute of Physics Conference Series. American Institute of Physics Conference Series, 2025

ISSN 3030-3907

21. Elmuradov, B., Saitkulov, F., Mirvaliev, Z., Ibragimov, A., Karimov, S., & Karimov, B. (2025, February). Synthesis of urea derivatives based on toluyl isocyanate. In American Institute of Physics Conference Series (Vol. 3268, No. 1, p. 040031).
22. Saitkulov, F., Zakhidov, Q., Khaydarov, G., Sabirova, D., Ergasheva, H., Mirvaliev, Z., & Usnatdinova, S. (2025, February). Methods for the synthesis of 2-phenylquinazolin-4-one and studying methylation reactions in different solvents. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3268, No. 1, p. 030038). AIP Publishing LLC.
23. Saitkulov, F., Mirvaliev, Z., Sabirova, D., Ergasheva, H., & Okhunov, I. (2024). Synthesis of quinazolin-4-one and its application in some areas of bioengineering. In BIO Web of Conferences (Vol. 105, p. 02007). EDP Sciences.
24. Sapaev, B., Saitkulov, F. E., Qalandarov, U., Mamedova, M., & Amanov, R. U. (2023). To examine the processes of biochemical action of cobalate ii-nitrate and quinazolin-4-on on the “Morus alba” variety of Moraceae plant of the coordination compound formed by 3-indole fatty acid. In E3S Web of Conferences (Vol. 452, p. 01032). EDP Sciences.
25. Sapaev, B., Saitkulov, F. E., Qalandarov, U., Mamedova, M., & Amanov, R. U. (2023). To examine the processes of biochemical action of cobalate ii-nitrate and quinazolin-4-on on the “Morus alba” variety of Moraceae plant of the coordination compound formed by 3-indole fatty acid. In E3S Web of Conferences (Vol. 452, p. 01032). EDP Sciences.

ISSN 3030-3907

MEASURES TO IMPROVE THE LIFE OF THE POPULATION OF THE NEW UZBEKISTAN

Akhmadjonov Sodiq
Andijan State Technical Institute Senior Lecturer, Department of "Economics"
Phone: +998999068812
E-mail: Ahmadjonov @gmail.com

Abstract: The article discusses issues related to socio-economic life due to the influence of the LIFESTYLE developing as a result of the economic reforms being carried out in New Uzbekistan. Lifestyle is understood as a complex picture of human behavior and activities formed in the process of historical development. Customs based on a specific historical development process are repeated over time. They, in turn, give rise to actions, habits, and a character of life that have become necessary. At the same time, considerations and proposals are given on the problems of the human factor and lifestyle.

Keywords: human factor, lifestyle, healthy and unhealthy lifestyle, lifestyle, education, standard of living, development strategy, five initiatives**.**

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы, связанные с социально-экономической жизнью, обусловленные влиянием ОБРАЗА ЖИЗНИ, формирующегося в результате экономических реформ, проводимых в новом Узбекистане. Образ жизни понимается как сложная картина поведения и деятельности человека, сформированная в процессе исторического развития. Обычаи, основанные на конкретном процессе исторического развития, повторяются во времени. Они, в свою очередь, порождают действия, привычки и характер жизни, которые стали необходимыми. При этом излагаются соображения и предложения по проблемам человеческого фактора и образа жизни.

Ключевые слова: человеческий фактор, образ жизни, здоровый и нездоровый образ жизни, образ жизни, образование, уровень жизни, стратегия развития, пять инициатив.

Annotatsiya: Maqolada Yangi O‘zbekistonda amalga oshirilgan iqtisodiy islohotlar natijasida shakllangan HAYoT TARZI ta’sirida shartlangan ijtimoiy-iqtisodiy hayotga oid masalalar ko‘rib chiqiladi. Hayot tarzi deganda tarixiy taraqqiyot jarayonida shakllangan inson xulq-atvori va faoliyatining murakkab manzarasi tushuniladi. Muayyan tarixiy rivojlanish jarayoniga asoslangan odatlar vaqt o'tishi bilan takrorlanadi. Ular, o'z navbatida, zaruratga aylangan xatti-harakatlar, odatlar va hayot xarakterini keltirib chiqaradi. Shu bilan birga, inson omili va turmush tarzi muammolari yuzasidan fikr-mulohazalar va takliflar bildirilgan.

ISSN 3030-3907

Kalit so'zlar: inson omili, turmush tarzi, sog'lom va nosog'lom turmush tarzi, turmush tarzi, ta'lim, turmush darajasi, rivojlanish strategiyasi, beshta tashabbus.

Introduction

According to modern data, a healthy lifestyle is a broad concept that includes productive social labor, meaningful and useful leisure, physical education and sports, physical training, personal hygiene, rational nutrition, abstinence from harmful habits, annual medical check-ups, and many other components. Societies living on Earth are usually distinguished by their different lifestyles. Today, we witness people living in different lifestyles in societies based on traditional economies, market economies, administrative-command economies, and mixed economies. With the development of science and technology, lifestyles in progressive societies are becoming criteria for development. A healthy lifestyle in these countries is becoming one of the main factors of socio-economic development. That is why scientists are paying increasing attention to the issues of the lifestyle of the population and a healthy lifestyle.

Review of literature on the topic. To date, a wide range of literature devoted to the issues of the lifestyle and well-being of the population can be found. S. Zainutdinov “Interrelation of labor force reproduction and lifestyle”, Atakhanov R. S., Akhunov M. A. “Karakalpaks of Fergana: in the past and present”, Komilov N. “A perfect person is the future of the nation”, M. Mahkamov, K. Sodikov “Let's create a healthy generation”, A. O. Obidov, Yu. V. Novikov “Health is in our hands”, V. M. Shapiro, L. N. Bashmakova, G. U. Kurmaknova “Healthy lifestyle” monographs, books, manuals and scientific articles cover topics related to the issues of the lifestyle of the population. Such sources inspired the writing of this article.

Research methodology. In the preparation of the recommended article, methods such as dialectic, analysis and synthesis, abstraction, historicity and logic, and statistical observation, which are usually used in the study of economic issues, were used.

Analysis and results. In Uzbekistan, “a new Uzbekistan is being formed as a result of our large-scale measures for the political, social and economic modernization of society”[1]. In Uzbekistan, a legal democratic state and civil society based on a market economy are being built, in which the implementation of the simple and fair principle of “human interests above all else” is of paramount importance. In the modernizing Uzbekistan, the lifestyle and way of life of people are changing dramatically as a result of the implementation of large-scale reforms in society ifestyle is a broad concept that refers to the activities of a person associated with the birth and life of a person. Lifestyle is a concept that has meaning

ISSN 3030-3907

in the way a person connects his life with livelihood. A person creates his own value through his lifestyle and lifestyle, becomes a person who benefits or harms society. From this point of view, lifestyle and lifestyle create the conditions for the formation and development of human capital. Lifestyle (condition) is inherent in his own historical socio-economic relations, the form and content of a person's individual and collective life, and characterizes such features as his behavior, communication, and mentality. Lifestyle is the formation of a person's existence in the world, manifested in human activities, interests, hobbies, beliefs, married and unmarried life. Lifestyle is a form of life activity that is closely related to the forms of social activity of people and the conditions of social activity. The main parameters of lifestyle are labor (education, upbringing of the younger generation), everyday life, socio-economic, political, religious and cultural activities of people, as well as various behavioral habits and external manifestations. A person's lifestyle is a key factor in determining his health, well-being and the level of average life expectancy.

Lifestyle, as a rule, manifests itself in healthy and unhealthy forms. An unhealthy lifestyle is a lifestyle that encroaches on a person's life, is manifested in relationships that are associated with drugs, alcohol, tobacco products, and lead to family and social unrest. A healthy lifestyle is a philosophical concept that deeply expresses the scope of the material and aesthetic diversity of the real life activities of society, social groups, neighborhoods, families and individuals, leading a person to a prosperous and prosperous life. A healthy lifestyle is a state of harmony at all levels, that is, the internal environment - physical, mental, spiritual, as well as the external environment - with all that is. On the basis of a healthy lifestyle, it is necessary to strengthen a person's aspirations for perfection, and on this basis to form modern thinking about the source of strength and power of a prosperous society. Clusters, which combine various sectors in a single chain in the economy, are rapidly entering our way of life, strengthening internal and external integration between sectors and sectors and raising innovative thinking to a new level in an innovative environment.

The beginning of independence is a reality associated with the implementation of strategic tasks of the transition period of our country from an administrative-command system to a legal democratic state and civil society based on a market economy. During the transition period from 1991 to 2016, our people carried out wide-ranging reforms in the political, economic-social, legal, spiritual-cultural spheres, overcoming difficult difficulties from totalitarianism to democratic development. The work carried out in these conditions required a high level of activity, patriotism, faith in the future, and great effort from our people.

ISSN 3030-3907

The state youth policy in Uzbekistan, which has been renewed since 2016, has reached its highest level. The formation of entrepreneurial abilities and employment of young people by raising a physically and spiritually healthy, intellectually mature generation has become an urgent issue.

At a new stage of our country's development, the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PF-4947 dated February 7, 2017 “On the Strategy of Actions for the Further Development of the Republic of Uzbekistan” has determined the priority areas for the development of all spheres of state and social life in our country and is leading to revolutionary changes in the lifestyle of our people. The main directions of the Strategy of Actions on the five priority areas of further development of the Republic of Uzbekistan in 2017-2021 are as follows:

1. Improving state and social construction.
2. Ensuring the rule of law and further reforming the judicial and legal system.
3. Further development and liberalization of the economy.
4. Development of the social sphere.

Ensuring security, interethnic harmony and religious tolerance, conducting a well-thought-out, mutually beneficial and practical foreign policy [2]. All of the directions set out in the Action Strategy are specific sections of changes aimed at further deepening broad-based reforms and fundamental innovations in our country. The Action Strategy is being implemented in five stages and is changing people's lifestyles. In Uzbekistan, 5 important initiatives put forward by our President Mirziyoyev to further increase attention to our youth, widely involve them in culture, art, physical education and sports, form skills in using information technologies in young people, promote reading among our country's youth, increase women's employment, strengthen the spiritual immunity of our youth, and spend their free time meaningfully have become a major step towards improving the lifestyle of our society. The first initiative serves to increase the interest of young people in music, painting, literature, theater and other types of art, and to reveal their talents. The second initiative is aimed at physical training of young people and creation of necessary conditions for them to demonstrate their abilities in the field of sports. The third initiative is aimed at organizing the effective use of computer technologies and the Internet among the population and young people. The fourth initiative is aimed at organizing systematic activities to raise the spirituality of young people and widely promote reading among them. The fifth initiative addresses issues of providing employment to women. These 5 initiatives have been strengthened by the support of the wider community and have begun to make a significant contribution to the development of human capital in the life and lifestyle of society. Based on the Resolution of the President of the Republic of

ISSN 3030-3907

Uzbekistan "On additional measures for the implementation of the "Prosperous Village" and "Prosperous Mahalla" programs", the development of the road and transport infrastructure, engineering and communication networks, and social sphere facilities of the regions through the consistent continuation of the implementation of the "Prosperous Village" and "Prosperous Mahalla" programs, and on this basis, the further improvement of the well-being and standard of living of the population, is leading to positive changes in the lifestyle of our society[3]. Today, deep reforms are being implemented in all spheres in our country. The goal of them is to build a democratic state and a just society in which the implementation of the simple and clear principle "Human interests are above all else" is of paramount importance[4].

In the book “Strategy of the New Uzbekistan” by our President Sh. Mirziyoyev, he emphasized that “First of all, the person, his rights and happiness should be the primary goal of state policy and the activities of all state bodies. The construction of society and state policy should be based on this idea and be organized on the principle of “The State is for Man”” [pages 5-67].

Conclusions and suggestions. The New Uzbekistan Development Strategy, adopted for 2022-2026, is developed within the framework of seven directions and one hundred goals, and the 12 goals and 42 tasks set in the first direction are of great importance in building a people's state that serves to glorify human dignity and create prosperous living conditions for the population. [Pages 6-67]. That is why our country is creating broad conditions for enriching the lifestyle of our people with positive qualities.

In conclusion, the revolutionary reforms being carried out in our country indicate that the influence of lifestyle on the development of man and the human factor is increasing in the process of development of our New Uzbekistan. By improving the lifestyle of our people, they are becoming the basis for expanding the opportunities for improving human development. Such changes are expanding the opportunities for our people to live a prosperous life in the development of our society.

LIST OF LITERATURE

1. Ўзбекистон Республикаси Президенти Ш.М.Мирзиёевнинг БМТ Бош Ассамблеясининг 75- сессиясидаги нутқи. “Халқ сўзи” газетаси. № 202, 2020 йил 24 сентябрь.

2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида” 2017 йил 7 февралдаги ПФ–4947-сон Фармони. “Халқ сўзи” газетаси. № 28, 2017 йил 8 февраль.

ISSN 3030-3907

3. Ўзбекистон Республикаси Президентининг Қарори. “Обод қишлоқ” ва “Обод маҳалла” дастурларини амалга ошириш бўйича қўшимча чоратадбирлар тўғрисида” 2021 йил 2 апрель, ПҚ-5048-сон“Халқ сўзи” газетаси. 2021 йил 3 апрель.
4. М.Ахунов. Инсон омили-ижтимоий-иқтисодий тараққиётнингетакчи кучи ва бошмақсади. “Илмий хабарнома” журнали,№ 1, Андижон ,2016 йил.
5. Ш. Мирзиёев. Янги Ўзбекистон стратегияси. Т.,”Ўзбекистон” нашриёти, 2021 й. 67-бет.
6. “2022–2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Президенти Фармони. 2022 йил, 28 январь.
7. С.Зайнутдинов. Взаимосвязь воспроизводства рабочей силы и образа жизни. Т.,”Ўзбекистон” нашриёти, 1985 й.
8. М.Махкамов,К.Содиков Соглом авлод яратайлик.Т.“Укитувчи” 1996 й.
9. А О. Обидов, Ю.В.Новиков Соглигимиз уз кулимизда. Тошкеш. “ Медицина. 1989 й.”
10. В.М. Шапиро Л.Н.Башмакова Г.У.Курмакнова Здоровый образ жизни. Пособие для учителей. Алмата. 2003.
11. Атаханов Р. С., Ахунов М.А. Каракалпакы ферганы: в прошлом и настоящем (анализ полевых исследований) //Journal of new century innovations. – 2023. – Т. 12. – №. 1. – С. 82-90.
12. Ахунов М.А. З. М Бобур асарларида адолатли давлат ғояси хусусида //Journal of new century innovations. – 2023. – Т. 12. – №. 1. – С. 91-95.
13. Ахунов М.А. Янги Ўзбекистонда ҳаёт тарзининг ривожланиши ва инсон омили, Proceedings of International Educators Conference Hosted online from Rome, Italy. Date: 25th March, 2023 ISSN: 2835-396X Website: econferenceseries.com 32 -37 бетлар.
14. КомиловН. Комил инсон – миллат келажаги. –Тошкент: “Ўзбекистон”, 2001, -47 б. Б.

ISSN 3030-3907

УДК 378.6

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛИЧНОСТНОГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Атамуратова Т.И.
Бухарский государственный технический университет к.т.н., доцент,
Курбанов М.Т.
Бухарский государственный технический университет к.т.н., доцент,
Джумаева .Д.Т
Бухарский государственный технический университет преп. акад литцея.
Курбанова Ш.М
Бухарский государственный технический университет ассистент.

Аннотация: К качеству и соответствию профессионального образования условиям современного социума предъявляются особые требования, особенно к подготовке молодых специалистов и их ускоренной адаптации в по месту трудовой деятельности. Успех модернизации образования зависит, в первую очередь, от компетентности, инициативности и профессионализма педагогических кадров образовательных учреждений. В данной статье представлены результаты анализа современных методов личностного и профессионального развития кадрового потенциала образовательного учреждения; рассмотрены основные компоненты, составляющие профессиональной компетентности педагога; определены критерии и показатели профессионального развития; проанализированы основные требования к инновационной личности педагога с точки зрения социума и государства; описаны рекомендации, способствующие повышению результативности использования педагогического потенциала образовательных учреждений.

Ключевые слова: образование, кадры, личностное и профессиональное развитие, методы, проблемы, решения.

Annotatsiya: kasb-hunar ta'limi sifati va zamonaviy jamiyat sharoitlariga muvofiqligi, ayniqsa yosh mutaxassislarni tayyorlash va ularni ish joyiga jadal moslashtirish uchun alohida talablar qo'yiladi. Ta'limni modernizatsiya qilishning muvaffaqiyati, birinchi navbatda, ta'lim muassasalari o'qituvchilarining malakasi, tashabbusi va kasbiy mahoratiga bog'liq. Ushbu maqolada ta'lim muassasasining kadrlar salohiyatini shaxsiy va kasbiy rivojlantirishning zamonaviy usullarini tahlil qilish natijalari keltirilgan; o'qituvchining kasbiy kompetentsiyasini tashkil etuvchi asosiy tarkibiy qismlar ko'rib chiqiladi; kasbiy rivojlanish mezonlari va

ISSN 3030-3907

ko'rsatkichlari aniqlanadi; o'qituvchining innovatsion shaxsiga qo'yiladigan asosiy talablar jamiyat va davlat nuqtai nazaridan tahlil qilinadi; ta'lim muassasalarining pedagogik salohiyatidan foydalanish samaradorligini oshirishga yordam beradigan tavsiyalar tavsiflangan.

Kalit so'zlar: ta'lim, kadrlar, shaxsiy va kasbiy rivojlanish, usullar, muammolar, echimlar.

Abstract: Special requirements are placed on the quality and compliance of vocational education with the conditions of modern society, especially for the training of young professionals and their accelerated adaptation to the workplace. The success of education modernization depends, first of all, on the competence, initiative and professionalism of the teaching staff of educational institutions. This article presents the results of an analysis of modern methods of personal and professional development of the personnel potential of an educational institution.; The main components of the teacher's professional competence are considered; criteria and indicators of professional development are determined; the main requirements for the innovative personality of a teacher from the point of view of society and the state are analyzed; recommendations are described that contribute to improving the effectiveness of using the pedagogical potential of educational institutions.

Keywords: education, personnel, personal and professional development, methods, problems, solutions.

Введение

Стремительные изменения, происходящие в современном мире, в том числе и в Узбекистане, по своей масштабности, динамичности и вариативности являются сущностной характеристикой современной действительности. Они касаются всех сфер человеческой жизнедеятельности и тем самым диктуют необходимость изменений в образовании, а также в постоянном профессиональном развитии педагогов. К качеству и соответствию образования инновационным требованиям современного социума предъявляются особые требования, особенно к подготовке молодых специалистов и их ускоренной адаптации по месту трудовой деятельности. Успех модернизации образования зависит, в первую очередь, от компетентности, инициативности и профессионализма педагогических кадров образовательных учреждений [1].

В педагогике «профессиональное развитие» трактуется как процесс развития, интеграции и внедрения в педагогическую работу профессионально важных личностных качеств и способностей, профессиональных знаний и навыков; функциональная качественная

ISSN 3030-3907

трансформация педагогом своего внутреннего мира, что в результате ведёт к сознательно новому образу жизни и профессиональной деятельности [2]. При этом в психологии труда под данным понятием подразумевается активное качественное преобразование педагогом своего внутреннего мира, внутренняя детерминация его активности. При этом отмечается полное отсутствие зависимости между возрастом и его влиянием на профессиональное развитие педагога [3].

Существуют различные методы личностного развития педагога: обучение, повышение квалификации, вебинары, семинары и другие привычные методы повышения профессионализма педагогического коллектива. Однако в последнее время активно внедряется личностное развитие кадров, как наиболее эффективная составляющая кадрового потенциала [4].

Проанализируем основные из современных методов развития кадрового потенциала образовательного учреждения, представленные в таблице 1.

Самокоучинг (Self-coaching). Основными преимуществами данного метода личностного развития являются: развитие ответственного отношения к себе, экономичность во времени и затратам, полная свобода в выполнении решений, отсутствие необходимости в наличии коуча. Однако, данный метод имеет и свои недостатки: отсутствие качественной обратной связи с коучем, ответственность без каких-либо обязательств (слово, данное другому человеку, обязательства) только перед собой, невозможность оценить пройденный путь. Эффективность фактическая и эмоциональная **самокоучинга в отдельных случая значительно ниже относительно живого общения с коучем** [5].

Нетворкинг (*Networking Skills*). Данный метод развития личности в основном зависит от модели поведения человека. Так, при позитивной модели поведения человек пытается оказать какую-то услугу для выстраивания прочных отношений с уклоном на перспективное общение. При негативном подходе человек готов работать только при условии, что это окупится в разы (скрытая манипуляция). Смешанный нетворкинг объединяет в себе позитивный и негативный вариант с перевесом в тот или иной тип в зависимости от ситуации [6].

Таблица 1.

Современные методы личностного развития кадрового потенциала образовательных учреждений и их сущность

Метод	Определение	Идея	Виды	Условия работы

ISSN 3030-3907

Самокоучинг (Self-coaching)	Мощный набор навыков, инструментов и методов для самостоятельной работы над собой, своими задачами и целями, своим будущим	Самостоятельное решение своих задач и проблем, умение находить внутри себя нужные ресурсы	Коучинг	Осознанность. Ответственность. Навыки задавания вопросов самому себе и поиск ответов на них. Владение коучинговыми инструментами и техниками
Нетворкинг (Netvorking Skills)	Сетевые навыки работы в сети (особенно онлайн)	Персональное развитие и профессиональный рост	Позитивный. Негативный. Смешанный	Владение IT-технологиями, воздание веб-сайтов. Информированность о последних тенденциях и технологиях в цифровом интернет-маркетинге
Тимбилдинг (Team Building)	Набор определённых мероприятий, нацеленных на создание и дальнейшее развитие взаимодействия внутри сильной команды	Создание сплочённого коллектива, нацеленного на BHAG — большую дерзкую амбициозную цель	Спортивный. Исторический. Творческий. Интеллектуальный. Социальный. Психологический	Умение слышать и принимать мнение коллег. Построение эффективной коммуникации. Выбор времени и локации. Обратная связь

Тимбилдинг (Team Building) весьма эффективен для сплочения коллектива, решения конфликтов, избавления от стресса и получения позитивных эмоций. Однако, данный метод не является эффективным при

ISSN 3030-3907

высокой текучке кадров, нет задач для командной работы, инертность сотрудников и отсутствие мотивации для профессионального роста [7].

Существуют и другие методы личностного развития кадрового потенциала образовательных учреждений. Все они в комплексе направлены на сохранение ментального и физического здоровья сотрудников, как основы благополучия и эффективного функционирования для себя и сообщества.

Следует отметить, что целевые установки в социуме постоянно меняются, следовательно, педагоги должны понимать, какую роль они играют в этом процессе. Полноценное развитие и образование учащихся возможно лишь при высоком уровне профессионализма и компетентности у их педагогов, а также их стремлении к инновационной деятельности, что значительно повысит статус и конкурентоспособность образовательного учреждения.

Западноевропейские модели компетентности акцентируют внимание на таких качествах, как умение самостоятельно находить пути решения комплексных задач, самостоятельное овладение новыми знаниями, навыками, позитивное представление о своей личности, способность гармоничного общения, умение вести себя в коллективе, коммуникативность. В целом зарубежные учёные относят компетентность больше к общей характеристике индивида, а не связывают её с конкретными умениями [8].

Рассмотрим основные компоненты, составляющие профессиональную компетентность педагога (см. рисунок) [8].

Деятельностный (предметнодеятельностные знания, стремление быть профессионалом, ориентация на работу с людьми и интеграцию усилий других, стремление создавать новое, готовность преодолевать препятствия и брать ответственность за результат, мотивация к достижению успеха, готовность к риску)

Личностный (стремление самому строить свою жизнь, отвечать за происходящие в ней события, способность к проявлению поддержки, оказанию помощи другим, стремление к саморазвитию, умение контролировать свои эмоциональные состояния)

Социально-коммуникативный (гибкость в общении и оптимизм, толерантность к неопределенности, развитые навыки самоконтроля в общении)

Основные компоненты, составляющие профессиональной компетентности педагога

Ибрагимовой Л.А. в соавторстве [1] в ходе исследования определены критерии и показатели профессионального развития педагога (табл. 2).

ISSN 3030-3907

Таблица 2.

Критерии и показатели профессионального развития педагога

Критерии	*Показатели*
Мотивационный	Внутренний мотив непрерывного профессионального развития. Познавательный мотив. Мотив избегания. Состязательный мотив
Проектировочный	Целеполагание. Анализ ситуации. Планирование
Деятельный	Саморегуляция. Коррекция. Волевые усилия
Коммуникативный	Коммуникативные и организационные умения
Рефлексивный	Педагогическая позиция. Профессионально-личностные качества. Профессиональные знания и умения. Самооценка

Стремление к инновационной деятельности педагога и всего педагогического коллектива также является неоспоримым условием личностного и профессионального развития. Основными требованиями к инновационной личности педагога с точки зрения социума и государства являются: креативность, владение навыками своевременной коррекции инновационного стиля и поведения, умение решать проблемы своей жизнестойкости к инновациям [9].

Однако для этого необходимо создать условия, способствующие результативности использования трудового потенциала, при этом педагоги всё чаще сталкиваются с следующими проблемами:

1. Низкий уровень восприимчивости к новшествам. *Методами решения* данной проблемы является: метод эффективного управления, предоставления подробной информации о предстоящих изменениях, поддержка со стороны руководителя, вовлечение преподавателей в проектирование и осуществление инноваций.
2. Отсутствие материальных стимулов. Для этого в условиях комплексной модернизации образования необходимо *разделение фонда оплаты труда* и зарплаты работников на базовую и стимулирующую части.
3. Большая учебная нагрузка. Решение: *проведение сеансов психологической разгрузки*.
4. Склонность к старому типу преподавания. *Проведение мастер-классов и открытых уроков*.
5. Отсутствие инновационной среды. *Проведение практико-ориентированных семинаров*.

Использование данных рекомендаций позволит также значительно улучшить общий психологический климат в коллективе. В статье 15 Закона Республики Узбекистан «Об образовании» [10] подчеркивается, что

ISSN 3030-3907

повышение профессиональной квалификации педагогических кадров предполагает «…участие в программах повышения квалификации с целью углубления профессиональных знаний и навыков, а также приобретения новой специальности в соответствии с требованиями общественного развития, а также с учётом индивидуальных потребностей людей».

С целью поддержания своей конкурентоспособности образовательные структуры всё чаще сталкиваются с необходимостью инновационных перемен. Одним из таких преобразований является разработка новых учебных материалов и применение современных методов обучения, которые в свою очередь требуют постоянного повышения профессиональной подготовки преподавательского состава.

В данном аспекте очень важным является международное сотрудничество. Так, сотрудники нашей кафедры активно работают по Программе «Профессиональное образование в Центральной Азии» GIZ PBBZ (ФРГ). Наличие учебных планов, соответствующих требованиям мировой экономики, становится чрезвычайно важным в нашем глобальном мире. Будучи «глобальными» по своим масштабам и возможностям, эти требования существенно влияют на внутренний экономический рынок государств. Мы являемся свидетелями растущего числа международных совместных предприятий, производственных объектов и международных операций в сфере бизнеса, идущих параллельно с потоками трудовой миграции. В результате такой динамики, необходимость усовершенствования учебных планов, отвечающих тенденциям постоянно меняющихся требований экономики и рынка, велика как никогда прежде, в особенности, применительно к национальным особенностям и местным условиям.

Ведущая тенденция современных инновационных изменений – это личностно-развивающая ориентация образовательных процессов, переход от авторитарно - коммуникативного к гуманитарно-коммуникативному взаимодействию субъектов образовательной деятельности. Приоритетным становится процесс освоения изучаемого материала учащимся, а информативность как критерий учебного занятия отодвигается на второй план. Соответственно изменяются требования к работе педагога. Разработка и внедрение в практику обучения образовательных технологий становится современным требованием повышения эффективности учебного процесса. Невозможно дать преподавателю универсальный единый рецепт преподавания, указывая ему конкретные способы, формы и средства обучения. Можно, рассказав ему об образовательной технологии, различных

ISSN 3030-3907

технологиях обучения, их сущности, элементах и критериях выбора побудить его на такое их сочетание, которое срабатывает наверняка, выработать подход к обучению как к ней технологической операции, и, в конечном итоге, помочь преподавателю приобрести специфическую способность к созданию оптимальной методической технологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ибрагимова Л.А. К вопросу о профессиональной подготовке бакалавров экономического направления к предпринимательской деятельности в современных условиях/ Л.А.Ибрагимова, С.А.Мезенова// Вестник Нижневартовского гос. ун-та. -2019. -№ 1. -С. 43–50.
2. Даутова О.Б. Инновации в учебно-познавательной деятельности/ О.Б. Даутова// Инновации и образование : Сборник материалов конференции. Серия "Symposium". - Выпуск 29. - СПб. : Санкт-Петербургское философское общество, 2019. - С. 262-264.
3. Миронова М.Н. Попытка целостного подхода к построению модели личности педагога / М.Н. Миронова // Вопросы психологии. - 2018. -№ 1.- С.44-54.
4. Кондратей М. В. Развитие кадрового потенциала как стратегический приоритет предприятия / М.В. Кондратей. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2020. - № 49 (339). - С. 121-123. - URL: https://moluch.ru/archive/339/76172/.
5. Что такое самокоучинг? [Электронный ресурс]. – URL: https://www.lifecoach-online.ru/tools/self-coaching (дата обращения 12.03.2024 г.).
6. Что такое нетворкинг (Networking - сеть) и зачем он нужен [Электронный ресурс]. – URL: https://journal.tinkoff.ru/guide/networking/ (дата обращения 14.03.2024 г.).
7. Что такое тимбилдинг: суть, задачи и виды [Электронный ресурс]. – URL: https://www.nur.kz/family/self-realization/1763078-cto-takoe-timbilding/ (дата обращения 15.03.2024 г.).
8. Печеркина А.А. Развитие профессиональной компетентности педагога: теория и практика [Текст] : монография / А. А. Печеркина, Э. Э. Сыманюк, Е. Л. Умникова : Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург : [б.и.], 2011. – 233 с.
9. Старовойтенко Е.Б. Психология индивидуальности: Новые модели и концепции// Под научной редакцией Е.Б. Старовойтенко и В.Д. Шадрикова. - М.: Изд-во: МПСИ, 2015. – 423 с.

ISSN 3030-3907

10. Закон Республики Узбекистан «Об образовании» от 23.09.2020 г. № ЗРУ-637 [Электронный ресурс]. URL: - https://lex.uz/ru/docs/5013009 (дата обращения 12.03.2024 г.).

ISSN 3030-3907

METALL-KOMPOZIT MATERIALLARGA TERMIK ISHLOV BERISHNING PODSHIPNIK DETALLARI YEYILISHGA CHIDAMLILIGIGA TA’SIRINI O‘RGANISH

Baymirzayev Akbarjon Rustamjon o‘g‘li
Dotsent, Andijon davlat texnika instituti
E-mail: akbarshoxashox@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada podshipnik detallari ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan metall-kompozit materiallarga turli issiqlik ishlov berish usullarining ta’siri keng qamrovli tarzda o‘rganilgan. Tadqiqotda otjig, zakalka va otpusk jarayonlari sinovdan o‘tkazildi hamda ularning mikrostrukturaga, qattiqlikka, mustahkamlikka va iznosga chidamlilikka ko‘rsatgan ta’siri tahlil qilindi. Eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, zakalka va undan keyingi optimal otpusk jarayoni materiallarning qattiqligi va mustahkamligi o‘rtasida muvozanat hosil qilib, iznosga chidamlilikni o‘rtacha 20–25% ga oshiradi. Maqolada issiqlik ishlov berish parametrlarining aniq tanlovi, ularning metall-kompozit materiallar tarkibidagi qo‘shimchalar bilan o‘zaro ta’siri va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishdagi ahamiyati haqida ham fikr yuritiladi.

Kalit so‘zlar: podshipnik detallari, metall-kompozit materiallar, issiqlik ishlov berish, mikrostruktura, iznosga chidamlilik, zakalka, otpusk.

Аннотация. В статье представлено комплексное исследование влияния различных режимов термической обработки на металлокомпозитные материалы, применяемые для изготовления подшипниковых деталей. Рассмотрены процессы отжига, закалки и отпуска, проведены механические испытания и микроструктурный анализ образцов. Экспериментальные результаты показали, что закалка с последующим оптимальным отпуском обеспечивает баланс между твёрдостью и прочностью, увеличивая износостойкость материалов в среднем на 20–25%. В работе также обсуждается взаимосвязь параметров термообработки с составом композита и их значение для повышения надёжности и долговечности подшипников.

Ключевые слова: подшипниковые детали, металлокомпозитные материалы, термическая обработка, микроструктура, износостойкость, закалка, отпуск.

Abstract. This article presents a comprehensive study on the influence of different heat treatment regimes on metal-composite materials used for the production of bearing components. The processes of annealing, quenching, and tempering were investigated, and their effects on microstructure, hardness, strength, and wear resistance were analyzed. The experimental results demonstrated that quenching followed by optimal tempering created a balance between hardness and toughness, increasing the wear resistance of materials by an average of 20–25%. The study

ISSN 3030-3907

also discusses the correlation between heat treatment parameters and the composite's composition, as well as their importance in improving manufacturing efficiency and the durability of bearings.

Keywords: bearing components, metal-composite materials, heat treatment, microstructure, wear resistance, quenching, tempering.

Kirish

So‘nggi yillarda metall-kompozit materiallar mashinasozlik sanoatida, xususan podshipnik ishlab chiqarishda keng qo‘llanilmoqda. Bu materiallarning asosiy afzalliklari — yuqori qattiqlik, iznosga chidamlilik va agressiv ish sharoitida ham mustahkam ishlash qobiliyatidir. Ammo bunday afzalliklarni faqat kompozitning kimyoviy tarkibi emas, balki unga berilgan issiqlik ishlov berish usuli ham belgilab beradi.

Issiqlik ishlov berish — metall-kompozitlarning mikrostrukturasi va faza tarkibini boshqarish orqali kerakli xossalarga erishish imkonini beradigan eng muhim texnologik bosqichdir. Podshipnik detallari yuqori tezlikda, katta bosim va harorat sharoitida ishlaganligi sababli, ularning ishlash muddatini uzaytirish uchun issiqlik ishlov berishni chuqur o‘rganish talab etiladi.

Adabiyotlar sharhi

Ilmiy manbalarda ko‘plab tadqiqotchilar issiqlik ishlov berishning metall-kompozit materiallarga ta’sirini o‘rgangan. Smith va Wang [1] qayd etishicha, zakalka materiallarning qattiqligini oshiradi, biroq mo‘rtlikni kuchaytiradi. Johnson va Lee [2] esa optimal otpusk yordamida qattiqlik va mustahkamlikni uyg‘unlashtirish mumkinligini ta’kidlagan. Shuningdek, Patel va Zhao [3] metall-kompozitlarda mikrostrukturani nazorat qilish orqali iznosga chidamlilikni oshirish usullarini tavsiya qilgan.

Shu bois, issiqlik ishlov berish rejimlarini kompleks o‘rganish va ularni amaliyotga tatbiq etish podshipniklarning samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Metodika

Tadqiqot ishlari uch bosqichda olib borildi:

1. **Namuna tayyorlash:** po‘lat asosli metall-kompozit materiallar tayyorlandi. Ularning tarkibiga keramik zarrachalar va uglerod asosidagi qo‘shimchalar kiritildi.
2. **Issiqlik ishlov berish:** namunalarga uch xil ishlov berish rejimi qo‘llanildi:
   - Otjig (700 °C haroratda 2 soat);
   - Zakalka (900 °C haroratda qizdirib, yog‘da sovitish);
   - Zakalka + otpusk (zakalka qilingan namunalarni 200–400 °C oralig‘ida qayta qizdirish).

ISSN 3030-3907

3. **Sinovlar:**

- Qattiqlik (Vickers usulida),
- Iznosga chidamlilik (tribologik sinovlarda),
- Mikrostruktura (elektron mikroskop yordamida) o‘rganildi.



1-rasm. Metalllarga termik bilan ishlov berish

Natijalar

1. **Otjig qilingan namuna** – yuqori plastiklikka ega bo‘ldi, lekin qattiqlik 200 HV dan oshmadi, iznosga chidamlilik past bo‘ldi.
2. **Zakalka qilingan namuna** – qattiqlik 450 HV ga yetdi, biroq mo‘rtlik oshdi, yorilish ehtimoli kuchaydi.
3. **Zakalka + otpusk qilingan namuna** – qattiqlik 350 HV atrofida bo‘ldi, lekin iznosga chidamlilik 25% ga oshdi va mikrostrukturada bir xil zarracha taqsimoti kuzatildi.

1-Jadval

Jadval natijalarni umumlashtiradi:

Namuna turi	Qattiqlik (HV)	Iznosga chidamlilik nisbiy (%)	Mikrostruktura holati
Otjig qilingan	200	100 (bazaviy)	Donachalar yirik, bo‘shliqlar ko‘p
Zakalka qilingan	450	115	Faza chegaralari notekis
Zakalka + otpusk	350	125	Donachalar bir xil, zichlashgan

Muhokama

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, issiqlik ishlov berish metall-kompozit materiallarning sifat ko‘rsatkichlariga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Faqat zakalka qilingan namunalar yuqori qattiqlikka ega bo‘lsa-da, mo‘rtlik ularning

ISSN 3030-3907

qo‘llanishini cheklaydi. Otjig qilingan namunalar esa yumshoqligi sababli og‘ir yuklamalarda ishlashga yaroqsiz bo‘lib qoladi. Eng yaxshi natija zakalka va undan keyingi otpusk uyg‘unligida kuzatildi, chunki u qattiqlik va mustahkamlik o‘rtasida muvozanatni ta’minladi.

Bundan tashqari, tadqiqotda aniqlanishicha, issiqlik ishlov berish parametrlarini o‘zgartirish orqali kompozit tarkibidagi qo‘shimchalarning taqsimoti va ularning matrisa bilan bog‘lanishi ham sezilarli darajada yaxshilanadi. Bu esa yorilishlarning oldini olishga yordam beradi.

Xulosa

- Issiqlik ishlov berish metall-kompozit materiallar uchun asosiy texnologik bosqichlardan biridir.
- Optimal zakalka + otpusk rejimi iznosga chidamlilikni 20–25% ga oshiradi.
- Mikrostrukturani nazorat qilish orqali yorilish xavfi kamayadi, xizmat muddati esa uzayadi.
- Natijalar podshipnik ishlab chiqarishda energiya samaradorligi va mahsulot sifatini oshirishga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Johnson T., Lee H. *Effects of Alloying Elements on Metal-Matrix Composites.* Materials Science Journal, 45(3), 223–231, 2020.
2. Smith R., Wang Y. *Recycling in Metal-Composites Manufacturing.* Sustainable Materials Processing, 12(5), 102–110, 2019.
3. Patel S., Zhao L. *Optimization of Steel-Based Composites for Bearings.* International Journal of Materials Research, 34(7), 456–463, 2021.
4. Brown K., Chen M. *Microstructural Analysis of Metal-Matrix Composites.* Journal of Advanced Engineering, 28(2), 89–97, 2018.
5. Zhang P., Zhou X. *Mechanical Properties of Recycled Steel Composites.* Journal of Mechanical Engineering, 19(4), 310–318, 2017.
6. Ashby M. F., Jones D. R. H. *Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing.* Elsevier, 2019.
7. Callister W. D., Rethwisch D. G. *Materials Science and Engineering: An Introduction.* 10th Edition, Wiley, 2020.
8. Темиров, А. Х., Ахмедов, В. Н. (2021. Получение в нефтегазовой отрасли ингибиторов коррозии на основе тиомочевины, формальдегидной смолы и акриловой кислоты// Международный научный журнал «Universum: технические науки». – Москва, 2021. – №12 (93). – С. 60-62.
9. Alisher, T., Vokhid, A., Bobir, O. Synthesis and properties of thiourea based inhibitors// Международный научный журнал «Universum: технические науки». – Москва, 2022.– №8 (101), – С. 63-65.

ISSN 3030-3907

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

ISSN 3030-3907

OZIQ-OVQAT SANOATIDA QO‘LLANILADIGAN AYRIM BO‘YOQ MODDALARNING UMUMIY TASNIFI.

Sobirjonova Muattar
NamDTU Kimyo kafedrasi ilmiy izlanuvchisi
Qutlimurotova Nigora
O‘zMU Anatilik kimyo kafedrasi professori
Qo‘chqarova Durdona
NamDTU Kimyo kafedrasi o‘qituvchisi

Abstract: The article provides information on the most common types of azo dyes in food products, which are considered the most relevant today. In particular, the structure, physicochemical properties, industrial applications and harmful effects on the human body of dyes such as tartrazine, azorubin, sunset yellow FCF and brilliant blue FCF are discussed.

Key words: synthetic dyes, natural dyes, food dyes, tartrazine, azorubin, sunset yellow FCF, brilliant blue FCF, toxic effects, allergic reactions.

Аннотация: В статье приведены сведения о наиболее распространенных видах азокрасителей в пищевых продуктах, которые считаются наиболее актуальными на сегодняшний день. В частности, обсуждаются структура, физико-химические свойства, промышленное применение и вредное воздействие на организм человека таких красителей, как тартразин, азорубин, закат желтый FCF и бриллиантовый синий FCF.

Ключевые слова: синтетические красители, натуральные красители, пищевые красители, тартразин, азорубин, закат желтый FCF, бриллиантовый синий FCF, токсическое действие, аллергические реакции.

Annotatsiya: Mazkur maqola bugungi kunning eng dolzarb hisoblangan oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi azo bo’yoqlarning eng ko’p tarqalgan turlari haqida ma’lumotlar keltirilgan. Xususan, tartrazin, azorubin, sunset yellow FCF, brilliant blue FCF kabi bo’yoq moddalarning tuzilishi, strukturasi, fizik-kimyoviy xususiyatlari, sanoatda qo’llanilish sohalari hamda ularning inson organizmiga zararli ta’sirlari haqida fikr yuritilgan.

Kalit so‘zlar: sintetik bo‘yoqlar, tabiiy bo’yoqlar, oziq-ovqat bo‘yoqlari, tartrazin, azorubin, sunset yellow FCF, brilliant blue FCF, zaharli ta’sir, allergik reaksiyalar.

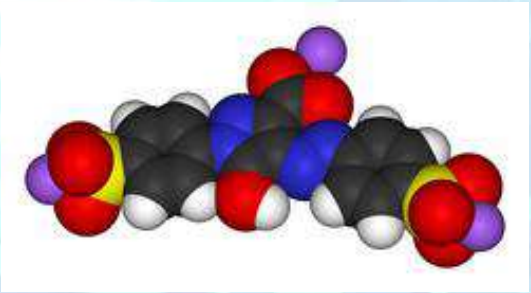
Kirish

Bugungi kunda aholi sonining ortib borishi bilan oziq-ovqat mahsulotlari bo‘lgan talab ham oshib bormoqda. Oziq- ovqat mahsulotlarining ta’mi va rangi ular tarkibiga qo‘shiladigan sintetik azo bo'yoqlarga bog‘liq bo‘lib ularning xaridorgir bo‘lishiga olib keladi. Bunday bo‘yoqlar arzonligi va barqarorligi bilan tabiiy bo‘yoqlardan ustun turadi. Boshqa tomondan esa mazkur bo‘yoqlarning aksariyat qismi inson organizmiga zaharli ta'sir ko'rsatishi mumkin, bu esa o’z navbatida tarkibida bo’yoqlar mavjud bo’lgan oziq-ovqat mahsulotlarini nazorat

ISSN 3030-3907

qilish zarur hisoblanadi. Bugungi kundagi Sintetik bo'yoqlar ranglari bilan bir-biridan keskin farq qiladi. Ular asosan, ichimliklar va oziq-ovqatlar mahsulotlarining estetik sifatini oshirish maqsadlarida ishlatiladi. Sintetik bo'yoqlar tabiiy bo'yoqlarga qaraganda, yorug'lik ta'siriga chidamliligi, rang berish qobiliyatining yaxshi bo'lishligi, ishlab chiqarish narxining moliyaviy jihatdan arzonligi kabi muhim ko'rsatkichlarining mavjudligi sababli ham oziq-ovqat texnologiyasi, to'qimachilik, farmatsevtika, kosmetika vositalari, qishloq xo'jaligi tadqiqotlari va boshqa sohalarda keng foydalanishni taqazo etmoqda. Biroq, bu bo'yoqlardan foydalanishda asosiy cheklanishning sabablaridan biri – potensial kanserogenlik bo'lib, ular ichak mikrofloriyasining buzilishiga, allergik kasalliklarning rivojlanishiga olib keladi. Bundan tashqari sintetik oziq-ovqat bo'yoqlari, ayniqsa ularning yuqori konsentratsiyalarda, bolalarda qo'zg'alish va giperaktivlik, va astma kabi kasalliklarning rivojlanish xavfini oshishiga sabab bo'lmoqda.

Tartrazin bugungi kunda dunyo bo'ylab keng qo'llaniladigan sintetik rang berish vositasi hisoblanadi. U sariq rangga ega bo'lib, asosan oziq-ovqat bo'yoqlari sifatida foydalaniladi. Bundan tashqari, jun va ipak, dori-darmon va kosmetika uchun bo'yoq va biokimyoda xloridlarni baholash uchun adsorbsion-elutsiya ko'rsatkichi bo'lib xizmat qiladi [1; P.209-210.].



1-rasm: Tartrazinning 3d tuzilish strukturasi

Tartrazin E102, 19140, FD&C 5, sariq 5 ko'l , kislota sariq 23, oziq-ovqat sariq 4 va trinatriy 1-(4-sulfonatofenil)-4-(4-sulfonatofenil)-4-(4-sulfonatofenil)-4-henrazolte-3-5 nomlari bilan ham judayam mashxur [2. P. 58-60].

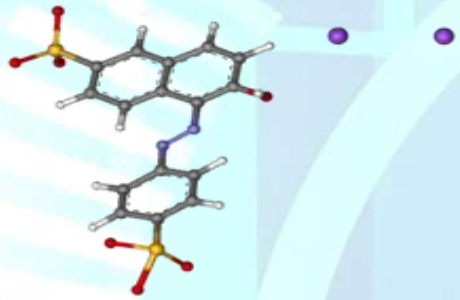
Tartazin- quyidagi oziq-ovqatlar, shaxsiy parvarish va kosmetika mahsulotlari va dori-darmon mahsulotlarida bo'lishi mumkin: pishiriqlar va qandolat mahsulotlari (muzqaymoq, saqich, zefir va jelatin, tort mahsulotlari, qaymoq kukuni va boshqalarda), Ichimliklar, (alkogolsiz va alkogolli ichimliklar, energetik ichimliklar, kukunli ichimliklar aralashmalari, mevali shirinliklar va aromatic ichimliklar), chiplar (makkajo'xori va kartoshka chiplari) ziravorlar va spreylar: (murabbo, jele, marmelad, tuzlangan bodring) va qayta ishlangan souslar. Bir qator shaxsiy parvarish va kosmetika mahsulotlarida odatda CI 19140 yoki FD&C Yellow 5 deb belgilangan tartrazin bo'lishi mumkin. Shuningdek, kosmetikada, yuz kukuni, tirnoq bo'yog'i, tirnoqlarni tozalash vositasi, lab bo'yog'lari hamda pushti yoki binafsha rangga ega bo'lgan kosmetika vositalarini

ISSN 3030-3907

tayyorlashda keng qo’llaniladi. Bundan tashqari turli dori-darmonlar suyuqlik, kapsula, losyon yoki gelga sariq, to'q sariq yoki yashil rang berish uchun tartrazindan foydalaniladi.

Tartazin- sog'liqni saqlash mutaxassislarining bergan ma’lumotlariga ko‘ra, tartazin allergik reaksiyalar keltirib chiqarishi mumkin. Bu allergik reaksiyalar shaxsiy sergiklik va iste’mol miqdoriga bog’liq bo’ladi.

Sunset Yellow FCF neftdan olingan azo bo'yoq bo‘lib, to'q sariq yoki sariq rang sifatida ishlatiladi. U oziq-ovqat, kosmetika va dori vositalarida qo'llaniladi Masalan, shirinliklar, shirinliklar, gazaklar, soslar va konservalangan mevalarda ishlatiladi. Sunset Yellow FCF rang ko‘pincha shokolad va karamel tayyorlashda foydalaniladi [3; P.915-916].



2-rasm: Sunset Yellow FCF 3d tuzilish strukturasi

Sunset Yellow FCF ning bugungi kunda dunyo bo‘yicha quyidagicha nomlar bilan ham uchratish mumkin: Apelsin sariq S, FD&C sariq 6, CI 15985, E110.

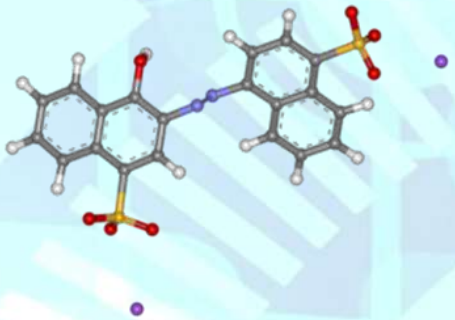
Sunset Yellow FCF to'q sariq yoki to'q sariq rang oziq-ovqat, kosmetika va dori vositalarida sifatida ishlatiladi. Masalan, shirinliklar, shirinliklar, gazaklar, soslar va konservalangan mevalarda ishlatiladi. Sunset Yellow FCF sariq rang ko‘pincha shokolad va karamelda jigarrang rang hosil qilish uchun E123 dan foydalaniladi [4].

Sunset Yellow FCF ni aniqlash uchun elektrokimyoviy sensor yuqori sezuvchanlik, selektivlik, tezkorlik, soddalik va iqtisodiy samaradorlik tufayli Sunset Yellow FCF ni aniqlash uchun ilg'or usullarni ishlab chiqildi. Elektrokimyoviy texnika usullari asosan so'nggi yillar mobaynida, sun'iy oziq-ovqat bo'yoqlarini oldindan aniqlash texnikasida qo'llaniladi. Sunset Yellow FCF rangini aniqlash uchun elektrokimyoviy usullar uchun elektrod modifikatsiyasining turli xil usullari ishlab chiqilgan, chunki ular yuqori sezuvchanlig,i tahlil vaqtining qisqaligi, ishlov berishning qulayligi va narxining arzon bo‘lishi bilan boshqalaridan ajralib turadi [5; P. 125-126].

Azorubin qizil rangli qattiq moddadir. U asosan fermentatsiyadan keyin issiqlik bilan ishlov beriladigan ovqatlarda qo'llaniladi. Azorubinni quyidagi bir necha nomlar bilan uchratish mumkin: Carmoisine, E122 (its E-number), C.I. Food Red 3, and C.I. Acid Red 14. Azorubin E122 raqamiga ega bo’lib, alkogolsiz

ISSN 3030-3907

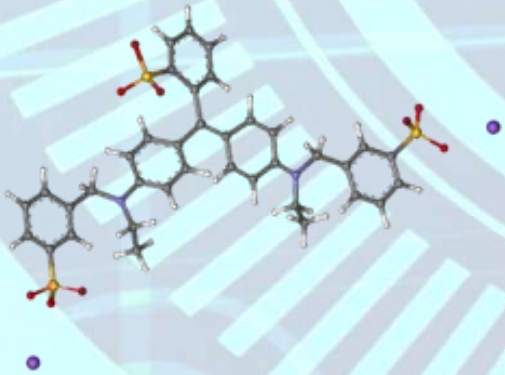
ichimliklar ishlab chiqarishda eng ko'p ishlatiladigan qizil bo'yoqlardir va ba'zi hollarda ikkita naftalin bo'linmasidan tashkil topgan azo bo'yoqdir. Bu suvda eriydigan kukun bo'lib, Yevropada ichimliklar va qandolat mahsulotlari kabi turli mahsulotlar uchun ruxsat berilgan bo'lsa-da, AQSh, Kanada va Yaponiya kabi boshqa mamlakatlarda undan foydalanish cheklangan ..



3-rasm: Azorubin 3d tuzilish strukturasi

Azorubin, shuningdek oziq-ovqat, kosmetika va farmatsevtika mahsulotlarini bo'yash uchun ishlatiladi. Azorubin- ayrim hollarda, hatto FDA tomonidan tasdiqlangan dozalarda ham teri va nafas yo'llarining allergik reaksiyalariga olib kelishi mumkin. Umuman olganda, issiqlik va yorug'lik ta’sirlariga barqaror bo'lsa-da, hozirgi kunda azorubin bolalarda, giperaktivlik va sezgir odamlarda teri toshmalarini keltirib chiqarishi mumkin. Bu sezuvchanligi yuqori bo‘lgan odamlarda teri toshmasi va nafas olish allergiyasi kabi salbiy oqibatlarga olib keladi[6; P. 121-122].

Brilliant blue FCF sintetik organik birikma bo'lib, asosan ko‘k rang berish uchun foydalaniladi. Brilliant blue FCF qayta ishlangan oziq-ovqatlar, dori-darmonlarva kosmetikada ko‘krang beruvchi bo‘yoq sifatida ishlatiladi. U triarilmetan bo‘yoqlari sifatida tasniflanadi. Ushbu bo‘yoq ko‘k rangli kukunga o‘xshaydi va suvda va glitserinda eriydi. Eng qadimgi rangli qo'shimchalardan biri bo'lib, 1969-yilda oziq-ovqat va dori vositalarida foydalanish uchun doimiy ro'yxatga olingan [7; P. 2309–2310].



4-rasm: Brilliant blue FCF ning 3d struktura tuzilishi

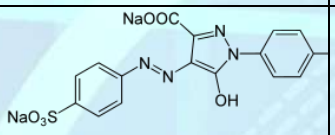
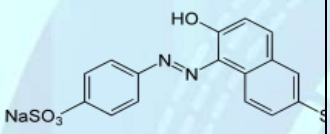
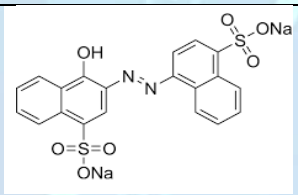
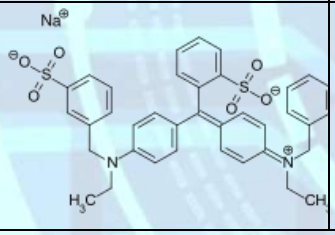
ISSN 3030-3907

Brilliant blue toksik bo'lmagan va iste'mol uchun xavfsiz bo‘yoq turi hisoblanadi [8].

Quyidagi jadvalda oziq-ovqat mahsulotlarida keng qo’llanilib kelayotgan tartrazin, sunset yellow FCF, azorubin hamda brilliant blue FCF kabi bo‘yoq moddalarning kimyoviy formulasi, struktura tuzilishi kabilar keltirilgan.

1-jadval.

Tartrazin, sunset yellow FCF, azorubin hamda brilliant blue FCF kabi bo‘yoq moddalarning kimyoviy formulasi, struktura tuzilishi

	Moddaning nomi	**Kimyoviy formulasi**	**Struktura tuzilishi**	**Molyar massasi, g*mol^{-1}**
	Tartazin	$C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$		**534,36**
	Sunset Yellow FCF	$C_{16}H_{10}N_2Na_2O_7S_2$		452,36
	Azorubin	$C_{20}H_{12}N_2Na_2O_7S_2$		502.44
	Brilliant blue FCF	$C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$		792,85

Xulosa:

Ushbu maqola oziq-ovqat mahsulotlarida keng qo‘llaniladigan sintetik azo bo‘yoqlar — tartrazin, sunset yellow FCF, azorubin hamda brilliant blue FCF ning kimyoviy tuzilishi, fizik-kimyoviy xususiyatlari va qo‘llanilish sohalari haqida ma’lumot beradi. Mazkur bo‘yoqlarning arzonligi, barqarorligi va yorqin rang berish xususiyatlari tufayli tabiiy bo‘yoqlardan ko‘ra kengroq qo‘llanilmoqda. Shu bilan birga, ularning inson organizmiga zararli ta’siri — allergik reaksiyalar, giperaktivlik, astma va boshqa salbiy oqibatlarga sabab bo‘lishi mumkin. Umuman olganda, sintetik bo‘yoqlar oziq-ovqat sanoatida muhim ahamiyatga ega bo‘lsa-da, ularni qo‘llashda sog‘liq uchun xavfsizlik me’yorlariga qat’iy rioya qilish muhim hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Leulescu, M., Rotaru, A., Palarie, I., Moanţa, A., Cioatera, N., Popescu, M., Rotaru, P. Tartrazine: Physical, thermal and biophysical properties of the most widely employed synthetic yellow food-colouring azo dye. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 134(1), 2018. P. 209-210
2. Maider V., Rosa G.A., Ane B., Miren O., Gorka A. Simultaneous determination of color additives tartrazine and allura red in food products by digital image analysis. Talanta V.184, 2018, P. 58-60
3. P.Amchova, H.Kotolova, J.Ruda-Kucerova, Health safety issues of synthetic food colorants. Regulatory Toxicology and Pharmacolog. V.73, 2015. P.915-916
4. Hassan K.M., Hadi B., Senthil K., Somayeh T., Peyman M.J., Fatemeh K., Ceren K., Yasser V., Mehdi B.Y., Jalal R., Pau L.Sh., Li F., Najmeh Z. Recent advances in carbon nanomaterials-based electrochemical sensors for food azo dyes detection. Food and Chemical Toxicology. Food and Chemical Toxicology V.164, 2022
5. Yue Xing, Meng Meng, Huyin Xue, Taichang Zhang, Yongmei Yin, Rimo Xi. Development of a polyclonal antibody-based enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for detection of Sunset Yellow FCF in food samples. Talanta. Volume 99, 2012, P. 125-126
6. S. Combeau, M. Chatelut, O. Vittori. Identification and simultaneous determination of Azorubin, Allura red and Ponceau 4R by differential pulse polarography: application to soft drinks. Talanta. V.56 , 2002, P.121-122
7. Beata O., Jacek B., Karina U., Magdalena B. The Effects of Natural and Synthetic Blue Dyes on Human Health: A Review of Current Knowledge and Therapeutic Perspectives. Advances in Nutrition. V. 12(6) 2021. P. 2309–2310
8. Lipskikh O.I., Korotkova E.I., Barek J., Vyskocil V., Saqib M., Khristunova E.P. Simultaneous voltammetric determination of Brilliant Blue FCF and Tartrazine for food quality control. Talanta. 2020. V. 218, 121136.

ISSN 3030-3907

POLLUTION OF THE ENVIRONMENT BY HYDROGEN SULFUR AND METHODS OF ITS PROTECTION

Azizova Dilorom Gayratovna

Karshi Engineering and Economic Institute. Docent

Annotation. This article discusses environmental protection from pollution by Neftegaz and petroleum products. It provides methods and analysis of the composition of the initial mixture and waste gas. Experimental data are also presented.

Keywords: Environmental protection, hydrogen sulfide pollution, Claus process, reactor.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы охраны окружающей среды от загрязнения Нефтегазом и нефтепродуктами. Приведены методы и анализ состава исходной смеси и отработанного газа. Также представлены экспериментальные данные.

Ключевые слова: Защита окружающей среды, сероводородные загрязнения, окружающая среда, процесс Клауса, реакторы.

Annotatsiya. Ush bu maqolada neftgaz va neft mahsulotlarining ta’sirida ifloslanishi atrof-muhitni muhofaza qilish masalalari ko'rib chiqiladi. Dastlabki aralashmaning tarkibi va chiqindi gazining usullari va tahlillari keltirilgan. Shuningdek, eksperimental ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: Atrof-muhitni muhofaza qilish, atrof-muhitning vodorod sulfidi bilan ifloslanishi, Klaus jarayoni, reaktor.

Introduction

The main sources of anthropogenic pollution are the extraction and processing of oil and natural gas. A large amount of hydrogen sulfide is released during the bacterial decomposition of human and animal waste. The toxic gas is also present in emissions from wastewater treatment plants and landfills.

Sulfur dioxide is also released into the environment from industrial sources. These include oil refineries, natural gas producers, pulp and paper mills, manure processing plants, tanneries, and wastewater treatment plants. To calculate the gas purification system and create safe working conditions, these enterprises order measurements of hydrogen sulfide in the air. Hydrogen sulfide (H_2S) is a toxic gas with a rotten egg smell. H_2S emissions are dangerous for health and the environment. People who live in close proximity to farms, manure storage tanks, or pulp and paper mills are most affected. However, people in the workplace are much more exposed to this gas than those from these sources.

ISSN 3030-3907

Main technologies used and under development for purifying natural gas from hydrogen sulfide. Currently, the following processes are used to purify natural gas from H2S and CO2:

• chemisorption processes based on the chemical interaction of H2S and CO2 with the active part of the absorber;

• physical absorption processes, in which the extraction of acidic components occurs due to their solubility in organic absorbers;

• combined processes that use both chemical and physical absorbers;

• oxidative processes based on the irreversible conversion of absorbed hydrogen sulfide into sulfur.

• Natural gas can also be purified from hydrogen sulfide using adsorption processes based on the extraction of gas components by solid absorbents.

Purification of natural and other gases from hydrogen sulfide can be carried out using various methods.

The choice of the process for purifying natural gas from sulfur compounds depends on many factors, the main ones being:

• composition and parameters of the feed gas,

• required degree of purification and the area of use of the commercial gas,

• availability and parameters of energy resources, production waste, etc.

Protecting the environment from pollution caused by oil and petroleum products is crucial; given that over 2,5 billion tons crude oil are produced annually in the worldwide. A significant consequence of intensifying oil production is pollution of the natural environment with oil and its by-products.

Vapors emitted from oil and petroleum products are toxic and pose a harmful effect on the human health, especially those from sulfur oil and sulfur gases, and leaded gasoline.

Hydrogen sulfide pollution and methods of its disposal are one of the most pressing concerns for the global community.

The main industrial process for the producing elemental sulfur is the Claus process, involving the high-temperature combustion of hydrogen sulfide to sulfur dioxide and the subsequent production of elemental sulfur. However, when the gas contains less than 40% hydrogen sulfide, the Claus process becomes economically unavailable.

Under such circumstances, the direct one-stage oxidation of hydrogen sulfide to elemental sulfur using oxide catalysts proves to a more appropriate method.

This study focus on developing a method for the catalytic oxidation of hydrogen sulfide to ensure almost complete conversion into environmentally friendly sulfur.

ISSN 3030-3907

It is known that the oxidation reaction of hydrogen sulfide is exothermic, which allows it to be carried out without heat supply. However, at high concentrations of hydrogen sulfide, the amount of heat released may be so large that when the process is carried out in an adiabatic reactor, the temperature in it will increase above the permissible level. Calculations show that during the oxidation of 1% H_2S into elemental sulfur under adiabatic conditions, the temperature of the gas mixture increases by 60-65 ^{0}C. Therefore, to maintain the temperature in the reactor in a given range, it is necessary either to ensure heat removal from the reactor, or to dilute the gas to an acceptable level of hydrogen sulfide concentration before entering the reactor.

The proposed technology does not require special design; the heat generated and the resulting sulfur are removed from the reaction zone by separately supplying oxygen to each stage. The control diagram for the technological parameters of the installation is shown in Figure 1.

This paper presents the results of research on the development of technology for the catalytic neutralization of hydrogen sulfide-containing emissions from a gas processing plant.

The product, a gas of the following composition, was subjected to oxidation:

hydrogen sulfide – 28 – 30 vol.%;

carbon dioxide – 5.5 – 6.0 vol.%;

methane – 3 – 7 vol.%;

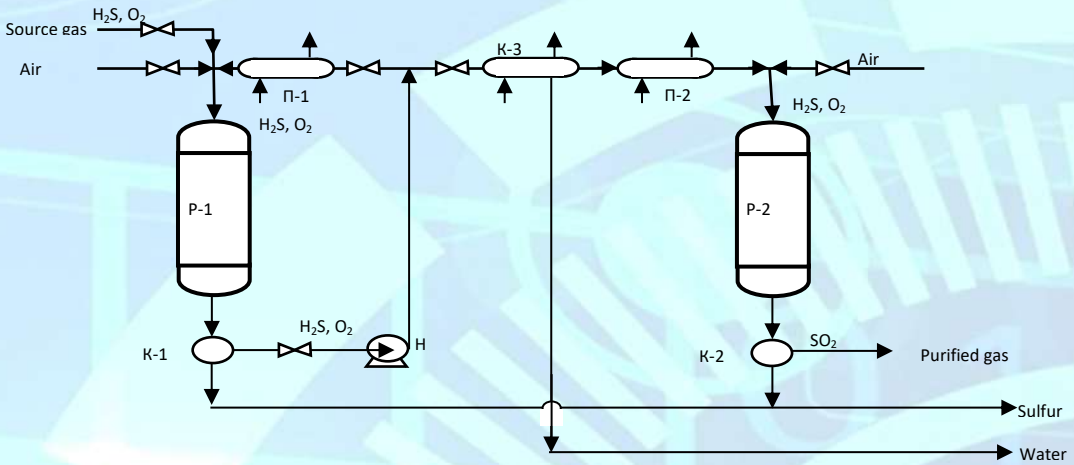
water – 3 – 4 vol.%.

The composition of the initial mixture and exhaust gas was analyzed by chromatography. The resulting oxidation reactions of H_2S, sulfur and water are condensed and captured in intermediate containers after each stage.

The maximum conversion of hydrogen sulfide into elemental sulfur, with 100% selectivity, is achieved with the following process parameters.

The experiments showed that if the concentration of H_2S in the purified gas is reduced to 4 vol.% by diluting it at the first stage of the installation and oxygen is added to it in an amount ensuring the O_2/H_2S ratio equal to 0.25-0.3 at a space velocity of 3600 hours -1 and the temperature in the first reactor is 300 °C gas, the outlet from the reactor will contain 2.13 vol.%, H_2S.

ISSN 3030-3907



Picture 1. Scheme for monitoring the technological parameters of the installation

If the mixing of this gas with air is brought to a state at which the concentration of the O_2/H_2S ratio is 0.6-0.7 and it is passed through the second reactor at a volumetric speed of 3000 h-1, at a temperature of 255 ° C, then at least 90% H_2S will turn into elemental sulfur and a small part of it will oxidize to SO_2. If the concentration of H_2S in the purified gas is increased above 6.0% by mass, then an uneven temperature distribution is observed across the catalyst layers, which negatively affects the process.

The experimental data obtained showed that:

– when maintaining the O_2/H_2S molar ratio at the reactor inlet less than 0.35, no sulfur dioxide is formed, and all oxygen is consumed for the oxidation of hydrogen sulfide into elemental sulfur,

- with an O_2/H_2S ratio of 0.6, the amount of SO_2 formed during H_2S conversion is above 99.0% and depends on the water vapor content in the gas. With virtually no water vapor, the SO_2 concentration at the outlet is 0.15 vol.%, and with a water vapor content of 20 vol.%, the concentration of sulfur dioxide is 0.32 vol.%.

Thus, depending on the SO_2 content requirements in the exhaust gas, the issue of removing water from reaction mixture by concentrating it in special devices. Given the selected CO_2 catalyst, hydrogen and methane do not undergo any transformations.

LITERATURE

1. Podshivalin A.V. Modern technology for the production of elemental sulfur // Oil and Gas Business. 2006. T. 4. No. 1. pp. 231 - 234.

2. Azizova, D. G. (2023). USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN GAS EXTRACTION EFFICIENCY FOUNDATION. Innovation: The journal of Social Sciences and Researches, 1(4), 5-8.

3. Sattorov, L., Nomozov, B., & Azizova, D. (2021). CHARACTERISTIC OF METHODS FOR INCREASING HYDROCARBON PRODUCTION OF GAS

ISSN 3030-3907

CONDENSATE AND GAS CONDENSATE OIL FIELDS. Norwegian Journal of Development of the International Science, (76-1), 40-43.
4. Panoyev Erali Rajabboyevich, Temirov Alisher Hoshim o‘g’li, Akhmedov Vokhid Nizomovich (Bukhara, Uzbekistan) The corrosion problem in the oil and gas industry . Polish science journal (ISSUE 10(43), 2021) - Warsaw: Sp. z o. o. "iScience", 2021
5. Xamidov, D. G. A., & Temirov, A. H. O. G. L. (2020). Parafinli neftlarning fizik-kimyoviy xossalari tahlili. Science and Education, 1(9).

ISSN 3030-3907

QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARI QURILMALARINI XARID QILISH JARAYONLARI AXBOROT TIZIMINI ISHLAB CHIQISH, RAQAMLASHTIRISH VA TIZIMLAR INTEGRATSIYASI

Ochilov Abdujabbor Akramovich
Mustaqil izlanuvchi, Energetika vazirligi huzuridagi Qayta tiklanuvchi energiya manbalari milliy ilmiy-tadqiqot instituti,
E-mail: abdujabborochilov1973@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-3057-6066

Annotatsiya: Maqolada qayta tiklanuvchi energiya manbalari (quyosh, shamol, biomassa va geotermal manbalar) qurilmalarini xarid qilish va ularga kompensatsiya ajratish jarayonlarini raqamlashtirish va integratsiyalashgan axborot tizimini yaratish masalalari ko‘rib chiqilgan. O‘zbekiston tajribasi xalqaro amaliyot bilan taqqoslanib, yagona platforma orqali davlat, xususiy sektor va iste’molchilar o‘rtasidagi ma’lumot almashuvini samarali tashkil etish imkoniyatlari yoritilgan. Tadqiqot natijalari energiya tejamkorligini oshirish, korrupsion xavflarni kamaytirish va yashil iqtisodiyotni rivojlantirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: qayta tiklanuvchi energiya manbalari, axborot tizimi, raqamlashtirish, tizimlar integratsiyasi, kompensatsiya, subsidiya, yashil iqtisodiyot.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы цифровизации и интеграции информационной системы для управления процессами приобретения установок возобновляемых источников энергии (солнечных, ветровых, биомассы и геотермальных). Проведён сравнительный анализ опыта Узбекистана и зарубежных стран. Особое внимание уделено созданию единой платформы для обмена данными между государственными органами, частным сектором и потребителями. Полученные результаты способствуют повышению энергоэффективности, сокращению коррупционных рисков и развитию зелёной экономики.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, информационная система, цифровизация, интеграция систем, компенсация, субсидии, зелёной экономики.

Abstract: The article examines the development of a digital and integrated information system for managing the acquisition and compensation processes of renewable energy equipment (solar, wind, biomass, and geothermal). Uzbekistan’s experience is compared with international best practices, emphasizing the importance of a unified platform for efficient data exchange between government

ISSN 3030-3907

agencies, the private sector, and consumers. The research findings highlight opportunities to increase energy efficiency, reduce corruption risks, and promote the growth of the green economy.

Key words: renewable energy sources, information system, digitalization, system integration, compensation, subsidies, green economy.

Kirish

Mamlakatimizda "yashil" energetika bo'yicha nihoyatda ulkan salohiyat mavjud. Yaratganning o'zi bergan bu buyuk imkoniyatdan unumli foydalanib, uni xalqimiz manfaatlariga yo'naltirishimiz zarur.

Sh.Mirziyoev

Aholi sonining ortishi, sanoatning kengayishi va urbanizatsiya jarayonlari energiya iste'moli hajmini keskin oshirmoqda. Shu bilan birga, an'anaviy energiya manbalari – neft, gaz va ko'mir zaxiralari cheklangan bo'lib, ularning ishlatilishi atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli, qayta tiklanuvchi energiya manba (QTEM)larini rivojlantirish, ularni iqtisodiy mexanizmlar va zamonaviy raqamli texnologiyalar bilan qo'llab-quvvatlash dolzarb vazifaga aylangan.

Hozirgi davr energetika siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri QTEMdan keng ko'lamda foydalanish va ularni milliy energetika tizimlariga integratsiyalashdir. Bunda nafaqat energiya ishlab chiqarish texnologiyalarini modernizatsiya qilish, balki energiya bozoridagi iqtisodiy va boshqaruv mexanizmlarini raqamlashtirish ham muhim ahamiyat kasb etadi.

So'nggi o'n yillikda global energetika sektori tubdan o'zgarishlar bosqichiga kirdi. QTEM – quyosh, shamol, biomassa va geotermal manbalar nafaqat ekologik toza, balki iqtisodiy jihatdan ham raqobatbardosh energiya manbaiga aylanmoqda. Xalqaro Energetika Agentligi (IEA) prognozlariga ko'ra, 2030-yilga kelib dunyo bo'yicha energiya ishlab chiqarish hajmining yarmidan ortig'i QTEM hissasiga to'g'ri keladi. Shu jarayonda davlatlar nafaqat ishlab chiqarish quvvatlarini oshirish, balki iste'molchilarni ushbu texnologiyalarni keng joriy etishga rag'batlantirish maqsadida subsidiya va kompensatsiya mexanizmlarini faol qo'llamoqda.

Shu nuqtayi nazardan, qayta tiklanuvchi energiya qurilmalarini xarid qilish va kompensatsiya ajratish jarayonlarini **raqamlashtirish**, ularni moliya, soliq, bojxona va energetika monitoring tizimlari bilan **integratsiyalash** dolzarb ilmiy-amaliy vazifa sifatida yuzaga chiqmoqda. Bunda ma'lumotlar bazalari integratsiyasi, avtomatlashtirilgan tekshiruv algoritmlari, foydalanuvchi interfeysi ergonomikasi va axborot xavfsizligi masalalari alohida o'rin tutadi.

Bugungi kunda ushbu yo'nalish bo'yicha O'zbekistonda to'liq ishlaydigan yagona platforma mavjud emas, mavjud tizimlar esa fragmentar xarakterga ega.

ISSN 3030-3907

Shu sababli, xalqaro tajribalarni inobatga olgan holda, milliy sharoitga moslashgan **integratsiyalashgan axborot tizimi**ni ishlab chiqish, uning texnik arxitekturasi
va amaliy joriy etish mexanizmlarini asoslash talab etiladi.

Mavzuga oid adabiyotlar sharhi

QTEMlarini joriy etish bo‘yicha xorijlik va mahalliy olimlar, tadqiqotchilar va mutaxassislar izlanishlar olib borishgan hamda o‘z hissalarini qo‘shgan.

Amerikalik muhandis va energiya tizimlari mutaxassisi Stenford universiteti professori Mark Z. Yakobson QTEMlarini joriy etishning texnik imkoniyatlarini o‘rgangan va buning amalga oshirilishi hamda QTEMlar orqali global miqyosda energiya xavfsizligini ta’minlash mumkinligi haqida. mumkinligini isbotlagan.

M. Brown (Georgia Tech, 2021) ta’kidlaganidek, AQShda qayta tiklanuvchi energiya rivojining asosiy omillaridan biri – soliq imtiyozlari va xususiy sektorning keng ishtiroki hisoblanadi. Uning fikricha, raqamli texnologiyalar va bozor raqobati uyg‘unligi AQShda turli innovatsiyalarni tez amalga oshirishga sharoit yaratgan.

Fransiyalik qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalari mutaxassisi Jancovici, J.-M. qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalarining rivojlanishini kuzatib, ularning samaradorligi va ishonchliligini oshirishga yordam beradigan yangi texnologiyalarni ishlab chiqishga hissa qo‘shgan.

Germaniyalik olim H. Heinrichs (Fraunhofer Institute, 2022) qayta tiklanuvchi energiyaning samarali integratsiyasi uchun Smart Grid va raqamli boshqaruv tizimlari muhim ahamiyatga ega ekanligini ta’kidlaydi. Unga ko‘ra, raqamli innovatsiyalar energiya xavfsizligini ta’minlaydi.

Agora Energiewende (2023) tahlilchilarining fikricha, Germaniyada ishlab chiqilgan SMARD raqamli ma’lumot platformasi (https://www.smard.de) bozor shaffofligi va prognozlash imkoniyatini ta’minlab, investorlar va iste’molchilar uchun qulaylik yaratadi.

Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur maqolada muqobil energiya manbalariga bo‘lgan talablarni ortib borishi hamda O‘zbekiston hududlarida qayta tiklanuvchi energiya manbalarini joriy etishda aholi va tadbirokrlik sub’ektlariga QTEM qurilmalarini xarid qilish imkoniyatlarini yaratish va ushbu jararayonlarni raqamlashtirishga mo‘ljallangan axborot tizimining konseptual modelini ishlab chiqish, uni mavjud davlat va tijorat tizimlari bilan integratsiyalashning texnik va tashkiliy asoslarini yaratish, shuningdek, ushbu sohada davlat tomonidan imtiyozlar qo‘llanishi va iste’molidan ortiqcha bo‘lgan elektr energiyasini davlatga sotishi bo‘yicha tahlillar asosida taklif va tavsiyalar ishlab chiqildi.

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi, vazirlik huzuridagi Tarmoqlararo energiyani tejash jamg‘armasi va Soliq qo‘mitasi ma’lumotlari asosida statistik tahlil, solishtirma tahlil, tanlama kuzatuv usullaridan foydalanildi.

Tahlil va natijalar

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti tomonidan 2030 yilgacha bo‘lgan davr uchun qabul qilingan **“Yashil iqtisodiyot”** strategiyasida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish ulushini kamida 30 foizga oshirish, xususan quyosh va shamol energetikasini keng joriy etish ustuvor yo‘nalish sifatida belgilangan. Shu jarayonda QTEM qurilmalarini xarid qilish va ulardan foydalanishni rag‘batlantirish maqsadida, aholi va tadbirkorlik sub’yektlari tomonidan o‘rnatilgan quyosh panellari, shamol generatorlari va boshqa QTEM qurilmalarini xarid qilish uchun 2022-yildan boshlab davlat byudjetidan kompensatsiyalar ajratilmoqda.

Energetika vazirligi huzuridagi Tarmoqlararo energiyani tejash Jamg‘armasi tomonidan qayta tiklanuvchi energiya manbalarini joriy etishni davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash bo‘yicha yagona elektron platformasi *(energymarket.uz)* orqali aholi tomonidan xarid qilingan QTEM qurilmalarini sotib olish xarajatlari uchun 2022-2025-yillarda davlat budjetidan **6.370** nafar fuqaroga **65,3 mlrd.so‘m** *(shundan o‘tgan 3 yil davomida **1.525** nafar fuqaroga **19,1 mlrd.so‘m** ajratilgan bo‘lsa, birgina 2025-yil boshidan 1-sentabr holatiga **4.845** nafar fuqaroga **46,2 mlrd.so‘m.)* kompensatsiya mablag‘i ajratilgan.

Ma’lumot uchun: *Aholiga ajratilgan **65,3 mlrd.so‘m** kompensatsiya mablag‘lari hisobiga **32,8 MVt** quvvatidagi quyosh elektr stansiyalari va **10.100 litr hajmi**dagi quyosh suv isitkichlari o‘rnatildi. Natijada yiliga **52,4 mln.kVt.soat** elektr energiya ishlab chiqarilishiga va **15,7 mln.kub.metr** tabiiy gazni tejalishiga erishilib, **29,1 ming tonna** zararli gazlar emissiyasi oldi olinmoqda.*

Shuningdek, joriy yilning 1-sentabr holatiga QTEM qurilmalarini xarid qilish uchun aholiga tijorat banklari tomonidan **1.245 nafar** fuqaroga ajratilgan **40,7 mlrd.so‘mlik** iste’mol kreditlariga hisoblangan foiz mablag‘larini bir qismini qoplash uchun **639,4 mln.so‘m** kompensatsiya ajratildi.

Ma’lumot uchun: *Ushbu ajratilgan kredit mablag‘lari hisobiga **8,1 MVt** quvvatidagi quyosh elektr stansiyalari xarid qilingan va ular yiliga **13 mln.kVt.soat** elektr energiya ishlab chiqarilishiga va **3,9 mln.kub.metr** tabiiy gaz tejalishiga erishilib, **7,2 ming tonna** zararli gazlar emissiyasi oldi olinmoqda.*

Shuni alohida ta’kidlash joizki, quyosh panellari o‘rnatgan aholini rag‘batlantirish maqsadida subsidiyalar ajratish uchun ishlab chiqarilgan elektr energiyasini kafolatli sotib olish bo‘yicha “Quyoshli xonadon” tizimini yo‘lga qo‘yildi. 2025-yilning birinchi yarmida **28,5 ming nafar** jismoniy shaxs amaldagi

ISSN 3030-3907

dasturdan foydalandi va Davlat budjetidan **63,5 mlrd. so‘m (68,5 million kVt/soat)** subsidiya oldi.

Agar **2024-yilda 10.826 nafar** jismoniy shaxs quyosh energiyasi uchun **12 mlrd.so‘m** subsidiya olgan bo‘lsa, **2025-yilning birinchi yarmida** rag‘batlantirilgan jismoniy shaxslar soni deyarli **3 baravarga**, to‘lovlar miqdori esa **5 baravar** ko‘proq o‘sdi.

Ma’lumot uchun: *Subsidiyani “Soliq” mobil ilovasining “Keshbek va imtiyozlar” xizmatining “Quyoshli xonadon” bo‘limidagi “Kartaga pul o‘tkazish” oynasi orqali bank kartasiga o‘tkazib olish mumkin.*

Ammo amaldagi kompensatsiya va subsidiya ajratish jarayonlari, ko‘p bosqichli tasdiqlash tartiblari va turli davlat organlari o‘rtasidagi ma’lumot almashinuvida uzilishlar mavjudligi tufayli vaqt va resurs sarfini oshirmoqda. Ushbu holat iste’molchilar, ishlab chiqaruvchilar va davlat o‘rtasida samarali hamkorlikning to‘liq yo‘lga qo‘yilishiga to‘sqinlik qilmoqda.

Raqamlashtirish ushbu muammolarni bartaraf etishning eng samarali yo‘llaridan biri hisoblanadi. QTEM qurilmalarini xarid qilish va kompensatsiya ajratish jarayonlarini yagona axborot tizimi orqali boshqarish – xarajatlarni kamaytirish, vaqtni tejash, inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni bartaraf etish, hamda korrupsion xavflarni kamaytirishga xizmat qiladi. Xususan, xorijiy davlatlarda bu jarayon ko‘proq raqamli platformalar orqali amalga oshiriladi:

Germaniya Federal Tarmoqlar Agentligi tomonidan yaratilgan va 2017-yil 3-iyuldan faoliyat yuritayotgan “Marktstammdatenregister” yagona milliy registry (www.bundesnetzagentur.de) orqali QTEM qurilmalarini ro‘yxatdan o‘tkazish, kompensatsiya va grantlarni boshqarish, asosiy ma’lumotlaridan foydalanish ma’lumotlar sifatini sezilarli darajada oshirish va energetika sohasidagi ko‘plab jarayonlarni soddalashtirish imkonini beradi. Platformaning asosiy funksiyalari quyidagilar:

1.Real vaqtda elektr ishlab chiqarish (shamol, quyosh, biomassa, gidro, ko‘mir, gaz va yadro energiyasi), elektr iste’moli va import/eksport balansi, bozor narxlari (spot market, intraday) to‘g‘risida ma’lumotlarni olish.

2.Interaktiv grafiklar va xaritalarni vaqt kesimida (soatlik, kunlik, haftalik, yillik) ko‘rsatkichlarni vizual ko‘rinishda tahlil qilish, hududlar bo‘yicha elektr ishlab chiqarish dinamikasini ko‘rsatish.

3.Ma’lumotlarni yuklab olish: Foydalanuvchilar barcha statistikani Excel yoki CSV formatida yuklab olib, qayta ishlash imkoniyatiga ega, ochiq API orqali ilmiy tadqiqotlarda avtomatlashtirilgan ma’lumot yig‘ish.

Qayta tiklanuvchi energiyaning ayrim manbalarini rivojlantirishning joriy holati to‘g‘risidagi statistik ma’lumotlar Federal tarmoq agentligi tomonidan har

ISSN 3030-3907

oyda (odatda har oyning 15-kuni) www.bnetza.de/ee-statistik veb-saytda e’lon qilinib boriladi.

Hindiston – “National Solar Rooftop Portal” orqali onlayn ariza topshirish, GPS koordinatalar asosida qurilma joylashuvini avtomatik tasdiqlash.

Xitoy – blokcheyn asosidagi “Renewable Energy Certificate” tizimi orqali ishlab chiqarilgan har bir MWh energiya bo‘yicha elektron sertifikat berish.

QTEM qurilmalarini xarid qilish va kompensatsiya ajratish jarayonlarini yagona axborot tizimi orqali boshqarish bo‘yicha xalqaro tajribani o‘rganish natijalariga ko‘ra quyidagi taqqoslovchi ma’lumotlarga ega bo‘lishimiz mumkin

1-jadval

Mamlakat	**Strategik maqsad**	**Asosiy texnologiya**	**Moliyalashtirish mexanizmi**	**2023-yil ulushi (%)**	**Raqamlashtirish darajasi**
Germaniya	2050-yilgacha 80% QTEM	Shamol, quyosh + Smart Grid	FIT, auksion	51	Yuqori
Xitoy	2060 karbon neytral	Quyosh, shamol + Big Data	Subsidiyalar, kreditlar	33	Juda yuqori
AQSh	2030-yilgacha 40% QTEM	Microgrid, hydrogen, storage	ITC/PTC, PPP	23	Yuqori
Turkiya	2035-yilgacha 55% QTEM	Quyosh, shamol, geotermal	YEKDEM	44	O‘rta-yuqori

QTEM qurilmalarini xarid qilish va ularni qo‘llab-quvvatlash uchun davlat va xususiy sektor o‘rtasidagi hamkorlikni yaxshilash, shuningdek, jarayonlarni samarali boshqarish maqsadida axborot tizimlarini yagona platformaga integratsiya qilish muhim qadam hisoblanadi. Yagona platforma yaratishning ahamiyati quyidagilarni o‘z ichiga oladi.

Samaradorlik: Axborot tizimlarini yagona platformaga integratsiya qilish orqali davlat va xususiy sektor o‘rtasidagi ma’lumot almashinuvini tezlashtirish va shaffoflikni ta’minlash mumkin.

ISSN 3030-3907

Ma’lumotlarni bir joyga to‘plash: Integratsiya qilingan platforma orqali barcha ma’lumotlar bir joyda saqlanadi, bu esa jarayonlarni tezkorlik bilan baholash imkonini beradi.

Qulaylik: Aholi va tadbirkorlik sub’ektlar QTEM qurilmalarini xarid qilish, ular uchun subsidiya yoki kompensatsiya olish jarayonlarini bir tizim orqali boshqarishi mumkin bo‘ladi.

Yagona platformani yaratish bosqichlari quyida keltirilgan omillarni o‘z ichiga oladi: davlat, aholi va xususiy sektorning ehtiyojlari bo‘yicha ma’lumotlarni yig‘ish, QTEM bo‘yicha qonunchilik, subsidiya va kompensatsiya ajratish tartiblarini tahlil qilish, mavjud davlat axborot tizimlari (energetika, moliya, subsidiyalar bo‘limi) va xususiy sektor platformalarini integratsiya qilish, barcha ma’lumotlarni himoya qilish uchun xavfsizlik choralarini joriy etish, aholi va tadbirkorlik sub’ektlari uchun QTEM qurilmalarini xarid qilish, subsidiya va kompensatsiya uchun ariza topshirish jarayonlarini osonlashtiruvchi veb va mobil ilova yaratish, davlat va xususiy sektor uchun boshqaruv va monitoring jarayonlari uchun alohida modullarni ishlab chiqish.

Yagona platformaning asosiy funksiyalarida quyidagilarni hisobga olinishi maqsadga muvofiqdir:

1. Davlat sektori ushbu tizim orqali QTEM qurilmalariga moliyaviy qo‘llab-quvvatlashni boshqarish va nazorat qilish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Asosiy funksiyalari quyidagilar:

a) Subsidiya va kompensatsiya ajratish jarayonlarini boshqarish:

tizim orqali fuqarolar va tashkilotlardan kelib tushgan arizalarni avtomatik qayd etish va saqlash, shuningdek, arizalarning to‘liqligi va qonuniyligini avtomatik tekshirish imkoniyati, QTEM qurilmalarining sertifikatlari va texnik talablarga muvofiqligini avtomatik tahlil qilish, har bir arizani o‘z vaqtida ko‘rib chiqish uchun davlat idoralari o‘rtasida avtomatik ma’lumot almashinuvi.

b) QTEM qurilmalarining monitoringi va baholashi:

qurilmalarning ishlash ko‘rsatkichlarini kuzatish, har qanday texnik nosozliklar yoki talablarga zid holatlarni aniqlash, davlat tomonidan ajratilgan subsidiya va kompensatsiyalarning iqtisodiy samaradorligini baholash va QTEM qurilmalarining energiya tejamkorligini hisoblash.

v) Moliyalashtirish jarayonlarini nazorat qilish:

subsidiya va kompensatsiya ajratish jarayonlarini shaffof qilish uchun foydalanuvchilarga ma’lumot taqdim etish, davlat byudjeti doirasida QTEM uchun ajratilgan mablag‘larning taqsimotini real vaqt rejimida kuzatish.

g) Hisobot va tahlillar:

ISSN 3030-3907

QTEM qurilmalarini joriy qilish bo‘yicha umumiy rivojlanish hisobotlarini yaratish, QTEM bo‘yicha davlat siyosati samaradorligini baholash uchun statistik ma’lumotlarni yig‘ish.

2.Xususiy sektor (QTEM qurilmalarini ishlab chiqaruvchilar, sotuvchilar va moliyaviy tashkilotlar) uchun tizimning asosiy vazifalari:

a) Ma’lumotlarni taqdim etish:

tizim orqali mahsulotlar haqidagi to‘liq ma’lumotni (texnik xususiyatlar, sertifikatlar, narxlar) kiritish, QTEM qurilmalarining davlat standartlariga muvofiqligini tasdiqlash, QTEM qurilmalarini sotuvchi tashkilotlarning ro‘yxati va ularning litsenziyalari haqida ma’lumot berish.

b) Mijozlar bilan o‘zaro aloqalarni boshqarish:

QTEM qurilmalarini sotish jarayonini avtomatlashtirish, to‘lovlar va moliyaviy yordam imkoniyatlari haqida ma’lumot taqdim etish, mijozlar uchun texnik qo‘llab-quvvatlash xizmatlarini tashkil qilish.

v) Sertifikatlash va standartlashtirish:

QTEM qurilmalarini davlat talablariga muvofiq sertifikatlash jarayonini tezlashtirish, sertifikatlash jarayonida davlat organlari bilan avtomatik ma’lumot almashinuvini ta’minlash.

3.Aholi va kichik biznes vakillari uchun yagona platforma orqali qulaylik yaratiladi:

a) Ariza topshirish va kuzatish:

QTEM qurilmasini subsidiya yoki kompensatsiya asosida xarid qilish uchun elektron ariza berish imkoniyati va hujjatlarni elektron tarzda yuklash, tizim orqali ariza ko‘rib chiqish jarayoni haqida ma’lumot olish, kompensatsiya yoki subsidiyaning tasdiqlanganligini tekshirish.

b) QTEM qurilmalari haqida ma’lumot olish:

turli xil QTEM qurilmalari (masalan, quyosh panellari yoki shamol generatorlari) haqida to‘liq ma’lumot olish va QTEM qurilmalaridan foydalanish orqali qancha energiya va mablag‘ tejash mumkinligini hisoblash.

v) Moliyaviy yordam imkoniyatlari:

QTEM qurilmalarini xarid qilish uchun mavjud subsidiyalar yoki maxsus kredit dasturlari haqida ma’lumot berish va qurilmani xarid qilish uchun oldindan moliyaviy hisob-kitob qilish.

Yagona platformani quyidagi davlat va xususiy sektorlarning mavjud tizimlari bilan integratsiyalashishi lozim:

1. Davlat xizmatlari yagona reyestri – fuqaro va tashkilotlarning ro‘yxatga olish ma’lumotlaridan foydalanish.

2. Davlat boshqaruv organlari va xususiy sektor bilan integratsiyalash:

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Energiya samaradorligi milliy agentligi (ESMA) – QTEM qurilmalari ro‘yxati va litsenziyalash jarayonlari, kompensatsiya va subsidiyalar olish huquqini tekshirish, moliyaviy kompensatsiya va subsidiyalar bo‘yicha ma’lumotlar olinadi.

Ma’lumot uchun: *2025-yil 1-iyul holatiga qadar ushbu funksiyalarni O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi huzuridagi budjetdan tashqari Tarmoqlararo energiyani tejash jamg‘armasi bajargan.*

“Hududiy elektr tarmoqlari” AJ – QTEM qurilmalari orqali elektr energiyani ishlab chiqarilishi bo‘yicha ma’lumotlar olinadi.

Iqtisodiyot va moliya vazirligi – moliyaviy kompensatsiya va subsidiyalar bo‘yicha mablag‘lar ajratiladi;

O‘zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot va moliya vazirligi huzuridagi Bojxona qo‘mitasi – import qilingan qurilmalarning kelib chiqishini tasdiqlaydi va ushbu ma’lumotlar olinadi.

O‘zbekiston Respublikasi Davlat soliq qo‘mitasi – iste’moldan ortiqcha ishlab chiqarilgan elektr energiyasini davlatga sotganlik uchun to‘lovlarni amalga oshiriadi, soliq imtiyozlarini qo‘llaydi va monitoring olib boradi.

Xususiy sektor – bank-moliya tashkilotlari, to‘lov tizimlari, uskunalar yetkazib beruvchilar va lizing kompaniyalari QTEM qurilmalarini sotib olish, etkazib berish, o‘rnatish va ishga tushirishda ishtirok etadi.

Statistik asos: *Xalqaro Energetika Agentligi (IEA) ma’lumotlariga ko‘ra, energiya sohasida davlat-xususiy ma’lumotlar integratsiyasi joriy etilgan mamlakatlarda investitsiya oqimi o‘rtacha* ***18–25%*** *ga oshgan.*

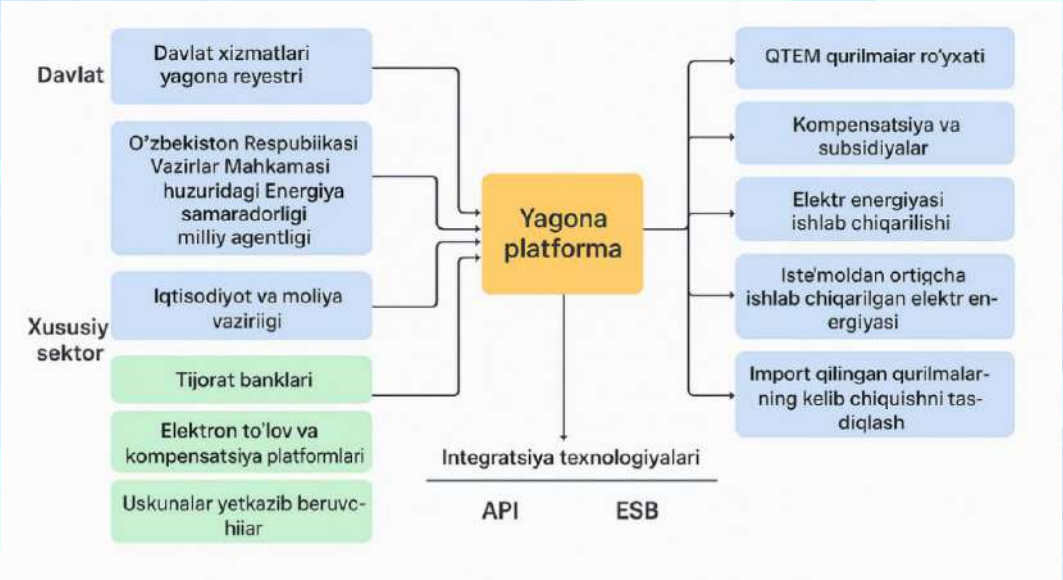
3. Tijorat banklari, elektron to‘lov va kompensatsiya platformalari (Uzcard, Humo, Payme, Click, Visa va Mastercard kabi) **bilan integratsiyalash:** kredit ajratish va subsidiyalash jarayonini avtomatlashtirish, real vaqt rejimida kompensatsiya to‘lovlarini tasdiqlash, xarid qiluvchi shaxs yoki korxona uchun shaxsiy kabinetda to‘lov tarixini ko‘rsatish, moliya oqimini avtomatik tahlil qilish, to‘lovlar holatini onlayn kuzatish, qarzdorlik va kechikishlarni minimallashtirish.

Ma’lumot uchun: *Raqamlashtirilgan to‘lov tizimlari joriy etilishi orqali to‘lov kechikishlari* ***60%*** *gacha kamayishi mumkin.*

4. Texnik monitoring tizimlari bilan integratsiyalash: qurilma samaradorligini **IoT (Internet of Things)** sensorlari orqali kuzatish, texnik xizmat muddati va ishlash ko‘rsatkichlarini avtomatik qayd etish, avariya yoki nosozlik yuzaga kelganda real vaqt xabarnomalarini yuborish.

Yagona platformani davlat va xususiy sektorlarning mavjud tizimlari bilan integratsiyasi **API (Application Programming Interface)** va **ESB (Enterprise Service Bus)** texnologiyalari orqali amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907



1-rasm Yagona platformani tizimlar bilan integratsiyalash sxemasi

2-jadval

Yagona platformani mavjud tizimlar bilan integratsiyasi orqali erishiladigan natijalarni quyida keltirilgan ma'lumotlarda ko'rishimiz mumkin

Afzallik turi	Tavsifi	Kutilayotgan natija
Iqtisodiy	Takroriy ma'lumot kiritishni bartaraf etish, operatsion xarajatlarni kamaytirish	Xarajatlarni 15–20% ga kamaytirish
Tashkiliy	Davlat va xususiy sektor o'rtasida tezkor ma'lumot almashinuvi	Qaror qabul qilish vaqtini 40% ga qisqartirish
Texnik	Yagona API va ma'lumot almashish protokollaridan foydalanish	Integratsiya xarajatlarini 30% ga kamaytirish
Ekologik	Samarali monitoring orqali energiya yo'qotishlarini kamaytirish	CO_2 chiqindilarini yiliga 2–3% ga qisqartirish

Xulosa va takliflar

QTEM qurilmalarini xarid qilish va kompensatsiya ajratish jarayonlari yagona axborot platformasini ishlab chiqish va raqamlashtirish hamda tizimlar integratsiyasi nafaqat iqtisodiy foyda keltiradi, balki davlat xizmatlarini modernizatsiya qilish, ekologik barqarorlikni ta'minlash va fuqarolar va xususiy biznes vakillarining qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

Bugungi kunda O'zbekistonda aholi va xususiy biznes vakillari tomonidan QTEM qurilmalarini xarid qilish, xarid qilish xarajatlari bir qismiga davlat

ISSN 3030-3907

mablag‘lari hisobidan kompensatsiya berish axborot tizimini ishlab chiqish, raqamlashtirish va tizimlar integratsiyasi tadqiqot jarayonida aniqlangan asosiy muammolar quyidagilardan iborat:

qog‘oz shakldagi hujjatlar – jarayonni sekinlashtiradi va xatolik ehtimolini oshiradi;

ma’lumotlarni qo‘lda tekshirish – inson omiliga bog‘liq kechikish va korrupsion xavflar mavjud;

boshqa davlat tizimlari bilan integratsiya yo‘qligi – soliq, bojxona, bank ma’lumotlarini avtomatik tekshirish imkoni cheklangan;

monitoring tizimining zaifligi – o‘rnatilgan qurilmalarning real ishlash samaradorligini nazorat qilish mexanizmi yo‘q;

foydalanuvchi uchun murakkab jarayon – arizalarni to‘ldirish va hujjat topshirish jarayoni ko‘pchilik uchun qiyinchilik tug‘diradi.

axborot tizimlarining muvofiqsizligi (davlat va xususiy sektorda turli platformalardan foydalanish);

ma’lumot xavfsizligi masalalari;

qonunchilikdagi kamchiliklar.

Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun quyidagilar **tavsiya etiladi**:

axborot tizimlarini integratsiya qilish uchun universal protokollarni ishlab chiqish;

barcha foydalanuvchilar uchun kiberxavfsizlik standartlarini joriy etish;

QTEM bo‘yicha qonunchilikni qayta ko‘rib chiqish va muvofiqlashtirish.

Yuqorida qayd etilgan tavsiyalar asosida ish yurilishi natijasida, QTEM qurilmalarini xarid qilish va kompensatsiya ajratish jarayonlari tezlashadi, davlat va xususiy sektor o‘rtasida hamkorlik yaxshilanadi, fuqarolar va kichik biznes vakillari uchun qulay va shaffof tizim yaratiladi va QTEM bo‘yicha investitsiyalar oshadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. O‘zbekiston Respublikasining 21.05.2019 yildagi O‘RQ-539-son “Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to‘g‘risida” qonuni //https://lex.uz/docs/-4346831.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 09.09.2022 yildagi PF-220-son “Energiya tejovchi texnologiyalarni joriy qilish va kichik quvvatli qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida” farmoni //https://lex.uz/uz/docs/-6189000.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 22.08.2019 yildagi PQ-4422-son “Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya

ISSN 3030-3907

manbalarini rivojlantirishning tezkor chora-tadbirlari to‘g‘risida” qarori // https://lex.uz/docs/-4486125.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 28.04.2020 yildagi PQ-4699-son “Raqamli iqtisodiyot va elektron hukumatni keng joriy etish chora-tadbirlari to‘g‘risida” qarori //https://lex.uz/docs/-4800657.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 16.02.2023 yildagi PQ-57-son “2023 yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” qarori // https://lex.uz/docs-6385716.
6. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 05.10.2022 yildagi 568-son “Aholining mahalliy ishlab chiqaruvchilar tomonidan ishlab chiqarilgan qayta tiklanuvchi energiya manbalarining qurilmalarini xarid qilish xarajatlarining bir qismini kompensatsiya qilish yoki bo‘lib-bo‘lib to‘lagan holda sotib olish tartibi to‘g‘risidagi Nizomni tasdiqlash haqida” qarori //https://lex.uz/uz/docs/-6225945.
7. Mirziyoyev Sh.M. “Milliy taraqqiyot yo‘limizni qat’iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko‘taramiz” - Toshkent: “O‘zbekiston” NMIU, 2017. - 592 b.
8. 8.O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning “yashil” energetika sohasidagi yirik qo‘shma loyihalarni ishga tushirishga bag‘ishlangan tantanali marosimdagi nutqi, 2023-yil 27-dekabr //https://minenergy.uz/uz/news/view/3529
9. O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi. O‘zbekistonda qayta tiklanuvchi energiya manbalari rivojlanishi bo‘yicha milliy dastur. – Toshkent, 2023. – 75 b.
10. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi. 2030 yilgacha bo‘lgan energetika strategiyasi. – Toshkent, 2022. – 60 b.
11. “Yashil” energetika istiqbollari. Yangi O‘zbekiston gazetasi №200 (200), 2020 yil 20 oktabr.
12. Jacobson, M. Z., & Delucchi, M. A. (2011). Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. Energy Policy, 39(3), 1154–1169. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.11.040
13. Jacobson, M. Z. (2019). 100% Clean, Renewable Energy and Storage for Everything. Cambridge University Press.
14. Brown, M. A., Soni, A., Lapsa, M. V., & Southworth, K. (2021). Policies for Decarbonizing the U.S. Buildings Sector: A Review of Energy Efficiency, Electrification, and Renewable Energy Strategies. Energy Policy, 151, 112–122. DOI: 10.1016/j.enpol.2021.112–122.

ISSN 3030-3907

15. Brown, M. A., Wang, Y., & Sovacool, B. K. (2020). Decarbonizing the U.S. Electric Grid: Technology Options, Policy Tradeoffs, and Externalities. Energy Policy, 146, 111–121.DOI: 10.1016/j.enpol.2020.111–121.
16. Jancovici, J.-M. (2002). L'avenir climatique: quel temps ferons-nous? Éditions du Seuil.
17. Jancovici, J.-M. (2019). Dormez tranquilles jusqu'en 2100: et autres malentendus sur le climat et l'énergie. Odile Jacob.
18. .Heinrichs, H., & Weigel, M. (2022). Digitalization and Smart Grids in the German Energy Transition: Challenges and Opportunities. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI Report.
19. Agora Energiewende. (2023). The SMARD Data Platform: Increasing Transparency in Germany's Electricity Market. Berlin: Agora Energiewende.
20. Bundesnetzagentur. (2024). SMARD – Die Strommarktdatenplattform. Available at: https://www.smard.de
21. Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK). Klimaschutzplan 2050: Germany's Long-Term Climate Strategy. – Berlin, 2020. – 112 p.
22. Agora Energiewende. Germany's Energiewende: Aims, Status, and Challenges. – Berlin, 2022. – 85 p.
23. Government of China. China's 14th Five-Year Plan and 2060 Carbon Neutrality Goal. – Beijing: National Development and Reform Commission, 2021. – 96 p.
24. Zhang, X. va boshq. China's Pathway Towards Carbon Neutrality by 2060 // Energy Policy. – 2023. – Vol. 170. – P. 113–129.
25. U.S. Department of Energy (DOE). Clean Energy Standard 2030. – Washington D.C., 2021. – 74 p.
26. National Renewable Energy Laboratory (NREL). Microgrids, Hydrogen, and Storage in the U.S. Energy Transition. – Golden, Colorado, 2022. – 56 p.
27. Ministry of Energy and Natural Resources of Turkey. Renewable Energy Support Mechanism (YEKDEM). – Ankara, 2021. – 64 p.
28. Aydin, M.; Yilmaz, S. Evaluation of Renewable Energy Support Mechanisms in Turkey // Renewable Energy Journal. – 2022. – Vol. 195. – P. 410–425.
29. Internet resurslar
30. https://www.lex.uz
31. https://president.uz
32. https://minenergy.uz
33. http://www.power-technology.com
34. https://gov.uz/oz/soliq

ISSN 3030-3907

35. https://www.smard.de
36. https://iesf.uz
37. https://energymarket.uz

ISSN 3030-3907

UO‘K: 620.92:536

QUYOSH ENERGIYASI TIZIMLARIDA ARZON ISSIQLIK SAQLOVCHI MATERIALLARDAN FOYDALANISH IMKONIYATLARI

Safarova Setora Ulug‘bek qizi
Qarshi davlat texnika universiteti, tayanch doktorant PhD
Qarshi shahri, O‘zbekiston
ORCID: 0009-0000-5220-7124,
E-mail: safarovasetora1112@gmail.com
Ergashev Shaxriyor Hamidullayevich
Qarshi davlat texnika universiteti, texnika fanlari falsafa doktori PhD dotsent
Qarshi shahri, O‘zbekiston
ORCID: 0000-0002-3336-9942
E-mail: strong.shakhrier@mail.ru

Anotatsiya. Mazkur maqolada quyosh energiyasi tizimlarida issiqlikni saqlash masalalari ko‘rib chiqilgan. Issiqlik akkumulyatsiyasi uchun arzon va mahalliy materiallardan — pishgan g‘isht, beton, keramika, tosh, qum, tuproq hamda fazani o‘zgartiruvchi materiallardan biri bo‘lgan parafinning issiqlik-fizik xossalari tahlil qilindi. Ularning zichligi, issiqlik sig‘imi, issiqlik o‘tkazuvchanligi va issiqlikni saqlash davomiyligi nazariy asosda va hisoblashlar orqali taqqoslandi. Natijalarga ko‘ra, parafin issiqlikni eng uzoq muddat (≈9 soat) saqlash qobiliyatiga ega ekanligi aniqlandi. Pishgan g‘isht va beton esa amaliyotda arzonligi va mavjudligi sababli samarali variant sifatida tavsiya qilinadi. Qum va tuproq qisqa muddatli issiqlik akkumulyatsiyasi uchun foydali bo‘lsa-da, ularning issiqlikni ushlab qolish qobiliyati pastligi ta’kidlandi. O‘zbekiston sharoitida quyosh energiyasining yuqori salohiyati va mahalliy arzon materiallarning keng tarqalganligi hisobga olinsa, mazkur yechimlar issiq suv ta’minoti, isitish tizimlari, issiqxonalar va qishloq xo‘jaligida keng joriy etilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: quyosh energiyasi, issiqlik akkumulyatsiyasi, issiqlik-fizik xossalar, arzon materiallar, issiqlik o‘tkazuvchanlik.

Annotation. This article examines the issues of heat storage in solar energy systems. The thermophysical properties of low-cost and locally available materials — fired brick, concrete, ceramics, stone, sand, soil, as well as paraffin, which is one of the phase change materials (PCM), are analyzed. Their density, specific heat capacity, thermal conductivity, and heat storage duration were compared on the basis of theoretical principles and calculations. The results show that paraffin has the highest capacity to store heat for the longest duration (≈9 hours). Fired brick and concrete are recommended as practical and cost-effective options due to their affordability and wide availability. Sand and soil are useful for short-term heat storage, but their ability to retain heat is relatively low. Considering Uzbekistan’s high solar energy potential and the wide availability of cheap local materials, these solutions can be widely applied in hot water supply, heating systems, greenhouses, and agriculture.

Keywords: solar energy, heat storage, thermophysical properties, low-cost materials, thermal conductivity.

ISSN 3030-3907

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы аккумулирования тепла в системах солнечной энергии. Проанализированы термофизические свойства дешёвых и местных материалов — обожжённого кирпича, бетона, керамики, камня, песка, почвы, а также парафина, являющегося одним из фазоизменяющих материалов (PCM). Их плотность, удельная теплоёмкость, теплопроводность и длительность хранения тепла были сопоставлены на основе теоретических принципов и расчётов. Согласно результатам, парафин обладает наибольшей способностью длительно сохранять тепло (≈9 часов). Обожжённый кирпич и бетон рекомендуются как практичные и экономичные варианты благодаря своей доступности и распространённости. Песок и почва полезны для кратковременного аккумулирования тепла, однако их способность удерживать тепло относительно низкая. Учитывая высокий потенциал солнечной энергии в Узбекистане и широкую доступность дешёвых местных материалов, данные решения могут быть широко внедрены в системах горячего водоснабжения, отопления, теплицах и сельском хозяйстве.

Ключевые слова: солнечная энергия, аккумулирование тепла, термофизические свойства, дешёвые материалы, теплопроводность.

Kirish

Bugungi kunda jahon energetika tizimida qayta tiklanuvchi energiya manbalariga qiziqish tobora ortib bormoqda. Global iqlim o‘zgarishi, atrof-muhitning ifloslanishi va an’anaviy qazilma yoqilg‘i zaxiralarining kamayib borishi insoniyatni yangi, barqaror va ekologik toza energiya manbalaridan foydalanishga majbur qilmoqda. Shulardan eng istiqbolli yo‘nalishlardan biri bu – quyosh energiyasidan foydalanishdir. Quyosh energiyasi insoniyat uchun cheksiz va bepul manba bo‘lib, undan turli usullarda issiqlik va elektr energiyasi olish mumkin.

Quyosh kollektorlarida hosil bo‘ladigan issiqlik energiyasi odatda darhol iste’mol qilinmaydi. Masalan, kun davomida yig‘ilgan issiqlik energiyasini kechasi ishlatish talab qilinadi. Shu bois, bunday tizimlarda issiqlikni ma’lum vaqt davomida saqlab turuvchi maxsus issiqlik akkumulyatorlariga ehtiyoj tug‘iladi. Issiqlikni saqlash texnologiyalari yordamida ishlab chiqarilgan energiyaning muayyan qismi yo‘qolib ketmasdan, keyinchalik foydalanuvchiga yetkaziladi. Bu esa nafaqat tizim samaradorligini oshiradi, balki energiya tejamkorligini ham ta’minlaydi.

Quyosh kollektorlarining qismlari bir-biri bilan uzviy bog‘langan qatlamlardan tashkil topgan bo‘lib, ular energiyani maksimal darajada yig‘ish va samarali foydalanishga xizmat qiladi. Tashqi tomondan kollektor maxsus profil (1) bilan mustahkamlangan bo‘lib, bu butun qurilmaning barqarorligini ta’minlaydi. Germetik qopqoq (2) tashqi muhit ta’siridan himoya qiladi va issiqlikning yo‘qotilishini sezilarli darajada kamaytiradi. Kollektor ichida joylashgan quvurlar (3) orqali issiqlik tashuvchi suyuqlik harakatlanadi, ular orqali yutilgan energiya tashqariga uzatiladi. Quvurlar ustida issiqlik yutuvchi qoplama (4) bo‘lib, u quyosh nurlarini to‘liqroq yutadi va issiqlikka aylantiradi. Hosil bo‘lgan issiqlik maxsus

ISSN 3030-3907

akkumulyatsion materiallar (5) da saqlanib, kollektorning barqaror ishlashini ta’minlaydi. Tashqi qatlamda esa oynali qoplama (6) mavjud bo‘lib, u quyosh nurlarini o‘tkazadi, lekin issiqlikning tashqariga chiqib ketishiga yo‘l qo‘ymaydi hamda qurilmani mexanik ta’sirlardan himoya qiladi (1-rasm) [1, 2].



1) profil;
2) germetik qopqoq;
3) quvur;
4) issiqlik yutuvchi qoplama;
5) issiqlik akkumulyatsion materiallar;
6) oynali qoplama

1-rasm. Issiqlik akkumulyatsion quyosh kollektorlarining umumiy tuzilishi

Issiqlik akkumulyatorlari sifatida turli xil materiallardan foydalanish mumkin. Ulardan ba’zilari yuqori samaradorlikka ega bo‘lsa-da, qimmat va murakkab texnologiyalarni talab qiladi. Shu sababli so‘nggi yillarda arzon, mahalliy sharoitda mavjud va ekologik toza materiallardan foydalanish imkoniyatlarini tadqiq qilish dolzarb masalaga aylandi .

Dunyo miqyosida quyosh kollektorlarida issiqlik akkumulyatsiyasi masalalari keng tadqiq qilinmoqda. Jumladan, Hindiston va Xitoyda olib borilgan tadqiqotlarda qum va toshdan issiqlik akkumulyatori sifatida foydalanish issiqxonalarda haroratni 3–5 °C ga barqaror ushlab turishga imkon bergani qayd etilgan. Turkiyada amalga oshirilgan tajribalarda pishgan g‘isht va beton bloklari kunduzgi issiqlikni yig‘ib, kechqurun 4–6 soat davomida issiqlik chiqarib bergan.

Fazani o‘zgartiruvchi materiallar (PCM) bo‘yicha ham ko‘plab ilmiy ishlar olib borilgan. Masalan, Germaniya va Ispaniyada parafin asosidagi PCM kapsulalari qo‘llanilganda suvning 50–55 °C harorati 8–10 soat davomida barqaror ushlab turilgani aniqlangan. Bu natijalar bizning hisoblashlarda olingan qiymatlarga juda yaqin (≈9 soat).

Shuningdek, AQSh va Kanada ilmiy markazlarida issiqlik akkumulyatsiyasi uchun arzon qurilish chiqindilari – shag‘al, g‘ovakli beton va kul qo‘shilgan g‘ishtlardan foydalanish samaradorligi o‘rganilgan. Ularning xulosasiga ko‘ra, bunday materiallar arzon va ekologik jihatdan foydali bo‘lsa-da, issiqlikni saqlash davomiyligi parafin yoki eritilgan tuzlarga qaraganda ancha qisqa [3, 4, 5].

O‘zbekiston sharoitida, ayniqsa quyosh nurlanishi yuqori bo‘lgan hududlarda, arzon issiqlik saqlovchi materiallardan foydalanish katta ahamiyat kasb etadi. Qashqadaryo, Surxondaryo, Buxoro va Navoiy viloyatlarida quyoshli kunlar soni yiliga 280–300 kunga yetadi. Bu hududlarda quyosh kollektorlaridan keng foydalanish imkoniyatlari mavjud bo‘lsa-da, issiqlikni samarali saqlab qolish masalasi hali ham dolzarb bo‘lib qolmoqda. Ayniqsa, mahalliy aholi uchun oddiy va arzon variantlarni joriy etish orqali energiya tejash, xo‘jaliklarda avtonom issiq suv ta’minoti tizimlarini yaratish mumkin [6, 7].

Uslub va materiallar

ISSN 3030-3907

Quyosh kollektorlarida issiqlikni saqlash uchun arzon va oson topiladigan materiallardan foydalanish masalasi muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Bu yo‘nalishda olib boriladigan tadqiqotlar energiya tejash, ekologik muhitni yaxshilash, hamda aholiga qulay va arzon issiqlik manbalarini taqdim etishda katta rol o‘ynaydi.

Issiqlik akkumulyatsiyasi tizimlari asosan ikki turga bo‘linadi:

1) Sezgir issiqlikni akkumulyatsiya qilish – materialning o‘z haroratini oshirish orqali issiqlikni saqlash. Masalan, beton, tosh yoki g‘ishtni quyoshda qizdirib, keyinchalik ular asta-sekin soviydi va shu bilan issiqlikni qaytaradi.

2) Latent issiqlikni akkumulyatsiya qilish – fazani o‘zgartirish (masalan, qattiq → suyuq yoki suyuq → gaz) orqali issiqlikni saqlash. Masalan, parafin 50–60 °C da eriyotganda juda katta miqdorda issiqlikni o‘zida to‘playdi va bu jarayonda harorati deyarli o‘zgarmaydi [8].

Issiqlik akkumulyatsiyasi jarayonida materialning umumiy saqlagan issiqlik miqdorini aniqlash uchun klassik termofizik tenglamalardan foydalanildi. Bunda issiqlik sig‘imi, zichlik va harorat farqi asosiy hisobiy ko‘rsatkich sifatida qabul qilindi.

Materialning qizish va sovish tezligi tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvi qonunlari asosida aniqlanadi. Nevton sovish qonuniga ko‘ra:

$$Q' = h \cdot A \cdot (T_{material} - T_{muhit}) \quad \text{(Vt)}, \qquad (1)$$

bu yerda Q' – vaqt birligida yo‘qotilayotgan issiqlik oqimi (Vt yoki kJ/s), h – issiqlik uzatish koeffitsienti (Vt/m² K), A – sirt yuzasi (m^2), $T_{material}$ – materialning harorati (°C), T_{muhit} – tashqi harorati (°C).

Materialdagi umumiy issiqlik zaxirasini topamiz:

$$Q = m \cdot c \cdot (T_{material} - T_{muhit}) \quad \text{(J)}, \qquad (2)$$

bu yerda Q – materialdagi umumiy issiqlik zaxirasi (kJ), c – issiqlik sig‘imi (kJ/kg K)

Keyin sovishda har soniyada yo‘qotilayotgan issiqlikni hisoblaymiz:

$$t = \frac{Q'}{Q} = sekund, \qquad (3)$$

Matematik model sifatida, quyosh nuri ta’sirida materialning qizish tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{G \cdot A \cdot \alpha}{m \cdot c}, \qquad (4)$$

bu yerda: G – quyosh radiatsiyasi (Vt/m²), α – yutilish koeffitsienti, m·c – materialning massasi (kg) va issiqlik sig‘imi (J/(kg*°C)[9, 10, 11].

Natijalar

Ushbu tadqiqotda arzon issiqlik saqlovchi materiallarning quyosh kollektorlarida qo‘llash samaradorligi hisoblashlar asosida baholandi. Har bir material uchun massa, umumiy issiqlik sig‘imi, qizish va sovish vaqtlarining nazariy qiymatlari aniqlandi. Natijalardan ko‘rinib turibdiki, materiallarning issiqlikni yig‘ish va uni ma’lum vaqt davomida saqlab qolish qobiliyati ularning issiqlik-fizik xossalari bilan bevosita bog‘liq (1-jadval).

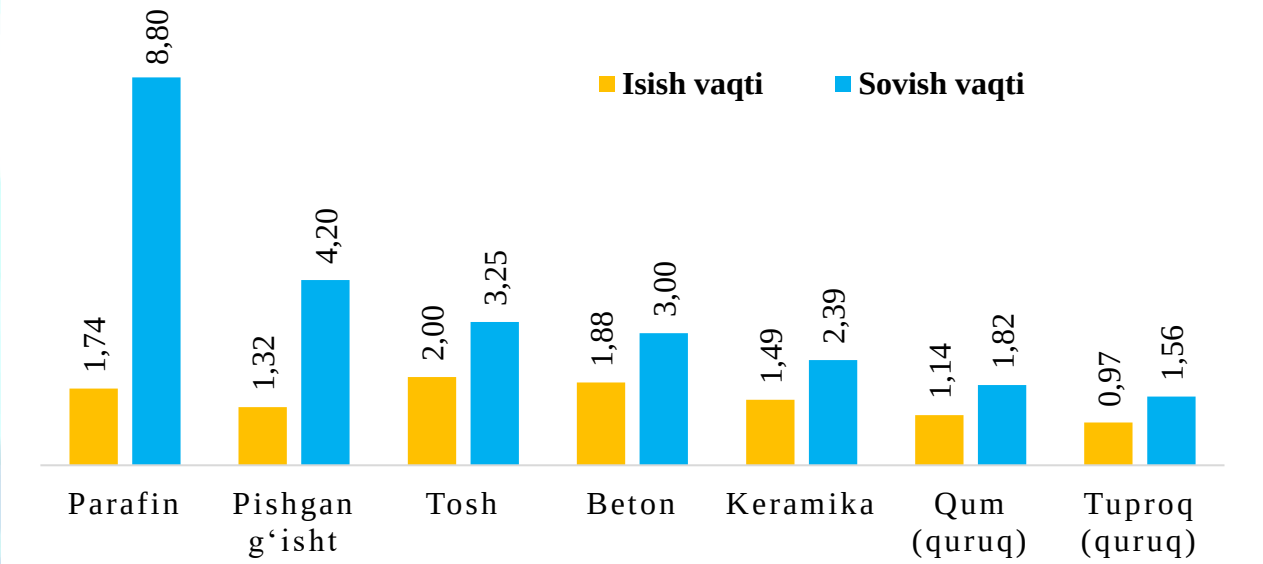
ISSN 3030-3907

1-jadval

Turli materiallarning issiqlik xossalari

Material	O‘rtacha zichlik ρ (kg/m³)	Issiqlik sig‘imi c (kJ/kg·K)	Issiqlik o‘tkazuvchanlik λ (Vt/m·K)
Parafin	770–900	2.1–2.9	0.2–0.4
Pishgan g‘isht	1900 – 2000	0.8-0.9	0.6 – 0.8
Tosh	2500–3000	0.8–0.9	2–4
Beton	2200–2500	0.84–1.0	1.4–2.0
Keramika	1800–2400	0.75–0.9	1.0–2.5
Qum (quruq)	1500–1700	0.80–0.85	0.25–0.5
Tuproq (quruq)	1200–1600	0.75–0.85	0.25–0.6

Hisoblashlarda quyosh radiatsiyasi G=800 Vt/m² deb qabul qilindi va yutilish koeffitsienti α=0.8 hisobga olinganda 1 m² yuzali 5 sm qalinlikdagi turli xil materiallarning qatlamlari qabul qilindi. Barcha materiallar uchun boshlang‘ich harorat 20 °C, yakuniy harorat 60 °C deb olindi. Issiqlik almashinuvi jarayonida tashqi muhit harorati 20 °C bo‘lib, sovish hisoblari Nevton sovish qonuni asosida bajarildi.



1-rasm. Materiallarning isish va sovish vaqtlari grafigi (soat)

Quyosh kollektorlarida issiqlik asosan suv, havo yoki qattiq issiqlik akkumulyatorlari orqali yig‘iladi. Agar issiqlik saqlash materiali sifatida arzon qurilish materiallari ishlatilsa, tizimning umumiy qiymatini arzonlashtiradi va aholi uchun foydalanish qulay bo‘ladi.

Arzon issiqlik saqlovchi materiallardan foydalanish quyosh kollektorlarining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Ular issiqlikni kun davomida yig‘ib, tungi vaqtda foydalanuvchiga yetkazadi. Bu nafaqat energiya tejash, balki iqtisodiy va ekologik foyda ham beradi.

Xulosa

O‘tkazilgan nazariy va amaliy tahlillar shuni ko‘rsatadiki, quyosh kollektorlarida issiqlikni saqlash uchun turli materiallardan foydalanish mumkin,

ISSN 3030-3907

ammo ularning samaradorligi issiqlik-fizik xossalariga bevosita bog‘liq. Issiqlik akkumulyatsiyasi jarayonida asosiy rolni materialning zichligi, maxsus issiqlik sig‘imi va issiqlik o‘tkazuvchanligi o‘ynaydi.

Parafin eng samarali issiqlik saqlovchi material sifatida ajralib chiqdi. 1 m² yuzali va 5 sm qalinlikdagi parafin qatlami massasi atigi 40 kg bo‘lishiga qaramay, umumiy issiqlik sig‘imi 11 200 kJ ga teng. Bu natija pishgan g‘isht yoki betonnikidan deyarli uch baravar ko‘pdir. Parafin 60 °C dan 20 °C gacha sovishda 9 soatgacha issiqlikni ushlab tura oladi. Bu xususiyat uni issiq suv ta’minoti va kechki isitish tizimlari uchun eng maqbul materialga aylantiradi.

Pishgan g‘isht va beton arzonligi va keng tarqalganligi bilan ajralib turadi. Ular issiqlikni o‘rtacha darajada saqlaydi (3–4 soat), shu sababli mahalliy uy xo‘jaliklari va issiqxonalarda samarali qo‘llanilishi mumkin. Ayniqsa, qishloq hududlarida qurilishda ishlatiladigan g‘isht devorlar tabiiy issiqlik akkumulyatori vazifasini bajaradi.

Tosh yuqori zichlikka ega bo‘lgani sababli issiqlikni ko‘p yig‘adi, ammo sovish tezligi betonga yaqin bo‘lib, 3 soat atrofida issiqlikni saqlaydi. Bu uni sanoat quritish sexlarida yoki yirik issiqlik akkumulyatorlari sifatida qo‘llash imkonini beradi.

Keramika yuqori haroratga chidamli, ammo mo‘rt va qimmat materialdir. Shuning uchun u issiqlik akkumulyatori sifatida ko‘proq sanoatda, maxsus qurilmalarda ishlatilishi mumkin.

Qum va tuproq eng arzon va hamma joyda mavjud materiallardir. Ular issiqlikni tez yig‘adi, ammo tez chiqaradi. Shu sababli ular qisqa muddatli issiqlik akkumulyatorlari sifatida issiqxonalar, parrandachilik fermalari va oddiy uy xo‘jaliklarida foydali bo‘lishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. – 4th ed. – New Jersey: Wiley, 2013. – 816 p.
2. Kalogirou S.A. Solar Energy Engineering: Processes and Systems. – 2nd ed. – Oxford: Academic Press, 2014. – 840 p.
3. Sharma A., Tyagi V.V., Chen C.R., Buddhi D. Review on thermal energy storage with phase change materials and applications // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2009. – Vol. 13, №2. – P. 318–345.
4. Zalba B., Marín J.M., Cabeza L.F., Mehling H. Review on thermal energy storage with phase change: materials, heat transfer analysis and applications // Applied Thermal Engineering. – 2003. – Vol. 23, №3. – P. 251–283.
5. Farid M.M., Khudhair A.M., Razack S.A.K., Al-Hallaj S. A review on phase change energy storage: materials and applications // Energy Conversion and Management. – 2004. – Vol. 45, №9–10. – P. 1597–1615.
6. Hasanov B. O‘zbekiston sharoitida quyosh kollektorlarining samaradorligini oshirish yo‘llari // O‘zbekiston Energetika Jurnali. – 2020. – №3. – P. 45–52.
7. Karimov K.S., et al. Development of solar thermal collectors and their applications in Central Asia // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2012. – Vol. 16, №8. – P. 4907–4916.

ISSN 3030-3907

8. Mehling H., Cabeza L.F. Heat and Cold Storage with PCM: An Up to Date Introduction into Basics and Applications. – Berlin: Springer, 2008. – 308 p.
9. Memon S.A. Phase change materials integrated in building walls: A state of the art review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2014. – Vol. 31. – P. 870–906.
10. Enhancing solar drying with paraffin PCM // Scientific Reports. – 2025. – Vol. 15. – P. 1–10. DOI: 10.1038/s41598-025-01555-5.
11. Experimental study of PCM storage in solar collectors // Journal of Energy Storage. – 2025. – Vol. 73. – P. 102868.

ISSN 3030-3907

THE IMPORTANCE OF LEARNING MULTIPLE LANGUAGES

Yusupxodjayeva Aziza Muhamadsodik qizi
Senior lecturer at Tashkent International University of Financial Management and Technologies (TIFT)
E-mail: azizasadikovna@mail.ru

Annotation: this article is based on the role and the importance of learning and using languages in different places and spheres. The above articles state some issues while learning a language and provides reasonable solutions on the given problems. In this article, we'll explore strategies for learning multiple languages effectively and the numerous advantages that come with this endeavor. And you can start learning languages today.

Key words: Multilanguage strategies cognitive skills practice bilinguals cognitive spheres bilingual.

Аннотация: эта статья основана на роли и важности изучения и использования языков в разных местах и сферах. В приведенных выше статьях излагаются некоторые проблемы при изучении языка и предлагаются разумные решения для данных проблем. В этой статье мы рассмотрим стратегии эффективного изучения нескольких языков и многочисленные преимущества, которые дает это начинание. И вы можете начать изучать языки уже сегодня.

Ключевые слова: многоязычные стратегии когнитивные навыки практика двуязычные когнитивные сферы двуязычный.

Annotatsiya: Ushbu maqola turli yo'nalishlarda va sohalarda tillarni o'rganish va ulardan foydalanishning o'rni va ahamiyatiga asoslanadi. Yuqoridagi maqolalarda til o'rganish jarayonida ba'zi muammolar bayon etilgan va berilgan muammolarning oqilona yechimlari keltirilgan. Ushbu maqolada biz bir nechta tillarni samarali o'rganish strategiyalarini va bu ish bilan birga keladigan ko'plab afzalliklarni ko'rib chiqamiz. Siz bugundan tillarni o'rganishni boshlashingiz mumkin.

Kalit so'zlar: Ko'p tilli strategiyalar kognitiv ko'nikmalar amaliyoti ikki tilli kognitiv sohalar ikki tilli

ISSN 3030-3907



To learn a language is to have one more window from which to look at the world. (Chinese proverb)

INTRODUCTION

Language is the key to connect the world, through mastering multiple languages we can transform our perspective, boost our cognitive skills and prepare for global opportunities. Learning a language can asset many aspects of life, we can provide many reasons of it for instance, a language can help you to build your career or helpful for personal growth. This article will speak about the importance and reasons of Multilanguage and how to learn more than one language at the same time.

Let's begin with the importance and the role of a language in personal growth and career. Studies have discovered that people who are learning a language have better memory, especially who use Multilanguage have better issue-solving abilities rather then monolinguists. This cognitive prelude is renowned as the "bilingual advantage" and it can even slow the commencement of age-related cognitive decay. An examination by New York revealed that bilinguals are more likely to sustain intellectual aptitude in old age than monolinguals. The next thing to consider is brain development, bilinguals keep enlarged neural plasticity and cognitive reserve. For example, analysis by the University of Edinburgh learnt that bilinguals have a more considerable gray matter density in the left inferior parietal cortex, which is linked with language digesting and emphasis. Furthermore, language learning can alter the construction and invariability of the brain. Especially for young learners this early exposure to language significantly

ISSN 3030-3907

improves their intellectual capabilities. Language skills build resilience and emotional intelligence, shaping individuals into well-rounded personalities. While learning a new language, you gain access to a new culture, history and way of thinking. This understanding fosters empathy and tolerance, helping students connect with people from diverse backgrounds. In an Indian international school, for example, students often experience a blend of Indian values and global education, broadening their worldview.

Multilingual learners develop a sense of global citizenship, which is essential in today's interconnected world. Cultural awareness makes individuals more adaptable and better equipped to navigate diverse social and professional environments. A 2007 study by the American Council on the Teaching of Foreign Languages found that children who learned a foreign language performed better in math than those who did not study a foreign language at all, even though they had more hours of math in their school curriculum. Not surprisingly, learning the basics of another language helps develop logical thinking. Learning a foreign language improves your ability to remember new information, which reduces the time it takes to study. In addition, people who speak multiple languages tend to multitask better.

The most important factor in ensuring success in learning any foreign language is ability and desire. You cannot be afraid of the issue of ability, because everyone has it. In 2006, American scientist Richard Sparks proved with his research that the idea that some kind of universal innate talent is needed to learn a language is unfounded. Now, as for desire. The wise saying "Desire is a thousand opportunities, and unwillingness is a thousand excuses" is very apt. Determine one thing: do you want to learn a language or not? If your desire is serious, the following tips will definitely help you:

Use dictionaries. Many linguists believe that learning a language with the help of dictionaries gives a great incentive to memorize individual words and phrases, as well as sentence structure. A person who learns a language through ready-made sentences in the first person does not simply repeat the sentences, but feels himself in certain situations. For example, while learning the phrases needed for shopping in a store, a person feels as if he is buying and selling. A study was conducted in a school specializing in in-depth teaching of English in Russia. Students remembered the part of the text in the first person by ninety-eight percent. This shows that learning a language with the help of dictionaries is very effective.

Materials and methods

Work according to the rule. Experts have found a very effective way to master new words. You memorize 30 words a day, 5 of which should be verbs.

ISSN 3030-3907

Every day, you sort the words from the dictionary alphabetically. For example, if today the first thirty words of the letter “A” are chosen, tomorrow the thirty words of the letter “B” are chosen. After going through the alphabet completely, the next thirty words of the letter “A” are memorized. This habit gradually forms into a system, and your memorization becomes easier and easier. For this method to be beneficial, memorize words every day, there should be no days off at all! Learn poems and songs. One of the most enjoyable and effective methods is to learn foreign poems and songs along with their translations. There are many people who have learned English in three months using this method. Linguists say that this method is especially effective when the learner translates the poems and songs himself.

Understand the content. Psychologists who study foreign language acquisition have drawn attention to one mistake that many people make: learners often try to fully understand what the speaker is saying or a conversation on a tape recorder. In fact, you should strive to understand the general meaning, not to catch every sound. Try to study the intonation of the language, the frequent repetition of words, and the structure of sentences. Do not focus on small details. Feel the situation. From the very first days of learning the language, try to describe the objects, events, and situations around you. For example, a student and a teacher can “organize” a conversation in the kitchen. Of course, it is not necessary to go to a meal for this. In the classroom itself, they behave as if they are eating. During the conversation, the names of kitchen utensils, food, and ingredients are mentioned. They can ask each other to pass something on.

Make a reasonable plan: Not only in learning a language, but also in any activity, the first and the most important thing to considers is to make a clear plan for this work and to engage in it consistently. For example, in learning a language, practicing continuously for 40 to 80 minutes every day means practicing from 1200 to 2400 minutes in 1 month. Practice done little by little every day will definitely give its results in months and years.

Results

Cognitive Benefits

Research shows that bilingual and multilingual individuals often have enhanced cognitive abilities compared to monolinguals. Learning multiple languages improves brain functions such as memory, problem-solving, and multitasking. It increases cognitive flexibility, allowing individuals to switch between tasks more easily and adapt to new situations with greater efficiency. Moreover, studies suggest that multilingualism can delay the onset of age-related cognitive decline and dementia.

ISSN 3030-3907

Academic Advantages

Students who learn multiple languages tend to perform better academically. They develop stronger reading, writing, and communication skills, which transfer across languages and subjects. Language learning also enhances understanding of grammar and vocabulary, leading to improved literacy. Multilingual learners often show greater creativity and critical thinking skills, which contribute to academic success.

Social and Cultural Awareness

Being able to speak multiple languages fosters better social interaction and cultural understanding. It enables individuals to communicate with a wider range of people, building empathy and breaking down cultural barriers. Multilingualism encourages openness and respect for diversity, qualities essential for peaceful coexistence in multicultural societies. It also enhances travel experiences and allows deeper engagement with other cultures.

Professional and Economic Opportunities

In the global job market, multilingualism is a significant asset. Employers value employees who can communicate with international clients and partners. Multilingual individuals often have better job prospects, higher salaries, and more opportunities for career advancement. Sectors such as tourism, diplomacy, international business, and education particularly benefit from employees who speak multiple languages.

Personal Growth and Confidence

Learning new languages challenges the mind and broadens horizons, leading to personal growth. It increases self-confidence and motivates lifelong learning. The experience of mastering a foreign language fosters patience, discipline, and perseverance.

Conclusion

The significance of learning multiple languages extends far beyond the simple ability to communicate with speakers of other tongues. In today's globalized society, multilingualism has become an indispensable skill that enriches individuals cognitively, socially, academically, and economically. As the world becomes increasingly interconnected through technology, trade, and migration, the advantages of being proficient in multiple languages multiply, making language learning not just a personal enrichment but a societal necessity.

Cognitive Enhancement and Lifelong Brain Health

One of the most well-documented benefits of multilingualism lies in its profound impact on cognitive function. Learning and using multiple languages require the brain to engage in complex processes such as memory retention,

ISSN 3030-3907

attention control, and task-switching. This cognitive exercise strengthens neural networks, enhancing mental agility and flexibility. Studies indicate that multilingual individuals excel in problem-solving, multitasking, and creative thinking compared to their monolingual peers.

Moreover, lifelong use of multiple languages has been linked to delayed cognitive decline and a lower risk of dementia and Alzheimer's disease. The continuous mental challenge of managing different language systems appears to create cognitive reserve—a kind of mental resilience that protects the brain from age-related degeneration. Thus, multilingualism not only benefits young learners but also promotes brain health across the lifespan, underscoring its importance as a preventive strategy in aging populations.

Academic and Educational Benefits

The academic advantages of multilingualism are equally significant. Language learners often develop superior literacy skills, including a deeper understanding of grammar, syntax, and vocabulary, which enhances their proficiency not only in the languages they study but also in their native tongue. This linguistic awareness supports better reading comprehension and writing abilities.

Furthermore, multilingual students tend to demonstrate improved academic performance overall. They are often more adept at critical thinking, problem-solving, and cognitive flexibility, all of which contribute to success across disciplines. Their exposure to different linguistic and cultural frameworks encourages open-mindedness and a global perspective, qualities that are increasingly valued in educational settings that emphasize international awareness and cross-cultural competence.

Social and Cultural Advantages

Language is the gateway to culture, and learning multiple languages fosters greater social awareness and intercultural understanding. Multilingual individuals can navigate diverse cultural contexts with empathy and respect, which is crucial in today's multicultural societies. The ability to communicate in multiple languages breaks down barriers, promotes inclusivity, and helps build meaningful relationships across cultural divides.

This cultural sensitivity is particularly valuable in conflict resolution, diplomacy, and community building. In multicultural classrooms and workplaces, multilingualism can enhance collaboration and reduce misunderstandings, contributing to more harmonious social environments. Additionally, multilingual individuals often report a richer experience of travel and cultural engagement, gaining insights and perspectives that monolingual individuals might miss.

ISSN 3030-3907

Economic and Professional Impact

The economic benefits of multilingualism are profound and increasingly recognized in the global marketplace. As businesses expand internationally, the demand for employees who can communicate effectively with clients, partners, and colleagues worldwide grows. Multilingual workers open doors to new markets, facilitate smoother negotiations, and enhance customer relations.

Moreover, multilingualism often correlates with higher salaries and better job opportunities. It equips individuals with a competitive edge in fields such as international business, diplomacy, tourism, education, and technology. In an economy where global connectivity is paramount, multilingual skills translate directly into employability and career advancement.

Personal Growth and Empowerment

Beyond practical advantages, learning multiple languages contributes to personal development. The process challenges learners to step outside their comfort zones, fostering resilience, patience, and perseverance. Mastery of additional languages enhances self-confidence and nurtures a lifelong passion for learning.

Multilingualism also expands one's worldview. It encourages curiosity about different cultures, histories, and ways of thinking. This broadened perspective cultivates empathy and a deeper appreciation for diversity, which are essential qualities in an increasingly interconnected and interdependent world.

Challenges and Recommendations

Despite the numerous benefits, acquiring and maintaining multiple languages can present challenges. Language learning requires time, motivation, and access to quality resources. Educational institutions and governments should prioritize multilingual education by integrating language programs early and providing ongoing support for learners of all ages.

Creating environments that encourage active language use, such as bilingual classrooms and cultural exchange programs, can enhance proficiency and retention. Moreover, raising public awareness about the advantages of multilingualism can motivate more individuals to embark on language learning journeys.

Final Thoughts

In conclusion, the importance of learning multiple languages cannot be overstated. It is a powerful tool that fosters cognitive growth, academic achievement, social harmony, and economic opportunity. Multilingualism enriches the individual experience and strengthens societal cohesion, making it an invaluable asset in the 21st century.

As globalization continues to reshape our world, the ability to communicate across languages and cultures will become ever more critical. Investing in

ISSN 3030-3907

multilingual education and encouraging language learning at all stages of life is an investment in a more inclusive, innovative, and prosperous future. By embracing multilingualism, individuals and societies alike stand to gain in immeasurable ways, from improved mental health and academic success to enhanced cultural understanding and economic competitiveness.

REFERENCES:

1. "Bilingualism: A neural perspective" by Ellen Bialystok et al. www.linkedin.com
2. Adesope, O. O., Lavin, T., Thompson, T., & Ungerleider, C. (2010). *A systematic review and meta-analysis of the cognitive correlates of bilingualism*. Review of Educational Research, 80(2), 207–245. https://doi.org/10.3102/0034654310368803
3. Alladi, S., Bak, T. H., Duggirala, V., Surampudi, B., Shailaja, M., Shukla, A. K., ... & Kaul, S. (2013). Bilingualism delays age at onset of dementia, independent of education and immigration status. *Neurology*, 81(22), 1938-1944. https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000436620.33155.a6
4. Bialystok, E., Craik, F. I., & Luk, G. (2012). Bilingualism: consequences for mind and brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(4), 240-250. https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.03.001
5. Callan, V. J. (2000). *Languages and earnings in the Australian labor market*. Research Report. National Languages and Literacy Institute of Australia.
6. Chen, G. M., & Starosta, W. J. (1998). A review of the concept of intercultural sensitivity. *Human Communication*, 1(1), 1-16.
7. Cummins, J. (2000). *Language, power and pedagogy: Bilingual children in the crossfire*. Multilingual Matters.
8. Dörnyei, Z. (2005). *The psychology of the language learner: Individual differences in second language acquisition*. Lawrence Erlbaum Associates.
9. García, O. (2009). *Bilingual education in the 21st century: A global perspective*. Wiley-Blackwell.
10. Grin, F. (2005). *Languages in the global economy*. Routledge.

ISSN 3030-3907

MAIN PROBLEMS ARISING IN ENSURING THE EFFECTIVE MOVEMENT OF SPECIAL VEHICLES AND THEIR INNOVATIVE SOLUTIONS

Zingirov Saydolim Zhuraevich

Andijann State Technical Institute, Associate Professor of the Department of Transport Logistics

Abstract. This article presents an analysis of current problems arising in the organization of efficient movement of special vehicles. Disproportionate urban infrastructure, traffic congestion and traffic complexity on central roads, shortcomings in the system of prioritizing special traffic, as well as existing shortcomings and problems in the use of old types of management and communication facilities will be studied. At the same time, the article shows ways to solve these problems through innovative technologies - smart transport systems, GPS monitoring, artificial intelligence, and autonomous vehicles. The importance of introducing modern technologies and control methods to increase the efficiency of special vehicles is emphasized.

Keywords: special vehicles, infrastructure, traffic light, intelligent systems, traffic safety, road culture**.**

Annotatsiya. Ushbu maqolada maxsus transport vositalarining samarali harakatlanishini tashkil etishda yuzaga keladigan dolzarb muammolar tahlili keltirilgan. Nomutanosib shahar infratuzilmasi, Markaziy yo'llarda tirbandlik va transportning murakkabligi, maxsus transport vositalariga ustuvor ahamiyat berish tizimidagi kamchiliklar, shuningdek, eski turdagi boshqaruv va aloqa vositalaridan foydalanishdagi mavjud kamchiliklar va muammolar o'rganiladi. Shu bilan birga, maqolada ushbu muammolarni innovatsion texnologiyalar - aqlli transport tizimlari, GPS monitoringi, sun'iy intellekt va avtonom transport vositalari orqali hal qilish yo'llari ko'rsatilgan. Maxsus transport vositalarining samaradorligini oshirish uchun zamonaviy texnologiyalar va boshqarish usullarini joriy etish muhimligi ta'kidlangan.

Kalit so'zlar: maxsus transport vositalari, infratuzilma, svetofor, aqlli tizimlar, yo'l harakati xavfsizligi, yo'l madaniyati.

Аннотация. В данной статье представлен анализ актуальных проблем, возникающих при организации эффективного движения спецтранспорта. Будут изучены непропорциональная городская инфраструктура, транспортные заторы и сложность движения на центральных дорогах, недостатки в системе приоритизации специальных перевозок, а также существующие недостатки и проблемы в использовании старых типов средств управления и связи. В то же время в статье показаны пути решения

ISSN 3030-3907

этих проблем с помощью инновационных технологий - интеллектуальных транспортных систем, GPS-мониторинга, искусственного интеллекта и автономных транспортных средств. Подчеркивается важность внедрения современных технологий и методов управления для повышения эффективности специальных транспортных средств.

Ключевые слова: специальные транспортные средства, инфраструктура, светофор, интеллектуальные системы, безопасность дорожного движения, культура дорожного движения.

Introduction

In the context of the rapid development of modern urban infrastructure and the rapid increase in the number of vehicles, the effective organization of the movement of special vehicles is one of the pressing issues of today. The promptness of emergency medical services, fire safety, and law enforcement plays an important role not only in preserving human life and health, but also in ensuring an atmosphere of security and trust in society [1].

Nevertheless, at present, there are a number of problems in ensuring the priority of the movement of special vehicles on central roads. In particular, such factors as traffic jams, the disproportion of road infrastructure to the number of cars in urban conditions, the obsolescence of transport management systems and the improper functioning of priority signs, and the culture of the population and drivers limit their speed [2].

Methodology. Special vehicles are types of transport that are specially equipped for performing certain tasks and are at the disposal of state services and certain organizations. They are distinguished by their importance in ensuring public safety, providing medical assistance, extinguishing fires, maintaining law and order, utilities, and other emergencies [3-5].

The city of Andijann has been rapidly developing in recent years as one of the important administrative, industrial, and transit centers of Uzbekistan. Population growth, increased road transport, and infrastructure changes are putting significant pressure on the city's internal transport system. In particular, there are a number of problems in ensuring the effective movement of special vehicles, such as ambulances, fire safety, and police [6].

In the city of Andijan, there is no single digital system for coordinating the movement of special vehicles. Emergency medical services, the Ministry of Emergency Situations, and other services independently determine their routes, but their real-time coordination with traffic authorities is insufficient. This, if necessary, limits speed and maneuverability. If we dwell on the existing problems in ensuring the effective movement of special vehicles in the city of Andijan:

ISSN 3030-3907

There is no single digital system for coordinating the movement of special vehicles in the city of Andijan. Emergency medical services, the Ministry of Emergency Situations, and other services independently determine their routes, but their real-time coordination with traffic authorities is insufficient. This limits speed and maneuverability when necessary [7].

In addition, the current rules establishing a special priority for the preschool education system (for example, the automatic "green wave" at the traffic light) are practically not applied or are rarely applied [8].

Problems with the road infrastructure of the city of Andijan. The main streets in the center of the city of Andijan are currently narrowed on both sides and are not sufficiently convenient for traffic flow. Many roads do not have dedicated lanes for special vehicles.

In some intersections, traffic lights still operate on outdated equipment, most of which do not have real-time control or automatic adjustment. Especially during wedding ceremonies, public events, or in areas adjacent to markets, traffic congestion will increase.

Driver behavior and traffic jams. The culture of giving way to special vehicles among road users in Andijan is insufficiently formed. Many drivers do not follow the rules of yielding or do not take into account the approach of an emergency vehicle. This is especially noticeable during periods of high traffic congestion, at night, and in areas with poorly lit streets.

In addition, incorrect parking , especially near markets, significantly slows down MTV movement.

Technological shortage. Transport monitoring systems based on IoT and GPS have not yet been widely implemented in Andijan. There is no integrated information system for determining the location of ambulances or fire services vehicles within the city in real time. This prevents other services and drivers from anticipating their approach.

Also, until now, the traffic light system and traffic management have not been integrated with AI technologies. This significantly reduces the ability to manage traffic flow in real time.

Table 1

Country comparison chart for adverse effects of special vehicle delays

State	Average delay time	Number of deaths	Severe complications (in percent)	Comment on the negative consequences of delay

ISSN 3030-3907

USA	8-12 minutes	More than 2,100 deaths per year	13.2% traffic accidents	For every 1 minute of delayed action, the patient's chances of survival are reduced, with more than 2,100 deaths recorded annually (CDC, 2023).
Russia	15-20 minutes	More than 4,500 emergency deaths	18% emergency situations	The response time in the regions in most cases is 15-20 minutes, which increases mortality and severe complications (Rosstat, 2023).
Turkey	10-14 minutes	More than 1,300 deaths per year	11% due to ambulance delays	The percentage of deaths and complications due to ambulance delays is high, especially in rural areas (Ministry of Health of Turkey, 2023).
Germany	7-10 minutes	800-1,000 average annual deaths	Complications due to 9% delay	Europe has a developed medical system, but delays are associated with mortality and complications (Robert Koch Institute, 2023).

To reduce the negative consequences of the above-mentioned problems, world experience, in particular, the experience of developed countries, the USA, Singapore, Germany, Turkey, and Russia, shows that modern technologies, clear legal mechanisms, automated control systems, and the legal culture of the population are of decisive importance in ensuring the effective movement of special vehicles. For example, in Singapore, emergency services have the ability to control the movement of each special vehicle through a "smart traffic management system" and a "real-time coordination center." In Germany, traffic delays are minimized using methods such as "Notfallspur" (emergency lane). As a result of

ISSN 3030-3907

these approaches, the average arrival time of special vehicles in these countries is about 6-8 minutes, which corresponds to the standards established by the World Health Organization.

In conclusion, it can be said that ensuring the effective movement of special vehicles in the city of Andijan is a pressing and vital problem. This problem is closely related not only to infrastructural shortcomings in the urban transport system, but also to management, cultural, and technological deficiencies. It has been observed and proven in numerous experiments that delays in the movement of special vehicles can be fatal to human life in such conditions as cardiac arrest, bleeding, stroke, and trauma. According to the World Health Organization (WHO), a 1-minute delay in emergency situations reduces the patient's chances of survival by 7-11%. This fact requires considering the minimization of delays not just as a transportation issue, but as a problem of medical and social security.

As a solution to the above-mentioned urgent problems, we can cite the following recommendations:

1. Implementation of an intelligent transport system will automate the movement, navigation routes, and priorities of special vehicles in real time.

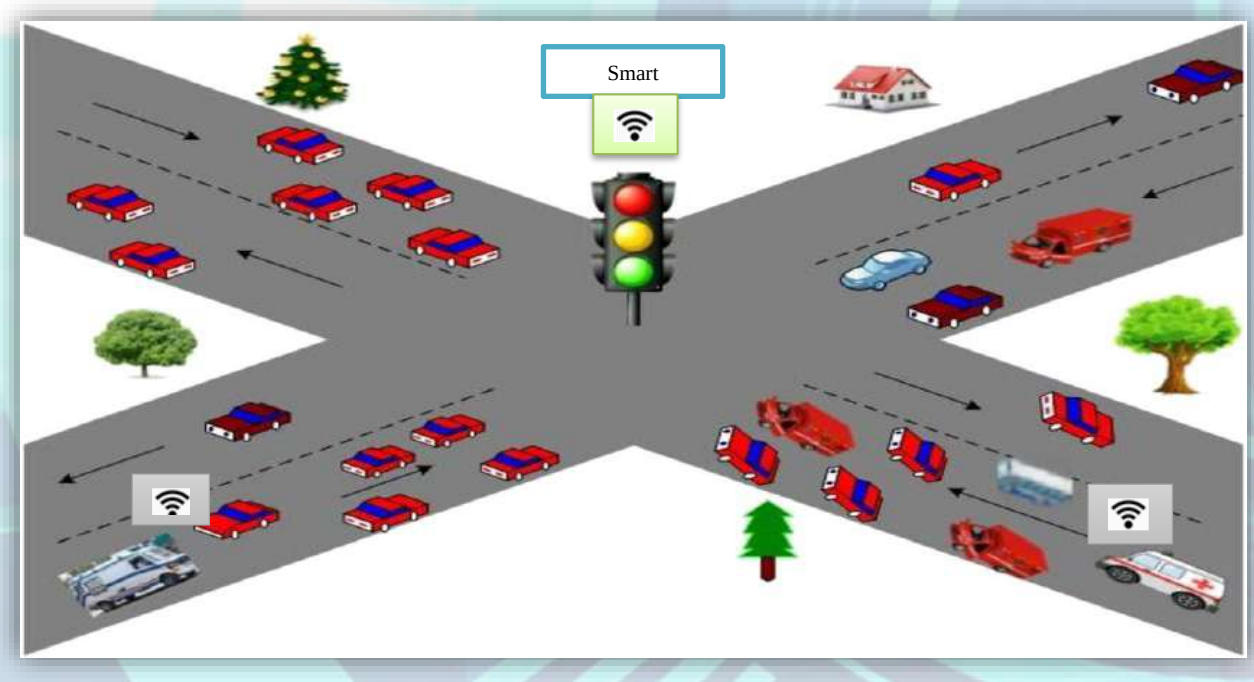


Figure 1. Intelligent transport systems in Central city of Andijan.

2. **Raising awareness and culture of the population,** the use of innovative technologies in the process of traffic flow management does not give the expected result. It is necessary to raise the culture of the movement's participants, conduct public awareness campaigns in this regard, and regularly organize special training

ISSN 3030-3907

sessions in educational institutions and classes included in driver training programs.

3. **Technical modernization of special vehicles**, i.e., centralization of their control and coordination by equipping them with GPS, automatic warning systems, and communication modules.

In addition, taking into account the specific urban planning features of the city of Andijan (narrow streets, historical centers, proximity of the traffic zone to the center), it is advisable to develop mobile duty stations **adapted to local conditions, alternative routes** and a system of temporary restrictions.

Conclusion. Thus, the combination of a scientifically based approach, technological integration, and legal and moral measures ensures the effective movement of special vehicles in the city of Andijan. This not only improves the quality of service but, most importantly, plays an invaluable role in preserving human life, health, and safety.

LIST OF USED LITERATURE.

1. Mirzaev, O. (2020). *Traffic control systems for special vehicles.* Tashkent: National University of Uzbekistan Publishing House.
2. Islamov, D., & Rustamov, S. (2019). "Ways to Increase the Efficiency of Special Equipment in Urban Conditions." *Transport Problems*, 3 (2), 45-52.
3. Karimova, N. (2021). *Intelligent transport systems and their application in special vehicles.* Tashkent: Publishing House of Technology and Technology.
4. Sultanov, A. (2018). "Optimization of the movement of special vehicles in ensuring fire safety." *Fire Safety Log*.
5. Smith, J., & Johnson, R. (2019). "Challenges and Innovations in Special Vehicle Fleet Management." *International Journal of Transportation Science and Technology*, 8 (4), 305-317. https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2019.05.003
6. Brown, L., & Green, P. (2020). Innovative technologies for emergency vehicle mobility. New York: Springer.
7. Chen, H., & Lee, K. (2018). "Optimizing Route Planning for Emergency Response Vehicles Using AI." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 95, 567-580.
8. Garcia, M., & Alvarez, J. (2021). "Smart Traffic Management Systems for Special Vehicles: A Review." IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 22 (7), 4238-4249. https://doi.org/10.1109/TITS.2020.3049812
9. Miller, T., & Nguyen, V. (2017). "Innovative Solutions for Reducing Delay in Emergency Vehicle Dispatch." Journal of Advanced Transportation, 51 (6), 1465-1479.

ISSN 3030-3907

ХРОМ ТУЗИ ИШТИРОКИДА СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗА АСОСЛИ ГИДРОГЕЛЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ

Б. Мухиддинов
Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети, Ўзбекистон,
E-mail: info@nsumt.uz
А. Джалилов
Тошкент кимё технология илмий-тадқиқот институти, Ўзбекистон,
Ш. Ширинов
Тошкент кимё технология илмий-тадқиқот институти, Ўзбекистон,
О. Исроилов
Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети, Ўзбекистон,
E-mail: ooo_tniixt@mail.ru

Аннотация. Ушбу ишда хром (ИИИ) хлорид ($CrCl_3$) kross-линкловчи agent сифатида ишлатилган ҳолда, карбоксиметилселлюлоза (КМЦ) асосида янги гидрогелларнинг синтези ва тадқиқи амалга оширилган. Турли консентрациядаги хром тузи ва КМЦ иштирокида гидрогелларнинг синтез жараёни оптималлаштирилиб, уларнинг тузилиши ва хоссалари ўрганилган. Синтез қилинган гел структуралари Фурие инфрақизил (ФТ-ИР) спектроскопияси усули ёрдамида тасдиқланган. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, kross-линкловчи agent миқдори ва полимер консентрацияси гидрогелларнинг шишиш хусусиятларига, механик мустаҳкамлигига ва морфологиясига сезиларли таъсир кўрсатади. Гелларнинг сувли муҳитда шишиш қобилияти ва барқарорлиги ўрганилиб, уларнинг пҳ-га сезгирлиги аниқланди. Хусусан, гелнинг шишиш даражаси атроф-муҳитнинг пҳ даражасига боғлиқ еканлиги ва гелнинг нейтрал ва асосли муҳитларда енг юқори сув ушлаш қобилиятига ега еканлиги кўрсатилган. Олинган натижалар, хром тузи иштирокида синтез қилинган КМЦ асосли гидрогелларнинг юқори сув ушлаш қобилияти, яхши механик барқарорлиги ва пҳ-га сезгирлиги туфайли қишлоқ хўжалигида (сувни сақлаш учун), биомедицинада (дори етказиб бериш тизимлари) ва атроф-муҳни муҳофаза қилишда оғир металларни сорбсиялашда самарали қўлланилиши мумкинлигини кўрсатади.

Калит сўзлар: Карбоксиметилселлюлоза (КМЦ), Гидрогел, Хром (ИИИ) хлорид, Kross-линклаш, Синтез, Шишиш хусусияти, пҳ-га сезгирлик, ФТ-ИР спектроскопияси, Biomedical апликациялар, Сорбция

Аннотация. Эта работа включала синтез и изучение новых гидрогелей на основе карбоксиметилцеллюлозы (KMS) с использованием хлорида хрома

ISSN 3030-3907

(III) в качестве сшивающего агента. В присутствии соли хрома и KMS различных концентраций оптимизируется процесс синтеза гидрогелей, а также изучаются их структура и свойства. Структура синтезированного геля была подтверждена с помощью метода инфракрасной спектроскопии Furie (ft-ir). Исследования показали, что количество сшивающего агента и концентрация полимера оказывают существенное влияние на свойства набухания, механическую прочность и морфологию гидрогелей. Была изучена способность и стабильность гелей к набуханию в водных средах и установлена их чувствительность к pH. В частности, было показано, что степень набухания геля зависит от pH окружающей среды, и гель обладает самой высокой влагоудерживающей способностью в нейтральной и основной средах. Полученные результаты показывают, что гидрогели на основе kms, синтезированные в присутствии соли хрома, благодаря их высокой влагоудерживающей способности, хорошей механической стабильности и чувствительности к PH, могут эффективно использоваться в сельском хозяйстве (для хранения воды), биомедицине (системы доставки лекарственных препаратов) и для сорбции тяжелых металлов в целях защиты окружающей среды..

Ключевые слова: карбоксиметилцеллюлоза (КМС), гидрогель, хлорид хрома (III), сшивка, синтез, способность к набуханию, чувствительность к PH, ИК-спектроскопия, биомедицинское применение, сорбция.

Annotation. This work included the synthesis and study of new hydrogels based on carboxymethylcellulose (KMS) using chromium (III) chloride as a crosslinking agent. In the presence of chromium salt and KMS of various concentrations, the synthesis of hydrogels is optimized, and their structure and properties are studied. The structure of the synthesized gel was confirmed using the Furie infrared spectroscopy (ft-ir) method. Studies have shown that the amount of crosslinking agent and polymer concentration have a significant effect on the swelling properties, mechanical strength, and morphology of hydrogels. The ability and stability of gels to swell in aqueous media was studied and their sensitivity to pH was established. In particular, it was shown that the degree of swelling of the gel depends on the pH of the environment, and the gel has the highest moisture retention capacity in neutral and basic environments. The results show that kms-based hydrogels synthesized in the presence of chromium salt, due to their high moisture retention capacity, good mechanical stability and PH sensitivity, can be effectively used in agriculture (for water storage), biomedicine (drug delivery systems) and for the sorption of heavy metals in order to protect the environment..

ISSN 3030-3907

Keywords: carboxymethylcellulose (KMS), hydrogel, chromium (III) chloride, cross-linking, synthesis, swelling property, PH sensitivity, ft-ir spectroscopy, Biomedical appliques, sorption

Кириш

Сув ресурслари табиий равишда тикланишидан анча тез қисқариб бормоқда ва сув танқислигининг ҳар қандай кўриниши барча соҳаларга жиддий таъсир кўрсатади. Шу сабабли, мавжуд сув ресурсларидан самарали фойдаланиш учун янги, оддий ва инновацион усулларга бўлган эҳтиёж ортиб бормоқда. Ушбу муаммонинг энг истиқболли ечимларидан бири гидрогеллардан фойдаланиш ҳисобланади. [1]

Гидрогеллар ноқулай иқлим шароитида ҳам ўсимликларнинг юқори ўсиши ва ҳосилдорлиги учун сувни ва минерал ўғитларни тежаш воситаси бўлиб хизмат қилади. Улар асосан полимер бирикмалардан иборат бўлиб, улар қуруқ оғирлигига қараганда, бир неча юз баравар кўпроқ сувни ўзлаштира олади ва функционал гуруҳлар мавжудлиги сабабли "кичик сув омбори" вазифасини бажаради. Улар табиий полисахаридлар ва кимёвий бирикмалар томонидан осонлик билан синтезланади ва қишлоқ хўжалигида тупроқ ўғитлари самарадорлигини ошириш ва сув таъсири остида ўсимликларни етиштириш учун кенг қўлланилади. [2-5]

Гидрогелларни ўғитлар билан бирлаштириш, мавжуд ўғитларнинг камчиликларини бартараф этиш, уларнинг йўқотилишини камайтириш, озуқавий моддаларнинг барқарор етказиб берилиши ва суғориш тезлигини камайтириш орқали энг истиқболли материаллардан бирига айланди. Бугунги кунда экологик жиҳатдан барқарор материалларга бўлган талаб ортиб бораётгани био-асосли маҳсулотларни ишлаб чиқишда муҳим масала ҳисобланади. Қишлоқ хўжалигидаги асосий муаммолар тупроқ ғоваклигини ошириш, суғоришда сувни ортиқча ишлатиш ва тупроқнинг ўғитларни ушлаб туриш қобилиятининг етарли эмаслигини ўз ичига олади. Бу полимер гидрогеллар қишлоқ хўжалигида қўшалоқ мақсадда ишлатилади: тупроқнинг физик хусусиятларини яхшилаш ва суғориш тезтезлигини камайтириш, бу эса ўсимлик ҳосилдорлигининг ошишига ҳисса қўшади, чунки гидрогеллар озуқа моддаларини секин доимий чиқариш хусусиятига эга. [4-9]

Тадқиқотнинг мақсади. Тадқиқотнинг мақсади — табиий полимер ва акриламид асосида (КМЦ/АК/АА/Cr^{3+}) юқори бўкувчан гидрогел ишлаб чиқиш, унинг сувни ушлаш қобилиятини ошириш ҳамда тузилиши ва физик-кимёвий хусусиятларини ўрганишдан иборат.

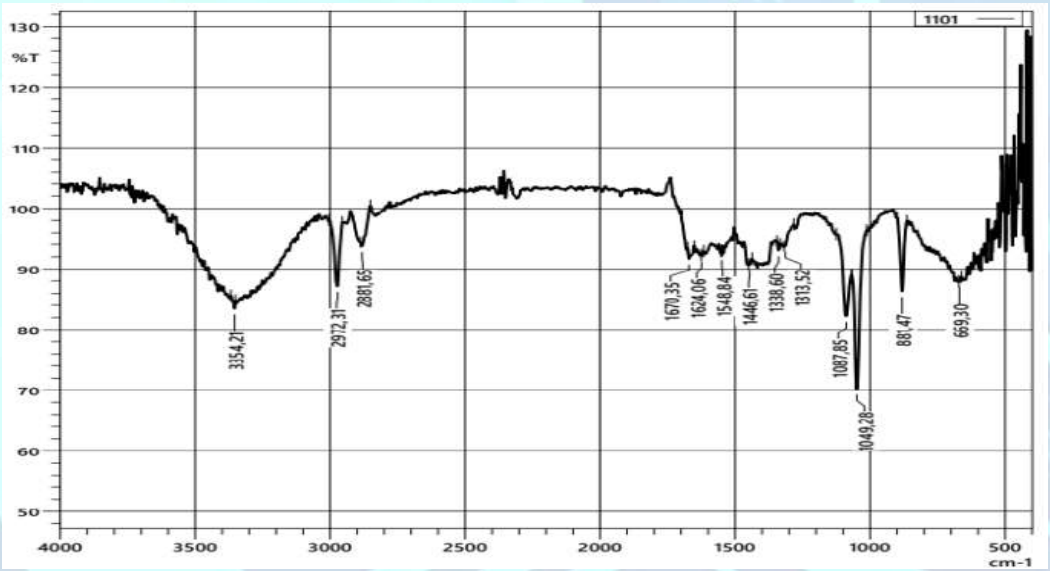
ISSN 3030-3907

Тадқиқот объекти ва усуллари. Тадқиқотнинг объекти сифатида карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), акрил кислота (АК), акриламид (АА) ва хром (III) нитратлар танлаб олинган.

200 мл ли шиша колбага 8,6 г (8,2 мл) акрил кислота солиниб, 0 °C ҳароратда 2,8 г NaOH (20% ли эритмадан 14 мл) қўшилиши орқали акрил кислота 60% гача нейтралланди. Совуқ реакцион аралашмага 8,1 г акриламид ва 6 г карбамиднинг 30 мл дистилланган сувдаги эритмаси қўшилди. Кейин 0,00125 г хром(III)-нитрат тузи (0,25% ли эритмадан 2 мл) 15 дақиқа мобайнида томчилатиб аралаштирилди. Шундан сўнг колбага 0,5 г карбоксиметилцеллюлозанинг 40 мл сувда тайёрланган гели, 1,64 г бентонит (7%) ва 0,66 г $NaHCO_3$ (3%) қўшилиб, 20 дақиқа аралаштирилди. Барча босқич механик аралаштириб турилган ҳолда олиб борилди. Сўнг 0,66 г аммоний персульфат (3%) қўшилиб, реакция ҳарорати 0 °C дан 85 °C гача кўтарилди ва жараён 4 соат давом эттирилди. Тайёр гидрогелни реакцияга киришмаган моддалардан тозалаш ва ғовакли тузилишни сақлаш мақсадида 48 соат давомида, ҳар 6 соатда сув билан ювилди. Кейин намуна 80 °C да 15 соат қуритилиб, доимий масса олинди.

Олинган натижалар ва уларининг таҳлили.

Синтез қилинган гидрогел тузилиши ИК-спектроскопия усули ёрдамида ўрганилди ва олинган натижалар 1-расмда келтирилган.



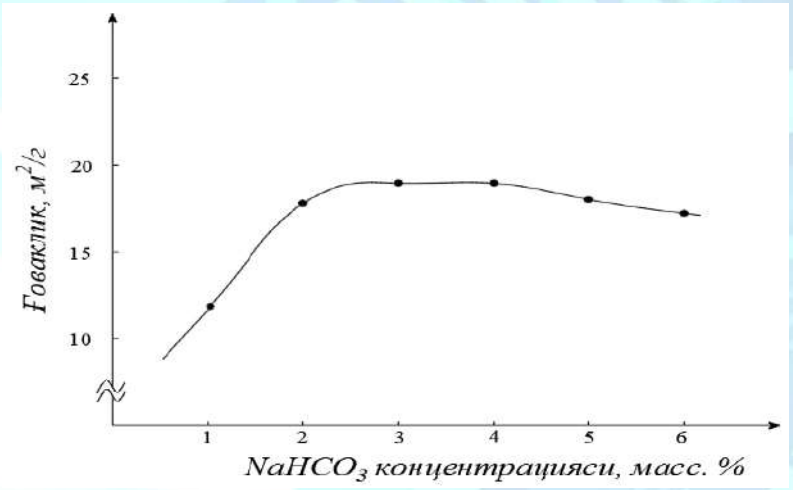
1-расм. КМЦ/АК/АА/Cr^{3+} таркибли гидрогелнинг ИҚ-спектри

Олинган натижалар таҳлили (1-расм)дан кўринадики, 3354 $см^{-1}$ соҳадаги валент ютилиш чизиғи гидрогел таркибидаги –ОН гуруҳларига тегишлидир. 2972–2881 $см^{-1}$даги ютилиш чизиқлари эса –СН гуруҳларининг ассиметрик валент тебранишларига тўғри келиб, унинг деформацион ютилиш чизиғи 669 $см^{-1}$ соҳага мос келади. Гидрогел таркибидаги –С=О карбонил гуруҳига тегишли валент тебранишлар эса 1670–1624.1 $см^{-1}$ соҳада

ISSN 3030-3907

намоён бўлади. Спектрдаги 1088–1049 см-¹ ютилиш соҳаси гидрогел таркибидаги –C– O–C– эфир гуруҳининг деформацион тебранишларига мос келади. Спектрда тегишли функционал гуруҳларнинг ютилиш соҳалари ГПМЦ/АК/АА/Cr^{3+} таркибли гидрогелнинг тузилишини тасдиқлайди.

Карбоксиметилцеллюлоза, акриламид ва хром тузлари иштирокида ҳосил қилинган гидрогел ғоваклигининг натрий гидрокарбонат ($NaHCO_3$) боғлиқлиги ўрганилди ва унинг натижалари 2-расмда келтирилган.

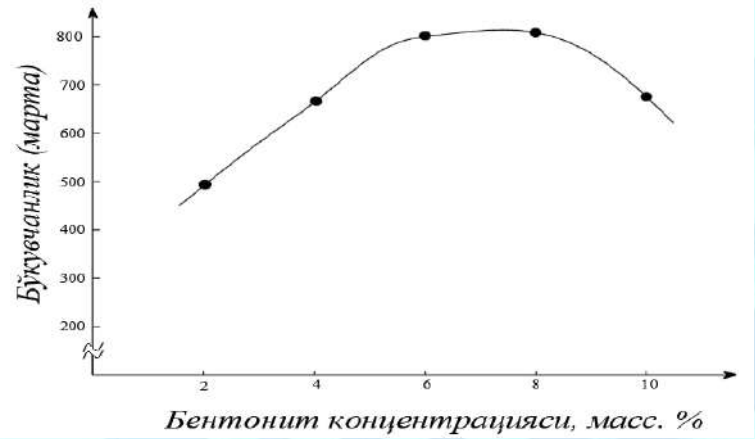


2-расм. Карбоксиметилцеллюлоза асосида синтез қилинган гидрогел ғоваклигига $NaCO_3$ концентрациясининг боғлиқлиги

Олинган натижалар таҳлили (2-расм)дан кўринадики, $NaHCO_3$ концентрацияси 2 % гача ошганда ғоваклик юқори тезликда ортади ва 2,5 % атрофида максимал қиймат яъни 19 м²/г натижани қайд этди. Бу эса $NaHCO_3$ пороген сифатида ишлаб, гидрогел матрицаси ичида газ пуфакчалари ва кенгроқ капилляр тешиклар ҳосил қилиши билан изоҳланади. 3 % дан юқори концентрацияларда эса ғоваклик деярли ўзгаришсиз қийматларни акс этди. Демак, гидрогеллар учун $NaHCO_3$ концентрациясининг оптимал интервали 2-2,5 % бўлиб, шу ораликда гидрогел энг юқори бўкувчанликга эришади.

Синтез қилинган гидрогел бўкувчанлигининг бентонит концентрациясига боғлиқлиги ўрганилди ва унинг натижалари 3-расмда келтирилди.

ISSN 3030-3907

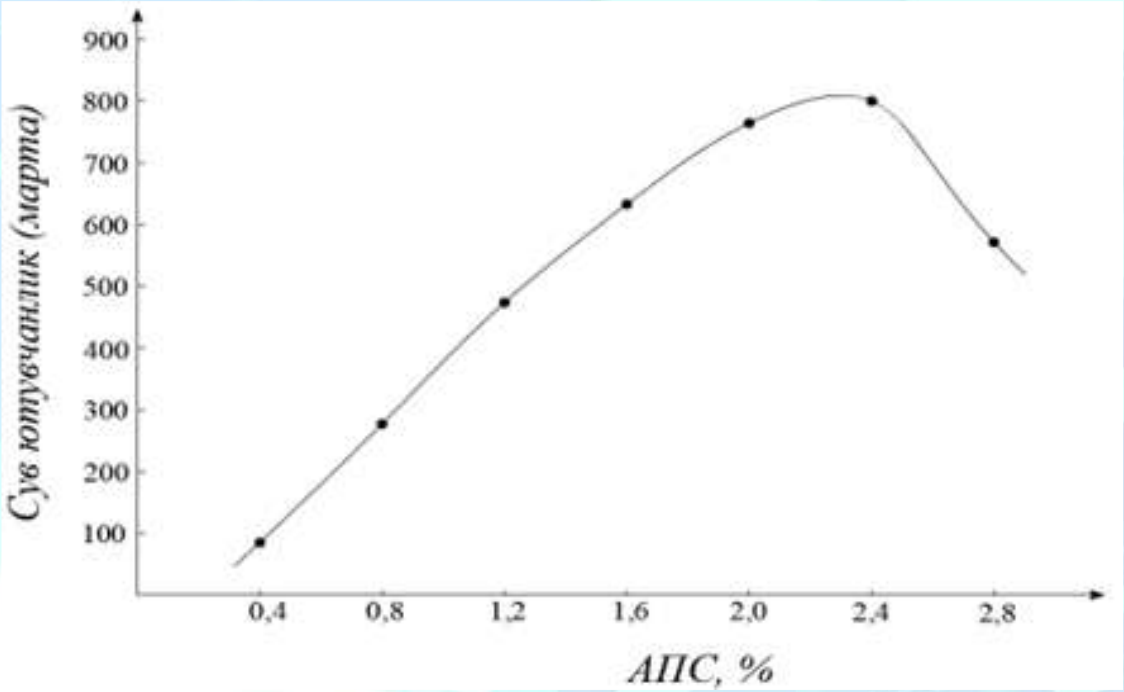


3-расм. Синтез қилинган гидрогел бўкувчанлигига бентонит концентрациясининг боғлиқлиги

Гидрогелнинг сув ютиш қобилиятига бентонит концентрациясининг боғлиқлиги ўрганилди (3-расм). Натижалар таҳлили шуни кўрсатадики, бентонит концентрацияси 2 % дан 5 % гача оширилганда гидрогелнинг бўкиш қобилияти сезиларли ўсиб боради ва 5,5-6 % лар оралиғида энг юқори қийматга 800 г/г га етади. Бу ҳолат бентонит зарраларининг полимер матрицада кенг тарқали, сув молекулаларини кучли адсорбция қилиши ва структура ичида катта миқдорда ушлаб қолиши билан изоҳланади. Бироқ, концентрация 6 % дан юқори бўлганда бўкиш қобилияти пасайиб кетади. Сабаби, ортиқча бентонит зарралари гидрогел тузилишини зичлаштириб, ғоваклик каналларини қисқартиради ва сувнинг эркин кириб-чиқишини чеклайди. Шунингдек, гидрогелларда бентонитнинг оптимал концентрацияси 5,5–6 % атрофида бўлиб, айнан шу концентрацияда максимал бўкиш қобилиятига эришади.

Гидрогелнинг бўкувчанлик даражасига аммоний персульфат концентрациясининг таъсири ҳам ўрганилди.

ISSN 3030-3907



4-расм. Карбоксиметилцеллюлоза асосида синтез қилинган гидрогел бўкувчанлигига аммоний персульфат концентрациясининг боғлиқлиги

Олинган натижалар таҳлил қилинганда, инициаторнинг концентрацияси 5,5 масс.% гача етганда гидрогелнинг бўкувчанлик даражаси максимал қийматга эришди (4-расм). Инициатор концентрация 5,5 масс.% дан ортиши натижасида, гидрогелнинг бўкувчанлик даражаси камайиши кузатилди. Бунга сабаб, макромолекулалар орасидаги боғланишлар сони кўпаяди ва акрил кислота ҳамда акриламидларнинг олигомерлари ва гомополимерлари ҳам ҳосил бўлиши мумкин. Булар гидрогелнинг бўкувчанлик даражасини камайишига олиб келади. Умуман олганда, 5,5 масс. % аммоний персульфат иштирокида бўкувчанлик даражаси юқори бўлган гидрогел синтез қилинди ва унинг бўкувчанлиги 800 г/г га тенглиги аниқланди.

1-жадвал

$NaHCO_3$ ва бентонит концентрациясининг бўкувчанлик ва ғовакликка таъсири

	Концентрация, %	Ғоваклик, $м^2/г$	Бўкувчанлик, марта
$NaHCO_3$	1	12,82	530
	2	17,59	650
	2,5	18,27	800
	3	17,53	790
	4	17,24	780

ISSN 3030-3907

	5	16,32	760
Бентонит	2	16,07	490
	4	17,18	670
	5,5	18,27	800
	6	17,93	790
	8	16,41	770
	10	15,62	680

Бундан ташқари, синтез қилинган гидрогелнинг бўкиш кинетикаси ўрганилди. Олинган натижалар таҳлил қилинганда, 5 дақиқадан сўнг 50 баробар, 50, 400, 600, ва 800 дақиқадан сўнг мос равишда 220; 380; 540; 800 баробар бўкиш даражасини намоён қилди. Демак, вақт давомийлиги ошган сари бўкиш даражаси ҳам ортиб боради.

Берилган жадвалда $NaHCO_3$ ва бентонитнинг турли концентрацияларида синтез қилинган гидрогелларнинг **ғоваклиги** ($м^2/г$) ва **бўкувчанлиги** (г/г) кўрсатилган. Маълумотлардан кўриниб турибдики, ҳар икки модда гидрогел тузилишига пороген ва стабилизатор сифатида таъсир кўрсатиб, уларнинг физик-химиявий хусусиятларини кескин ўзгартиради. Ҳар икки модда учун ҳам оптимал концентрация мавжуд бўлиб, $NaHCO_3$ учун 2,5–3 %, бентонит учун эса 5,5–6 % интервалда гидрогелнинг энг юқори функционал хусусиятлари таъминланади.

Хулоса.

Карбоксиметилцеллюлоза асосида ва акрил кислота, акриламид иштирокида маҳаллий иқлим ва тупроқ шароитларига мослашган юқори бўкувчанлик даражасига эга гидрогеллар синтез қилинди. Синтез қилинган гидрогелларнинг бўкиш қобилиятига бентонит ва $NaHCO_3$ лар концентрациясининг таъсири ўрганилди ҳамда оптимал концентрациялар мос равишда 5,5 % ва 2,5 % эканлиги аниқланди. Шунингдек, ушбу гидрогелларнинг тузилиши замонавий илмий тадқиқот усули — инфрақизил (ИҚ) спектроскопия усули ёрдамида ўрганилди ва асосланди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Yaoyao Yang, Zhiyuan Liang, Rui Zhang, Shengwei Zhou. Research Advances in Superabsorbent Polymers. School of Materials and Chemistr. February 2024. https://doi.org/10.3390/polym16040501.

2. Omirova, R. Z., Bolysbek, A. A., Shirinov, S. D., Dzhalilov, A. T. (2020). Development of complex fertilizer technology with improved agrochemical properties using hydrogel. Rasayan Journal of Chemistry, 13(1), 733-738.

3. http://dx.doi.org/10.31788/RJC.2020.1315651

ISSN 3030-3907

4. Somnath Basak, Rekha S. Singhal. Composite hydrogels fabricated from konjac glucomannan and gellan gum: Rheological characterization and their potential application in sustainable agriculture. Carbohydrate PolymersVolume 336, 15 July 2024, 122091. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122091.
5. Исроилов, О.И., Мухиддинов, Б.Ф., Джалилов, А.Т., Ширинов, Ш.Д., Исроилова, Г.А. (2024). ИК-спектроскопические и термогравиметрические исследования гидрогелей, синтезированных на основе карбокси метилцеллюлозы. Universum: технические науки, 8(11 (128)), 13-20.
6. Б. Ф. Мухиддинов, Д. Т. Ахтамов, О. И. Исроилов, Г. А. Исроилова. Гидроксипропилметилцеллюлоза асосида синтез қилинган гидрогелларнинг ик-спектроскопик ва термогравиметрик таҳлили. Kimyo fanining muammolari, sanoat sohalariga tatbiqi va yashil texnologiyalar mavzusidagi xalqaro anjumanning axborot xati. Namangan muhandislik-texnologiya instituti. 18-19 aprel. 2025 yil. Namangan shahri.
7. Carbohydrate Polymers January 2021, 117087. Environmentally friendly superabsorbent fibers based on electrospun cellulose nanofibers extracted from wheat straw (Djafari Petroudy, Ranjbar, & Rasooly Garmaroody, 2018).
8. О.И. Исроилов, Б.Ф. Мухиддинов, А.Т. Джалилов, Ш. . Ширинов., Целлюлоза хосилалари асосида синтез қилинган гидрогеллар ва уларнинг қишлоқ хўжалигидаги аҳамияти. Termiz davlat pedagogika instituti, Umumiy va noorganik kimyo instituti, Termiz davlat universiteti, xalqaro ilmiy-texnikaviy anjumani. “Kolloid kimyo: kimyoviy texnologiya, ekologiya va sanoat uchun innovatsiyalar va yechimlar” 2025 yil.
9. О.И. Исроилов, Б.Ф. Мухиддинов, А.Т. Джалилов, Ш.Д. Ширинов. Синтез гидрогелей на основе карбоксиметилцеллюлозы и солей хрома. Материалы докладов 88-й научно-технической конференции профессорскопреподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, 2024, Belorussia.
10. Исроилов, О.И., Мухиддинов, Б.Ф., Джалилов, А.Т., Ширинов, Ш.Д., Исроилова, Г.А. (2024). ИК-спектроскопические и термогравиметрические исследования гидрогелей, синтезированных на основе карбокси
11. Ibrokhimov M., Shirinov S., Shirinova O. Study of synthesis and physicochemical properties of hydrogels enriched with mineral fertilizers //Science and innovation. – 2024. – Т. 3. – №. A11. – С. 37-41.
12. Sh, Sherquzyev D. Shirinov Sh. D., Yusupov MO, Asqarova O. Hydrogel production of new generation based on local raw materials. European Sciences review." Scientific journal 11-12 (2018): 141-145.

ISSN 3030-3907

13. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Ширинов, Ш.Д., Джалилов А.Т. Синтез суперабсорбентного гидрогеля на основе крахмала, акриловой кислоты и монтмориллонита //Universum: технические науки. – 2019. – №. 8 (65). – С. 13-16.

14. Холназаров Б.А., Ширинов Ш.Д. Джлилов А.Т Синтез гидрогеля на основе крахмала и акриловой кислоты //Композиционные материалы научно-технический и производственный журнал. – 2019. – №. 1. – С. 50-51.

ISSN 3030-3907

ДВУСТОРОННИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Н.Р. Авезова
Ташкентский государственный технический университет
Н.А. Матчанов
Ташкентский государственный технический университет
А.А, Кучкаров
Ферганский государственный технический университет
А.А. Абдураимов
Ферганский государственный технический университет

Аннотация: В обзорной статье представлен всесторонний анализ двусторонних фотоэлектрических систем (bifacial PV). Цель работы – обобщить современное состояние исследований данной технологии, включая классификацию двусторонних солнечных модулей и установок, результаты экспериментальных исследований и методы моделирования их работы, а также оценить экономическую и экологическую эффективность этих систем. В качестве основных методов использован аналитический обзор отечественных и зарубежных литературных источников последних лет, в том числе сравнительный анализ результатов полевых экспериментов и вычислительных моделей. Показано, что двусторонние фотоэлектрические модули способны генерировать на 5–20% больше энергии по сравнению с односторонними аналогами за счёт использования отраженного от окружающих поверхностей солнечного излучения. Обсуждаются оптимальные параметры таких систем (углы наклона, высота установки, наличие отражателей и т.д.) и их влияние на прирост выработки. Приведены данные о снижении удельной стоимости выработки электроэнергии (LCOE) и ускорении окупаемости при использовании двусторонних модулей в различных климатических условиях. Основные выводы свидетельствуют о существенных преимуществах двусторонних ФЭС в условиях высокого альбедо поверхности и интенсивной инсоляции, а также о перспективности их применения в архитектурной интеграции и агрофотоэлектрических установках.

Ключевые слова: двусторонние фотоэлектрические системы; солнечная энергия; двусторонние солнечные модули; альбедо; моделирование; экономическая эффективность; экологическая эффективность;

ISSN 3030-3907

агрофотоэлектрические системы; пустынный климат; возобновляемая энергетика.

Annotatsiya. Ushbu maqolada ikki tomonlama fotoelektrik tizimlarning (bifacial PV) har tomonlama tahlili keltirilgan. Ishning maqsadi ikki tomonlama quyosh modullari va qurilmalarining tasnifi, eksperimental tadqiqotlar natijalari va ularning ishlashini modellashtirish usullarini o‘z ichiga olgan ushbu texnologiya bo‘yicha tadqiqotlarning hozirgi holatini umumlashtirish, shuningdek, ushbu tizimlarning iqtisodiy va ekologik samaradorligini baholashdan iborat. Asosiy usullar sifatida so‘nggi yillardagi mahalliy va xorijiy adabiyot manbalarining tahliliy sharhi, shu jumladan dala tajribalari va hisoblash modellari natijalarining qiyosiy tahlili qo‘llanilgan. Ikki tomonlama fotoelektrik modullar atrofdagi sirtlardan qaytgan quyosh nurlanishidan foydalanish hisobiga bir tomonlama analoglarga nisbatan 5-20% ko‘proq energiya ishlab chiqarish qobiliyatiga ega ekanligi ko‘rsatilgan. Bunday tizimlarning optimal parametrlari (qiyalik burchaklari, o‘rnatish balandligi, qaytargichlarning mavjudligi va h.k.) va ularning ishlab chiqarish o‘sishiga ta’siri muhokama qilinadi. Turli iqlim sharoitlarida ikki tomonlama modullardan foydalanganda elektr energiyasi ishlab chiqarishning solishtirma xarajatlarini (LCOE) kamaytirish va o‘zini qoplashni tezlashtirish bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan. Asosiy xulosalar yuqori sirt albedosi va intensiv insolyatsiya sharoitida ikki tomonlama FESlarning sezilarli afzalliklarini, shuningdek, ularni me’moriy integratsiya va agrofotoelektrik qurilmalarda qo‘llash istiqbollarini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: ikki tomonlama fotoelektrik tizimlar; quyosh energiyasi; ikki tomonlama quyosh modullari; albedo; modellashtirish; iqtisodiy samaradorlik; ekologik samaradorlik; agrofotoelektrik tizimlar; cho‘l iqlimi; qayta tiklanadigan energetika.

Annotation: The review article presents a comprehensive analysis of bifacial photovoltaic systems (bifacial PV). The objective of the work is to summarize the current state of research into this technology, including the classification of bifacial solar modules and installations, the results of experimental studies and methods for modeling their operation, as well as to assess the economic and environmental efficiency of these systems. The main methods used are an analytical review of domestic and foreign literary sources of recent years, including a comparative analysis of the results of field experiments and computational models. It is shown that bifacial photovoltaic modules are capable of generating 5–20% more energy than single-sided analogs due to the use of solar radiation reflected from surrounding surfaces. The optimal parameters of such systems (tilt angles, installation height, presence of reflectors, etc.) and their impact on generation gain

ISSN 3030-3907

are discussed. Data on a reduction in the specific cost of electricity generation (LCOE) and an acceleration of payback when using bifacial modules in various climatic conditions are provided. The main findings indicate significant advantages of bilateral PV systems in conditions of high surface albedo and intense insolation, as well as the prospects for their use in architectural integration and agrophotovoltaic installations.

Key words: bifacial photovoltaic systems; solar energy; bifacial solar modules; albedo; modeling; economic efficiency; environmental efficiency; agrophotovoltaic systems; desert climate; renewable energy.

Введение

Фотоэлектрические модули с двусторонней чувствительностью (бифациальные панели) способны улавливать солнечное излучение как с лицевой, так и с тыльной стороны, за счет чего генерируют больше энергии по сравнению с традиционными односторонними панелями [1, 2]. Такая конструкция позволяет повысить выработку электроэнергии на единицу площади на **5–30%** в реальных условиях, а при оптимальных параметрах — вплоть до **30%** относительно обычных модулей. Кроме того, двусторонние (бифациальные) панели лучше используют рассеянный свет и отраженное от окружающих поверхностей излучение. Экспериментально показано, что в пасмурные дни при низкой освещенности их относительная генерация выше, чем у монолицевых модулей. Эти преимущества вызвали взрывной рост интереса к двусторонним фотоэлектрическим системам (ФЭС) за последнее десятилетие. По мере совершенствования технологий и снижения стоимости модулей, бифациальные системы быстро переходят из категории инноваций в новую отраслевую норму. Согласно прогнозам *International Technology Roadmap for Photovoltaics (ITRPV)*, к 2032 году доля двусторонних солнечных элементов на рынке может достигнуть 85% [2]. Уже сегодня крупные проекты по всему миру активно внедряют двусторонние панели, а мировой рынок бифациальных модулей, по оценкам, вырастет с $92 млрд в 2023 году до $187 млрд к 2028 году [1].

В связи с чем в данном обзоре рассматриваются основные направления разработки и применения фотоэлектрических систем с двусторонними фотоэлектрическими преобразователями (ФЭП). Обсуждаются типы и классификация таких систем, результаты полевых испытаний, модели расчета и оптимизации, экономическая и экологическая эффективность, а также опыт применения в различных климатических и архитектурных условиях. В заключение сформулированы выводы и перспективы развития технологий двусторонней солнечной генерации.

ISSN 3030-3907

Энергетическая политика Узбекистана и ориентиры на ВИЭ. Энергетический сектор Узбекистана проходит через период трансформации в соответствии с принятыми государственными стратегиями развития. Правительство ставит целью снизить углеродоёмкость экономики и увеличить долю возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в энергобалансе. В частности, Энергетическая стратегия Республики Узбекистан до 2030 года и утверждённая Концепция перехода к “зелёной” экономике предусматривают масштабное развитие солнечной и ветровой энергетики. К 2030 году планируется довести установленную мощность ВИЭ до 15 ГВт и обеспечить выработку свыше 30% электроэнергии за счёт возобновляемых источников. Близлежащая цель – достичь 25%-й доли генерации из ВИЭ уже к 2026 году согласно «Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 гг.». Эти цели подкрепляются международными обязательствами страны: так, национальная стратегия по сокращению выбросов парниковых газов (ННО) нацелена на снижение удельных выбросов CO_2 на 35% к 2030 году от уровня 2010 г. Такая политическая поддержка создала прочные предпосылки для инвестиций в «зеленую» энергетику и делает актуальным внедрение передовых солнечных технологий, включая двусторонние фотоэлектрические системы [28].

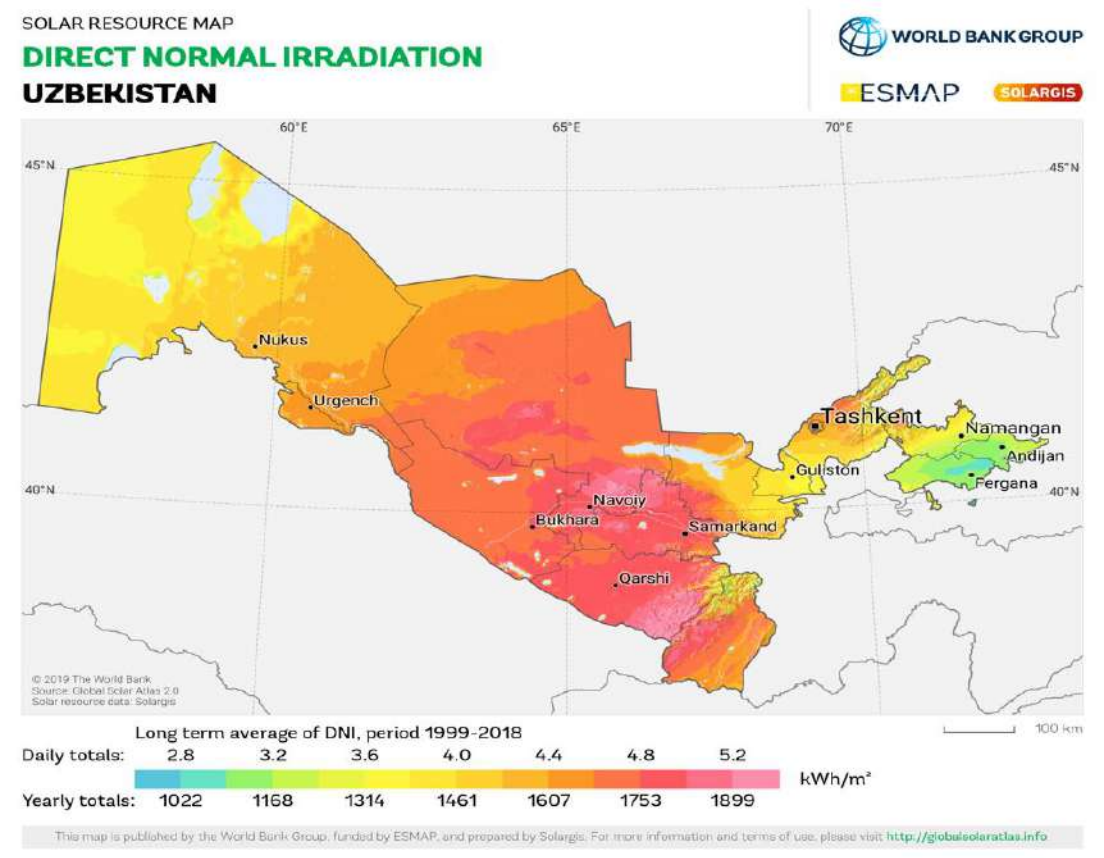


Рисунок-1. Среднегодовое распределение прямой нормальной солнечной радиации (DNI) по территории Узбекистана. Максимальные

ISSN 3030-3907

значения (красно-оранжевые области) сконцентрированы в пустынных регионах юга и центра страны – например, в Кашкадарьинской, Сурхандарьинской и Навоийской областях – что указывает на высокий солнечный потенциал этих зон. Минимальная инсоляция отмечается в долине Фергана (восточные области) [30].

Потенциал солнечной энергетики в Узбекистане. Узбекистан обладает одним из самых значительных солнечных ресурсов в регионе: в стране насчитывается порядка 320 солнечных дней в году. Совокупный технический потенциал солнечной энергетики оценивается примерно в **2 058 млрд кВт·ч в год**, что примерно в 30 раз превышает текущее годовое потребление электроэнергии в республике [31]. В пересчёте на установленную мощность это соответствует порядка *2–3 тыс. ГВт* потенциальных солнечных установок.

Данная цифра, многократно превосходящая потребности даже отдалённого будущего энергосистемы. Разумеется, практическое освоение этого потенциала ограничено инфраструктурными и экономическими факторами, однако даже его небольшая доля способна радикально изменить структуру генерации. Географически наибольший солнечный потенциал сосредоточен на юге и юго-западе республики – в Сурхандарьинской, Бухарской, Кашкадарьинской областях – где уровень инсоляции позволяет получать ~1680–1700 кВт·ч энергии в год с каждого установленного кВт солнечных панелей. Для сравнения, в северо-восточных регионах (области Ферганской долины) потенциал ниже, однако даже там средняя годовая генерация с 1 кВт солнечных модулей превышает 1200–1300 кВт·ч. Эти оценки подтверждают широкую пригодность территории Узбекистана для внедрения промышленных солнечных электростанций [29].

Текущие проекты солнечной генерации и международное сотрудничество. Для реализации упомянутого потенциала Узбекистан активно привлекает международных инвесторов и финансовые институты. В последние годы запущена серия проектов солнечной и ветровой генерации на условиях государственно-частного партнёрства. По состоянию на конец 2023 г. в стадии реализации находятся 19 проектов солнечных электростанций общей установленной мощностью ~3977 МВт, а также 7 проектов ВЭС (ветропарков) суммарно на ~3100 МВт. К работе в стране привлечены крупнейшие зарубежные компании, специализирующиеся на возобновляемой энергетике: среди них Masdar (ОАЭ), ACWA Power (Саудовская Аравия), Total Eren и Voltalia (Франция), китайская Gezhouba Group, швейцарская Tepelen и др. Общий объём иностранных инвестиций в

ISSN 3030-3907

эти проекты оценивается более чем в $9 млрд., причём финансирование осуществляется при поддержке международных банков развития (включая ЕБРР, АБР и др.). Благодаря планомерной работе уже достигнуты первые существенные результаты: в августе 2021 года введена в эксплуатацию первая крупная солнечная фотоэлектрическая станция мощностью 100 МВт в Навоийской области, а в мае 2022 года заработала вторая СЭС аналогичной мощности в Самаркандской области [9].

В 2023–2024 гг. ожидается ввод в строй ряда новых солнечных парков, включая проект «Шерабад» мощностью ~457 МВт в Сурхандарьинской области – одном из крупнейших в Центральной Азии. По оценкам Министерства энергетики, совокупная мощность солнечных и ветровых электростанций в стране превысит 8 ГВт уже к 2026 году [10].

Таким образом, Узбекистан сегодня становится одной из точек притяжения для глобальных инициатив в сфере ВИЭ, что делает особенно важным выбор эффективных технологий солнечной генерации.

Основная часть. На фоне стремительного роста солнечной энергетики актуальным становится внедрение инновационных технических решений, повышающих эффективность фотоэлектрических станций. Двусторонние фотоэлектрические системы (bifacial PV), способные улавливать солнечную радиацию с обеих сторон панелей, рассматриваются как перспективная технология для условий Узбекистана. Высокая интенсивность прямого солнечного излучения в сочетании с большим количеством отражённой от грунта радиации (особенно на светлых песчаных почвах пустынь) позволяет таким установкам генерировать существенно больше энергии по сравнению с традиционными односторонними модулями [11]. Экспериментальные данные показывают прирост выработки порядка +5–10% в реальных условиях эксплуатации при использовании двусторонних панелей, а при оптимальных характеристиках отражающей поверхности (например, светлый грунт, снежный покров) выигрыш может быть ещё выше. Для Узбекистана, планирующего максимально использовать каждый мегаватт своего возобновляемого потенциала, подобная прибавка чрезвычайно ценна. В этом свете крупные солнечные проекты, реализуемые в республике, уже ориентируются на современные двусторонние модули, а тема применения двусторонних ФЭС вызывает повышенный интерес со стороны исследователей и инженеров. Таким образом, развитие двусторонних фотоэлектрических технологий напрямую отвечает приоритетам энергетической политики Узбекистана и является востребованным

ISSN 3030-3907

направлением для дальнейших научно-практических исследований и внедрения [12].

Классификация ФЭС с двусторонними ФЭП. Бифациальные фотоэлектрические системы можно классифицировать по конструкции и области применения. Прежде всего различают стационарные наземные установки с фиксированным углом наклона и системы слежения за солнцем, оснащенные двусторонними модулями. В стационарных системах панели обычно ориентируются на юг (в северном полушарии) под оптимальным углом к горизонту, либо монтируются вертикально с ориентацией восток–запад, чтобы улавливать утреннее и вечернее солнце [2]. Вертикальные двусторонние панели представляют особый интерес: они генерируют пики мощности утром и вечером, дополняя работу традиционных южно-ориентированных станций и помогая выравнивать нагрузку в сети [3]. К тому же вертикальная ориентация обеспечивает естественное самоочищение панелей – на них меньше скапливаются пыль, грязь и снег. В регионах с частыми снегопадами вертикальные бифациальные установки практически не теряют мощности из-за снега, в отличие от наклонных панелей [4].

Другой признак классификации – способ установки и интеграции в объекты инфраструктуры. Бифациальные модули могут устанавливаться на традиционных опорах над землей (например, на высокой раме для увеличения отраженного потока с грунта) или интегрироваться в конструкции зданий и сооружений. Выделяют интегрированные в здания фотомодульные системы (Building-Integrated PV, BIPV) – это фасады и навесы с двусторонними панелями, светопрозрачные кровли, ограждения балконов и др. Например, бифациальные панели могут выполнять роль солнечных фасадных жалюзи или стены Тромба, генерируя электричество и одновременно снижая тепловую нагрузку на здание. Также набирает популярность использование двусторонних модулей в агровольтаике – когда панели устанавливаются вертикально между рядами сельхозкультур или в виде заборов вокруг полей (см. рис. ниже). В этом случае одновременно производится энергия и выращивается урожай на той же земле [13]. Еще одно перспективное направление – плавучие солнечные станции на воде, где двусторонние панели охлаждаются водой и получают дополнительное отраженное излучение от ее поверхности. Наконец, существуют гибридные системы PV/T (фотоэлектрические + тепловые), в которых двусторонние панели сочетаются с тепловыми коллекторами. Пример – двусторонняя фотоэлектрическая тепловая система (BPV/T), оптимизированная по ряду параметров: материалу теплообменника, расходу теплоносителя, углу

ISSN 3030-3907

установки и др., которая показала повышенную совокупную эффективность по сравнению с обычными PV/T. Таким образом, технологии двусторонних ФЭС охватывают широкий спектр конфигураций – от крупных солнечных ферм с отслеживанием до вертикальных городских установок и плавающих или гибридных систем – что свидетельствует об их гибкости и универсальности [14].

Экспериментальные исследования двусторонних ФЭС. Полевая эксплуатация и испытания двусторонних фотоэлектрических систем в разных условиях позволили выявить ключевые факторы, влияющие на их производительность: угол и ориентация панели, альбедо окружающей поверхности, высота установки над землей, запыленность и загрязнение, а также климатические особенности (сезонность, облачность, наличие снега и др.). Ниже рассмотрены основные результаты экспериментов.

Угол установки и ориентация. Во многих регионах оптимальный наклон для двусторонних модулей отличается от такового для монолицевых из-за необходимости баланса между прямым и отраженным светом. Экспериментальные измерения с изменяемым углом показали, что при наклонах от 30° до 90° двусторонние панели продолжают эффективно генерировать энергию за счет тыльной стороны. В одном исследовании при сравнении модулей, установленных под углами 30°, 45°, 60° и вертикально (90°), выяснилось, что тыльная сторона модуля демонстрировала более высокий КПД, несмотря на меньшее по величине освещение, чем фронтальная сторона. Это объясняется, в частности, снижением рабочих температур и лучшим спектральным составом отраженного света. Кроме того, выяснилось, что вертикальная ориентация (панели, повернутые лицом на восток и запад) в летний период может давать на 3,8–9,2% больше генерации, чем традиционные наклонные установки под тем же углом. Так, в полевых испытаниях в Европе и Азии вертикальные двусторонние модули летом превосходили по выработке оптимально наклоненные южные панели. В других экспериментах найден компромиссный оптимум угла для двусторонних систем. Например, в Багдаде путем измерений установлено, что при высоте панели ~1,2 м оптимальный угол наклона составляет около **49°** – именно такая конфигурация дала максимальную выходную мощность. В целом, рекомендации по углу установки двусторонних ФЭП могут отличаться от стандартных: небольшой дополнительный наклон от вертикали позволяет улавливать больше прямого света, не сильно жертвуя отраженным, тогда как близкая к горизонтальной установка не позволяет эффективно использовать тыльную сторону [12].

ISSN 3030-3907

Высота установки и затенение. Для двусторонних модулей важно, чтобы под ними оставалось достаточно пространства для отраженного света. Если панель слишком близко к земле или крыше, тыльная сторона может получать меньше радиации. Полевые испытания подтверждают, что при увеличении высоты установки от 1 м до 1,6 м выход энергии возрастает, однако после определенной высоты достигается точка насыщения, когда дальнейшее поднятие панели почти не дает прироста [5]. В эксперименте в Багдаде максимум генерации наблюдался при высоте ~1,2 м. При этом важно отсутствие затенения непосредственно под модулем: тень от рамы или опор на отражающей поверхности уменьшает долю используемого отраженного излучения. Полевые измерения в Германии с двусторонними модулями (бифакториальность ~0,6) показали, что даже при относительно невысоком альбедо грунта ~0,2 (трава/почва) можно достичь >**10%** прироста годовой выработки по сравнению с одно-sided аналогом, если панели подняты на достаточную высоту. Этот результат совпал с фактическими данными прототипной установки, подтвердив эффективность расчётной модели [5].

Влияние альбедо (отражающей способности поверхности). Преимущество двусторонних ФЭС наиболее ощутимо на светлых, хорошо отражающих поверхностях. Повышение отражающей способности поверхности под панелями напрямую увеличивает долю тыльного излучения. По результатам обзора 57 мировых кейсов, увеличение альбедо всего на 0,1 (например, покраска крыши в более светлый цвет) приводит к росту генерации энергии двусторонних модулей в среднем на ~4,5%. Для сравнения, у монолицевых модулей аналогичное повышение альбедо дает лишь около +0,7% к выработке [6]. Эксперименты на крыше в Испании продемонстрировали, что применение “холодных” отражающих покрытий (cool roof) способно увеличить выход энергии двусторонней системы на **8,6%** по сравнению с обычной темной крышей. В другом исследовании, имитирующем запыление белой крыши, отмечено, что эффект от высокого альбедо со временем снижается: первоначальный прирост выработки около 17% в первый год эксплуатации уменьшился примерно до 7% на следующий год из-за загрязнения и потери отражающей способности покрытия [8]. Тем не менее даже натуральные поверхности – снег, песок, светлая почва – могут значительно повысить генерацию. Например, в снежном климате двусторонние панели выигрывают дважды: с одной стороны, вертикальная установка предотвращает сильное налипание снега, а с другой – отраженный от снежного покрова свет увеличивает производство энергии. Полевые наблюдения зимой показали, что двусторонние модули теряют всего ~16%

ISSN 3030-3907

выработки из-за снега, тогда как монолицевые теряют до 33%, и в итоге за зимний период бифациальные панели дали на 19% больше энергии [15].

Запыленность и загрязнения. В условиях пустыни и запыленного воздуха двусторонние системы проявляют себя лучше, чем односторонние, за счет особенностей монтажа. Во-первых, вертикально ориентированные панели меньше подвержены накоплению пыли на поверхности (пыль оседает, но сильнее сдувается ветром с вертикально стоящих панелей). Во-вторых, даже если фронтальная сторона частично загрязнена, тыльная может продолжать вырабатывать энергию, улавливая отраженный свет. Полевая тестировка в Катаре (пустынный климат) показала, что вертикальная установка двусторонних модулей уменьшает потери мощности от запыления примерно на **15%** по сравнению с традиционными наклонными монолицевыми панелями. Другое длительное исследование в жарком пустынном климате анализировало деградацию производительности из-за пыли и загрязнений на передней и задней сторонах панелей. Выявлено, что у двусторонних модулей в вертикальной ориентации снижение выходной мощности меньше, чем у наклонных, благодаря тому, что обе стороны периодически получают солнечное облучение и нагрев, что способствует самоочистке. Тем не менее регулярная очистка или специальные покрытия, снижающие адгезию пыли, остаются важными для поддержания эффективности в таких условиях [16].

Климатические особенности. География и климат определяют баланс прямой и диффузной радиации, высоту солнца над горизонтом и длительность дня – все эти факторы влияют на работу двусторонних ФЭС. В высоких широтах с длинными летними днями и низким солнцем бифациальные панели вертикальной ориентации способны эффективно собирать утреннее/вечернее солнце. В то же время в условиях частой облачности двусторонние модули выигрывают за счет лучшего использования рассеянного света. Эксперимент в Великобритании показал, что оптимальными для эффективности двусторонних панелей оказались условия *рассеянного освещения* – при пасмурной погоде КПД возрастал относительно солнечных дней, поскольку тыльная сторона получала больше равномерного освещения небом. Также отмечено, что при высоких температурах эффективность кремниевых модулей падает, но двусторонние системы могут слегка снизить перегрев за счет лучшего теплообмена (обдува) обеих поверхностей.

В совокупности полевые данные из различных климатических зон подтверждают, что применение двусторонние ФЭС особенно эффективны в

ISSN 3030-3907

средах с высоким альбедо (снег, песок, белые крыши), при длинных сумерках или большей доле рассеянного освещения, а также там, где необходима устойчивая работа при сложных условиях (пыль, снег) за счет конструкции панелей [17].

Моделирование и расчётные методы. Для эффективного проектирования двусторонних фотоэлектрических систем были разработаны специализированные модели и инструменты, учитывающие особенности их работы. Расчёт тыльного излучения, оптимизация параметров установки и учет тепловых эффектов – ключевые задачи моделирования таких систем. Ниже рассмотрены основные подходы и методы, применяемые в этой области.

Модели освещенности тыльной стороны. Точное прогнозирование доли энергии, получаемой тыльной поверхностью, – нетривиальная задача, зависящая от геометрии установки и свойств окружающих поверхностей. Распространены два подхода: **метод коэффициентов обзора (view factor)** и **методы трассировки лучей (ray-tracing)**. Метод коэффициентов обзора вычисляет долю небосвода и земли, “видимую” задней стороной панели, на основе геометрии расположения модулей [18]. Он относительно прост, но может давать погрешности. Так, сравнение с более точным **лучевым моделированием** показало, что метод коэффициента обзора имеет тенденцию **переоценивать** освещенность тыльной стороны – в одном исследовании примерно на **6,7%**. Поэтому современные инструменты (например, PVSyst, NREL bifacialVF) используют комбинацию методов: для диффузного излучения – подход view factor, для прямого и отраженного – геометрическое моделирование и трассировку лучей. Разработаны также специальные модели расчета *коэффициента обзора земли* именно для двусторонних ферм с учетом высоты установки и ориентации панелей; одна из работ предложила новый метод, повысивший точность моделирования отраженного излучения до **99%** по сравнению со стандартными допущениями [19].

Интегрированные программы и инструменты. Для комплексного моделирования двусторонних ФЭС применяются модифицированные версии программ вроде PVSyst, TRNSYS, SAM, а также инструменты на основе радиационной модели Radiance и специализированных библиотек (bifacial_radiance от NREL и др.). Некоторые исследования разрабатывают собственные интегрированные инструменты. Например, предложен программный комплекс, сочетающий спектральную модель солнечного излучения SMARTS, фотометрический движок Radiance и модель

ISSN 3030-3907

солнечного элемента PC1D для расчета генерации двусторонних модулей. Этот инструмент позволил учесть влияние окружающих объектов (стен, отражателей и пр.) на освещенность и найти оптимальную конфигурацию; верификация на реальных данных показала высокую точность прогноза. В другой работе реализовано **мультифизическое моделирование** двусторонних панелей в COMSOL с учетом теплообмена, и результаты сопоставлены с расчетами в PVSyst. Такой подход дал представление о влиянии температуры панели на выходную мощность и подтвердил, что при типичных условиях двусторонние модули обеспечивают **на 15–20%** большую годовую генерацию, чем монофациальные, при прочих равных [20].

Оптимизация параметров установки. Одно из направлений расчетных исследований – поиск оптимальных геометрических и эксплуатационных параметров, максимизирующих выработку или минимизирующих стоимость энергии LCOE. Здесь применяются как переборные расчеты, так и алгоритмы оптимизации. Например, метод Response Surface и экспериментальное планирование использовались для анализа чувствительности и нахождения оптимума угла наклона, высоты установки и альбедо поверхности; получено, что средний прирост генерации от применения двусторонних панелей составил ~35,7% относительно монопанелей при близких оптимальных настройках [21]. Среди эвристических методов успешно применялись современные алгоритмы, такие как Harris Hawks Optimization (HHO) и алгоритм светлячков. С помощью HHO была решена задача оптимального размера и конфигурации двусторонней фермы на фиксированном наклоне, что позволило увеличить годовую выработку на 18–48% в сравнении с не оптимизированной схемой размещения. Алгоритм светлячков, нацеленный на максимизацию дополнительной энергии от тыльной стороны, определил, например, оптимальную высоту установки ~1 м для заданной местности, при которой выходная мощность возрастает на 5–45% (в зависимости от альбедо) относительно базового уровня [22].

Учет спектральных и тепловых эффектов. Двусторонние панели по-разному воспринимают прямое и отраженное излучение, которое имеет иной спектральный состав. В моделях начали учитывать спектральное альбедо поверхности. Так, разработан показатель SRI (*spectral reflectance index*), позволяющий корректировать расчет энергии в зависимости от спектра отраженного света; учет этого фактора повысил точность прогноза генерации примерно на **1,7%**. Параллельно интегрируются модели температурной зависимости эффективности: ведь тыльная сторона панелей, получая меньше

ISSN 3030-3907

света, обычно холоднее, что слегка повышает КПД кремниевых элементов. Объединенные модели инсоляции и нагрева прогнозируют суммарный прирост энергии от бифациальной установки, учитывая снижение эффективности при нагреве. Например, в одной работе смоделировано влияние температуры на годовой прирост: оптимальная высота установки 2 м обеспечила дополнительную генерацию от **0% до 20%** (в зависимости от местного климата) именно благодаря лучшему охлаждению и использованию отраженного света [23].

Моделирование экономики и эффективности. Расчетные методы применяются не только для энергии, но и для экономических показателей – прежде всего уровня приведенной стоимости энергии (LCOE) и срока окупаемости. Глобальное моделирование с оптимизацией LCOE показало, что двусторонние солнечные фермы могут иметь преимущество по экономике в широком диапазоне условий [3]. Например, при широтах выше ~30° двусторонние системы с оптимальным углом наклона и межрядовым расстоянием позволяют снизить LCOE проекта на 2–6% по сравнению с монофациальными аналогами. Другой аспект – влияние графика генерации на ценность энергии. Модели сетевого взаимодействия демонстрируют, что вертикальные восток–запад панели, генерируя больше по утрам и вечерам, могут снизить необходимость в накопителях энергии (ESS) до 94% для обеспечения заданного уровня самоснабжения. Таким образом, расчетные исследования двусторонних ФЭС охватывают как техническую оптимизацию (положение, угол, высота, покрытие), так и технико-экономический анализ, формируя основу для их эффективного внедрения [24].

Экономическая эффективность. Бифациальные фотоэлектрические системы привлекают внимание инвесторов не только повышенной выработкой, но и улучшенными экономическими показателями в расчете на единицу установленной мощности. Дополнительная энергия от тыльной стороны распределяется по тем же капитальным затратам, что ведет к снижению уровня LCOE и ускорению возврата инвестиций. Сравнительный анализ для крышных установок мощностью 8 кВт и 1 МВт показал, что двусторонняя система окупается значительно быстрее аналогичной монолицевой. В частности, срок окупаемости для бифациальной станции оценен примерно в 5 лет и 5 месяцев, тогда как для традиционной однофацетной превышает 7 лет [25]. Другие исследования также подтверждают преимущество: например, за 20-летний период эксплуатации совокупная прибыльность инвестиций в двусторонние панели на ~18% выше,

ISSN 3030-3907

чем в обычные PV-системы аналогичной мощности. Учитывая незначительную разницу в стоимости самих модулей (которое с каждым годом снижается за счет массового производства), стоимость электроэнергии (LCOE**)** для проектов с бифациальными модулями оказывается ниже. В глобальном плане двусторонние электростанции особенно рентабельны в тех широтах и условиях, где их относительная генерация максимальна – например, в умеренном климате Центральной Европы, на высоких широтах или в пустынях с высоким альбедо [3]. Моделирование, как отмечалось, дало оценку снижения LCOE на **2–6%** в пользу двусторонних ферм для широт >30°, а в ряде случаев и более. Таким образом, при прочих равных условиях проект с бифациальными модулями обеспечивает большую прибыль от продажи энергии или позволяет снизить тариф для достижения окупаемости.

Экологическая эффективность и влияние на среду. Двусторонние солнечные системы также демонстрируют экологические преимущества. Во-первых, благодаря более высокой производительности они генерируют больше чистой энергии с той же площади, снижая *углеродный след* на единицу выработки и экономя земельные ресурсы. К примеру, оценка жизненного цикла инновационной двусторонней системы для крыши показала, что применение отражающей поверхности способно увеличить генерацию на 12,7%, тем самым сократив условные выбросы CO_2 на аналогичную величину. Во-вторых, вертикальные и иные бифациальные установки позволяют эффективнее использовать ограниченные пространства: городские крыши, фасады зданий, участки между дорожной инфраструктурой и т.д. Они могут устанавливаться в качестве солнечных заборов или экранов вдоль автомагистралей и железных дорог, не занимая дополнительных земель [4]. Благодаря этому снижается давление на земли, пригодные для сельского хозяйства или природы. В случае агровольтаики совместное использование поля под солнце и урожай повышает показатель использования земли. Например, эксперимент с оливковыми деревьями в сочетании с двусторонними панелями в Италии достиг *коэффициента использования земли* (LER) ≈ 171%, то есть совокупная выходная продукция (энергия + урожай) на 71% выше, чем при раздельном использовании той же площади [26].

Кроме того, двусторонние ФЭС могут благотворно влиять на городскую среду и климат внутри зданий. Применение панелей на фасадах снижает солнечную нагрузку на стены и уменьшает нагрев помещений. Интеграция двусторонних PV в архитектуру может сочетаться с концепцией «холодных крыш» и фасадов: светоотражающие поверхности вокруг панелей

ISSN 3030-3907

не только повышают их выход, но и уменьшают нагрев зданий и островов тепла в городе [7]. Один из примеров – бифациальная PV/T стена Тромба с вентиляционными жалюзи: она показала прирост генерации ~17,5% электроэнергии, одновременно снизив потребность здания в кондиционировании на 21% летом. Таким образом, повышается общая энергоэффективность здания. На уровне энергосистемы, как отмечалось, вертикальные двусторонние фермы смещают выработку на утро и вечер, благодаря чему уменьшается потребность в пиковых газовых электростанциях или батареях для покрытия вечернего спроса [4]. Исследователи из Лейпцигского университета отметили, что такая генерация “в нужное время” способна снизить углеродные выбросы энергетики, поскольку сокращается необходимость ввода резервных мощностей на ископаемом топливе [4].

Наконец, немаловажен и вопрос экологической стойкости самих модулей. Большинство бифациальных панелей изготавливаются по технологии стекло-стекло, что повышает их долговечность (двусторонняя подложка лучше защищает от влаги и микротрещин). Более долгий срок службы означает меньше отходов и реже замену модулей, что тоже позитивно сказывается на экологическом балансе. В целом, двусторонние ФЭС сочетают экономическую выгоду с экологической устойчивостью, способствуя более эффективному переходу к возобновляемым источникам энергии.

Применение в различных климатических и архитектурных условиях. Разнообразие конструкций двусторонних фотоэлектрических систем позволяет эффективно внедрять их в самых разных климатических зонах и приложениях. Рассмотрим опыт и особенности применения бифациальных ФЭС в экстремальных условиях пустынь, на высоких широтах, в городской застройке, в агровольтаике, на воде и др [3].

ISSN 3030-3907

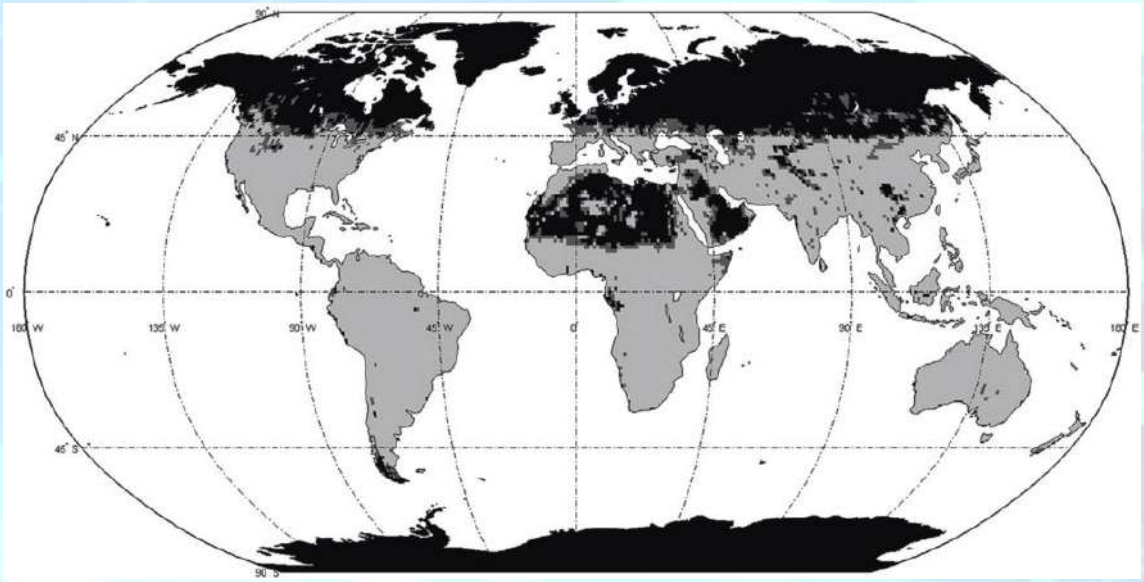


Рисунок-2. Глобальная карта, показывающая регионы, где вертикальные двусторонние PV (черные области) генерируют больше энергии, чем оптимально наклоненные монолицевые системы [3]. Видно преимущество в высоких широтах (Северная Европа, Канада, Южная Америка) и пустынных зонах с высоким альбедо.

Пустынные и засушливые регионы. В пустынях двусторонние ФЭС проявляют себя особенно хорошо благодаря обилию прямого солнца и высокому альбедо песчаных почв. Однако экстремальная жара и пыльные бури создают вызовы. Практический опыт в Катаре (пустыня) с вертикальными восток–запад модулями показал, что они способны не только выдерживать эти условия, но и иметь более стабильную генерацию со временем за счет меньшего пылевого осадка. Вертикальные бифациальные панели там служили своеобразными заборами, ловя отраженный от песка свет. За год их выработка оказалась примерно в 1,4 раза выше, чем у однотипных монолицевых модулей такой же площади. Другое исследование на Ближнем Востоке проанализировало рентабельность двусторонних систем в пустынном климате и подтвердило их высокую эффективность при увеличенной высоте монтажа и наличии отражающей поверхности под модулями. Высокое расположение панелей (например, ≥1 м) в пустыне не только усиливает сбор отраженного излучения, но и уменьшает перегрев модулей за счет свободной циркуляции воздуха. В целом в жарких засушливых условиях двусторонние ФЭС могут превзойти традиционные примерно на 10–20% по годовой генерации (как видно на рис. 1, значительная часть Ближнего Востока отмечена как зона преимущества двусторонних систем) [3]. Главное – обеспечить защиту от чрезмерного

ISSN 3030-3907

запыления (например, периодической очисткой или анти-пылевыми покрытиями) и надежность оборудования при высоких температурах.

Высокие широты и снежные зоны. В северных широтах (как и южных антиподных) продолжительность дня и высота солнца сильно меняются по сезонам. Зимой солнце низкое, часто лежит снег. Летом – длительные дни с косым солнцем утром и вечером. Все это создает благоприятные условия для вертикальных восток–запад двусторонних ферм. Исследования в Финляндии и Норвегии показали, что вертикальные бифациальные установки могут конкурировать по LCOE с традиционными южными системами даже при меньшем совокупном солнечном излучении [3]. Их секрет – более высокая выработка в утренние и вечерние часы, когда электроэнергия ценнее и нагрузка в сети выше [3]. Кроме того, в снегу они значительно выигрывают, как упоминалось: вертикальные панели практически не покрываются снегом, а отражение от снега дает импульс генерации. Эксперименты в Канаде и Скандинавии зафиксировали повышение зимней выработки благодаря отраженному от снега свету и лучшую сбалансированность годового профиля генерации. Таким образом, на высоких широтах (см. рис. 1 – обширные черные области в Канаде, Северной Европе, России) двусторонние системы, особенно вертикальные, становятся **сеть-дружелюбным** решением: они генерируют в то время, когда традиционные панели уже малоэффективны (низкое солнце), что снижает зависимость от других источников или хранения [4]. В сочетании с тем, что двусторонние модули на высокой широте требуют меньшего угла наклона (ввиду низкого солнца, значительная часть лучей все равно отражается от земли), можно использовать более компактные конструкции без трекеров.

Интеграция в здания (BIPV). В городской архитектуре двусторонние модули нашли применение в качестве фасадных элементов, навесов и ограждений, где они выполняют двойную функцию – производство энергии и архитектурно-инженерную. Фасады из бифациальных панелей могут быть установлены вертикально или под углом, часто с воздушным зазором от стены. Они улавливают как прямой солнечный свет, так и отраженный от окружающих построек и земли. В жарком климате применение двусторонних фасадных панелей типа *брис-солей* (солнцезащитные экраны) позволяет не только генерировать электричество, но и затенять здание, уменьшая теплопоступления внутрь. Например, упомянутая двусторонняя стена Тромба с фотомодулями и жалюзи генерирует ~17% больше энергии за счет бивалентного освещения и при этом улучшает микроклимат помещения. Крышные установки с бифациальными модулями, особенно на белых или

ISSN 3030-3907

светлых кровлях, – еще одно направление. В таких системах тыльная сторона панелей принимает отраженный от крыши свет. Полевые испытания на лабораторной крыше показали, что применение светоотражающего покрытия способно дать прирост выработки на 4–9% в зависимости от отражающей способности материала. Также реализуются проекты прозрачных двусторонних крыш: панель пропускает часть света вниз (для естественного освещения помещения), а невоспринимаемый фронтом свет отражается обратно на тыльную сторону, повышая генерацию. Одно из исследований оптимизировало отражающую способность внутренних поверхностей потолка под такой прозрачной двусторонней крышей и добилось увеличения генерации на **~5–19%** при выбеливании потолка (отражательность ~0,8). Таким образом, в зданиях бифациальные панели дают наибольший эффект при комплексном подходе: светлые отражающие материалы вокруг и продуманная ориентация относительно других конструкций.

Агрофотоэлектрические системы. Совмещение солнечных панелей и сельского хозяйства – перспективное решение для повышения эффективности землепользования. Двусторонние модули особенно хорошо подходят для агрофотоэлектрики, так как их вертикальная или приподнятая установка минимально затеняет культуру и одновременно собирает отраженный от почвы свет. Например, вертикальные панели между рядами невысоких культур (север-юг ориентирование панелей лицом на восток и запад) дают полосы тени, которые движутся в течение дня, обеспечивая растениям достаточное освещение для фотосинтеза. Исследование, проведенное для агровольтаики, показало, что вертикальная восточно-западная ориентация двусторонних модулей обеспечивает наилучшее распределение света на земле и наименьшее угнетение роста растений. Более того, электроэнергия генерируется без выведения земли из оборота – это особенно важно для фермерских хозяйств. В примере с оливковой плантацией, упомянутом ранее, оптимальный наклон панелей ~20° позволил добиться суммарного Land Equivalent Ratio = 1.71, т.е. урожай оливок + выработка электричества эквивалентны 171% отдельного использования земли. На практике уже реализованы проекты солнечных ферм-«заборов» на фермах: в штате Колорадо (США) вертикальная бифациальная ограда мощностью 26 кВт установлена между теплицами, снабжая их энергией и не занимая полезную площадь (рис. 2) [4]. Пики ее выработки приходятся на 9 утра и 4 вечера, что соответствует режиму работы фермы [4]. Помимо электроэнергии, была отмечена экономия воды на орошение в тени панелей

ISSN 3030-3907

и естественная защита от ветра. Бифациальные агро-ПВ системы позволяют выращивать многие культуры (трава, картофель, салат и др.) практически без снижения урожайности [4]. Главное – правильно подобрать высоту конструкции и расстояние между рядами, чтобы высокорослые растения не затеняли панели и наоборот.



Рисунок-3. Вертикальная бифациальная солнечная установка в качестве ограды на ферме (Колорадо, США). Панели ориентированы на восток–запад, между теплицами, оптимизируя использование земли [4]. Такая конфигурация позволяет получать энергию, не препятствуя сельскому хозяйству, и дает пики генерации утром и вечером [4].

Плавучие и прибрежные системы. Размещение солнечных панелей на поверхности водоемов – растущий тренд (FPV, floating PV). Двусторонние модули здесь имеют два преимущества: охлаждение водой, повышающее КПД, и значительное отраженное излучение от воды, особенно под малым углом. По оценкам, двусторонние панели на плавучих платформах получают до 55% больше суммарной радиации (прямая + отраженная) по сравнению с наземными монопанелями. В полевых тестах в Великобритании плавучая установка с бифациальными модулями показала прирост эффективности ~6,6% относительно идентичной монофациальной системы. Дополнительное отражение от воды в сочетании с постоянным обдувом (ветер над водой) дает стабильный прирост энергии, особенно в ясные дни. Моделирование оптимальных параметров FPV с двусторонними модулями указывает, что увеличение высоты панели над водой и выбор угла наклона способны дать до 30% дополнительной годовой генерации. В прибрежных районах или на островах, где земля ограничена, плавучие двусторонние электростанции позволяют использовать поверхность водохранилищ или припортовых акваторий. Также рассматривается оффшорное применение: хотя соленый туман и ветер представляют проблему, методики оценки показывают

ISSN 3030-3907

высокий потенциал – за счет отражения от воды и облаков двусторонние панели на воде могут значительно превосходить по выработке наземные аналоги на той же широте.

В целом, примеры из различных регионов мира демонстрируют универсальность двусторонних ФЭС. Они могут быть адаптированы под экстремальную жару пустынь, полярные холода, плотную городскую застройку и сельское хозяйство, сохраняющее продуктивность земли. Ключевыми условиями успешного применения в каждом случае становятся оптимизация конструкции (угол, высота, ориентация) под местные условия и учет специфических факторов – таких как пыль, снег, отражающие поверхности или режим энергопотребления. При правильном подходе бифациальные системы обеспечивают более высокую и устойчивую генерацию, раскрывая потенциал солнечной энергии там, где ранее эффективность была ограничена.

Выводы и перспективы развития технологий двусторонних ФЭП. Развитие бифациальных фотоэлектрических систем за последние годы показало, что эта технология превращается из нишевой в основную на рынке солнечной энергетики. Двусторонние ФЭС доказали свое преимущество в реальных условиях, обеспечивая рост выработки на 10–20% в зависимости от конфигурации и среды. Эксперименты подтвердили эффективность двусторонних модулей в самых разных климатах – от снежных северных широт до пыльных пустынь – и в различных форматах применения (земля, вода, здания, сельское хозяйство). Модели и расчеты позволяют достаточно точно спрогнозировать их работу и оптимизировать дизайн под цели проекта (максимум энергии или минимум LCOE), а экономические оценки демонстрируют ускоренную окупаемость инвестиций. Экологические выгоды включают лучшее использование пространства и снижение углеродного следа выработки электроэнергии [27].

В перспективе ожидается дальнейшее совершенствование технологий двусторонних ФЭП и расширение их использования. Согласно отраслевым прогнозам, к началу 2030-х годов большинство новых солнечных установок будет содержать двусторонние модули [2]. Это стимулирует производителей совершенствовать конструкцию панелей (повышать коэффициент бифакториальности, применять анти-пылевые и антибликовые покрытия) и инверторов (адаптировать MPPT-алгоритмы под двусторонние поля с неоднородным освещением). Одним из направлений развития является стандартизация: необходимы единые методы тестирования и рейтинга двусторонних модулей, учитывающие их тыльный коэффициент и

ISSN 3030-3907

особенности условий испытаний. Уже предложены новые методики стандартизированных измерений для точного прогноза энергии, включая эталонные двусторонние модули для калибровки моделей освещенности.

Продолжатся исследования по интеграции бифациальных систем в энергосети – их влияние на суточный график генерации и на требуемые мощности резервов. Практические примеры (например, вертикальные фермы в Германии, Скандинавии) показывают, что “двусторонний” ток может стать более ценным ресурсом благодаря распределению генерации по времени суток [4]. Это открывает возможности для новых моделей рынка электроэнергии, где устанавливается более высокая цена на утренне-вечернюю солнечную энергию, выдаваемую двусторонними установками. В сельском хозяйстве и градостроительстве бифациальные панели станут неотъемлемой частью проектов по устойчивому развитию: *агровольтаические фермы*, *солнечные города* с активными фасадами и заборами – все это уже не концепты, а реализуемые решения.

Таким образом, двусторонние фотоэлектрические системы зарекомендовали себя как высокоэффективная и экономически оправданная технология солнечной энергетики. Совокупность проведенных исследований и накопленный опыт позволяют с уверенностью утверждать, что за бифациальными ФЭС – существенная роль в будущей энергетике. В ближайшие годы нас ожидает рост внедрения этих систем, дальнейшее повышение их эффективности (возможно, сочетание с хранениям энергии или умными системами управления нагрузкой) и появление новых инновационных конфигураций. Перспективы развития включают улучшение материалов (например, селективных отражателей или спектральных преобразователей для тыльной стороны), расширение применения на транспорте и в инфраструктуре, а также тиражирование успешных пилотных проектов в массовые. Решение текущих технических задач – стандартизации, банковской предсказуемости (bankability) и оптимизации – позволит двусторонним солнечным модулям полностью раскрыть свой потенциал и занять доминирующее положение среди технологий возобновляемой энергетики [2]. Можно ожидать, что двусторонние ФЭС станут одним из ключевых драйверов снижения стоимости солнечной электроэнергии и ускорения энергетического перехода в глобальном масштабе.

Заключение: Двусторонние фотоэлектрические системы обладают особыми преимуществами, которые делают их чрезвычайно актуальными для условий Республики Узбекистан. Страна характеризуется засушливым континентальным климатом с большим числом солнечных дней в году и

ISSN 3030-3907

высоким уровнем прямой солнечной радиации, что создает идеальные предпосылки для эффективной работы двусторонних солнечных модулей. В условиях пустынных и полупустынных районов Узбекистана естественное альбедо грунта (песок, светлая почва) повышает долю отраженного излучения, улавливаемого тыльной стороной модулей, обеспечивая дополнительную выработку электроэнергии. Благодаря этому двусторонние ФЭС могут существенно (на 10% и более) увеличить годовую генерацию по сравнению с традиционными односторонними панелями при аналогичных затратах. Это особенно важно для республики, где ощущается дефицит энергии и стоит задача повышения доли возобновляемых источников. Кроме того, интеграция двусторонних панелей в аграрный сектор (так называемые агрофотоэлектрические системы) перспективна для Узбекистана, крупного производителя сельхозпродукции в орошаемых земледельческих зонах. Размещение полупрозрачных двусторонних модулей над сельскохозяйственными культурами позволяет одновременно вырабатывать электроэнергию и снижать испарение влаги из почвы, создавая благоприятный микроклимат для растений. Это помогает экономить дефицитную воду для орошения, что критично для засушливых регионов. Также двусторонние установки, смонтированные вертикально или с оптимальным наклоном, менее подвержены накоплению пыли и песка – актуальная проблема для Узбекистана, регулярно испытывающего пылевые бури. Меньшее запыление означает снижение затрат воды и труда на очистку панелей и более стабильную генерацию. С учётом намеченных планов страны по наращиванию солнечной генерации и наличия крупных площадей под солнечные электростанции, внедрение двусторонних технологий позволит максимизировать выход энергии с каждой установленной панели и увеличить эффективность использования земли. Уже сейчас в Узбекистане реализуются проекты промышленных солнечных электростанций с применением двусторонних модулей, демонстрируя высокую производительность данной технологии в реальных условиях. Значимость внедрения двусторонних ФЭС для республики заключается не только в росте выработки и экономии ресурсов, но и в содействии устойчивому развитию энергетики. Перспективы включают широкое применение двусторонних фотоэлектрических систем как на больших солнечных фермах в пустынных районах, так и в агроэнергетических установках и на крышах зданий. Это позволит Узбекистану более эффективно использовать свой уникально высокий солнечный потенциал, сократить зависимость от ископаемого топлива, смягчить проблемы водного дефицита в сельском хозяйстве и

ISSN 3030-3907

внести значительный вклад в обеспечение энергетической безопасности и экологии страны. В дальнейшем требуются дополнительные исследования по оптимизации параметров двусторонних ФЭС конкретно под климатические и ландшафтные условия Узбекистана, однако уже существующий международный опыт однозначно указывает на большие перспективы и эффективность данной технологии для региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Global Bifacial Solar Market Set to Surge, Reaching $187.1 Billion by 2028, BCC Research Analyst Predicts. URL: https://www.bccresearch.com/pressroom/egy/global-bifacial-solar-market-set-to-surge-reaching-1871-billion-by-2028?srsltid=AfmBOoo5UYaejP1zem1FSY42QJ7FAkuuW-qbzWoBqxFj8mQB5GQ3R3xQ#:~:text=Boston%3AThe%20,sides%2C%20making%20them%20more%20efficient. (Accessed 02.04.2025)

2. Yakubu, R. O., Mensah, L. D., Quansah, D. A., & Adaramola, M. S. (2024). A systematic literature review of the bifacial photovoltaic module and its applications. The Journal of Engineering, 2024(8), e12421.

3. Creative thinking for vertical east-west bifacial PV projects. PV magazine. URL: https://www.pv-magazine.com/2022/03/24/creative-thinking-for-vertical-east-west-bifacial-pv-projects/#:~:text=The%20Finnish,projects%20provide%20their%20maximum%20yield. (Accessed 02.04.2025)

4. Vertical Bifacial Solar Panels Boost Energy, Save Space, and Reduce Emissions. Solar Washington. URL: https://www.solarwa.org/vertical_bifacial_solar_panels#:~:text=PVs%20mounted%20vertically%20tend%20to,also%20adds%20to%20their%20productivity. (Accessed 02.04.2025)

5. Wang, S., Wilkie, O., Lam, J., Steeman, R., Zhang, W., Khoo, K. S., ... & Rostan, H. (2015). Bifacial photovoltaic systems energy yield modelling. Energy Procedia, 77, 428-433.

6. Vasilakopoulou, K., Ulpiani, G., Khan, A., Synnefa, A., & Santamouris, M. (2023). Cool roofs boost the energy production of photovoltaics: Investigating the impact of roof albedo on the energy performance of monofacial and bifacial photovoltaic modules. Solar Energy, 265, 111948.

7. Rahmani, F., Robinson, M. A., & Barzegaran, M. R. (2021). Cool roof coating impact on roof-mounted photovoltaic solar modules at texas green power microgrid. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 130, 106932.

ISSN 3030-3907

8. Mühleisen, W., Loeschnig, J., Feichtner, M., Burgers, A. R., Bende, E. E., Zamini, S., ... & Georghiou, G. E. (2021). Energy yield measurement of an elevated PV system on a white flat roof and a performance comparison of monofacial and bifacial modules. Renewable Energy, 170, 613-619.
9. Re-Powering of Uzbekistan by Public-Private Partnerships – A Summary. Linkedin. URL: https://www.linkedin.com/pulse/re-powering-uzbekistan-public-private-partnerships-summary-vlad-rosen#:~:text=with%20Masdar. (Accessed 02.04.2025).
10. Uzbekistan: Masdar 897MW Solar PV Portfolio (Samarkand, Jizzakh and Sherabad solar PV plants). Asian Infrastructure Investment Bank. URL: https://www.aiib.org/en/projects/details/2023/approved/Uzbekistan-Masdar-897MW-Solar-PV-Portfolio-Samarkand-Jizzakh-and-Sherabad-solar-PV-plants.html#:~:text=,L0677C. (Accessed 02.04.2025).
11. Joge, T., Eguchi, Y., Imazu, Y., Araki, I., Uematsu, T., & Matsukuma, K. (2002, May). Applications and field tests of bifacial solar modules. In Conference Record of the Twenty-Ninth IEEE Photovoltaic Specialists Conference, 2002. (pp. 1549-1552). IEEE.
12. Salloom, A. H., Abdulrazzaq, O. A., & Ismail, B. H. (2018). Assessment of the performance of bifacial solar panels. International Journal of Engineering and Technical Research, 8(7), 264790.
13. Han, M., Lu, L., & Sun, B. (2024). Overall energy performance of building-integrated bifacial photovoltaic sunshades with different installation and building parameters in hot and humid regions. Solar Energy, 275, 112619.
14. Chen, M., Zhang, W., Xie, L., He, B., Wang, W., Li, J., & Li, Z. (2021). Improvement of the electricity performance of bifacial PV module applied on the building envelope. Energy and Buildings, 238, 110849.
15. Hayibo, K. S., Petsiuk, A., Mayville, P., Brown, L., & Pearce, J. M. (2022). Monofacial vs bifacial solar photovoltaic systems in snowy environments. Renewable Energy, 193, 657-668.
16. Baloch, A. A., Hammat, S., Figgis, B., Alharbi, F. H., & Tabet, N. (2020). In-field characterization of key performance parameters for bifacial photovoltaic installation in a desert climate. Renewable Energy, 159, 50-63.
17. Garrod, A., Hussain, S. N., Intwala, M. H., Poudhar, A., Manikandan, S., & Ghosh, A. (2024). Electrical and thermal performance of bifacial photovoltaics under varying albedo conditions at temperate climate (UK). Heliyon, 10(13).
18. Razongles, G., Sicot, L., Joanny, M., Gerritsen, E., Lefillastre, P., Schroder, S., & Lay, P. (2016). Bifacial photovoltaic modules: measurement challenges. Energy Procedia, 92, 188-198.

ISSN 3030-3907

19. Marwan, M. D., Suhono, S., & Subekti, L. (2024). The potential of shading to optimize the performance ratio of a solar power system. e-Prime-Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy, 10, 100768.
20. Longares, J. M., García-Jiménez, A., & García-Polanco, N. (2023). Multiphysics simulation of bifacial photovoltaic modules and software comparison. Solar Energy, 257, 155-163.
21. Rodríguez-Gallegos, C. D., Liu, H., Gandhi, O., Singh, J. P., Krishnamurthy, V., Kumar, A., ... & Peters, I. M. (2020). Global techno-economic performance of bifacial and tracking photovoltaic systems. Joule, 4(7), 1514-1541.
22. Mohamed, N. S. S., Sulaiman, S. I., Rahim, S. R. A., & Azmi, A. (2024). Optimal sizing of a fixed-tilt ground-mounted grid-connected photovoltaic system with bifacial modules using Harris Hawks Optimization. Energy Conversion and Management, 314, 118738.
23. Ghenai, C., Ahmad, F. F., Rejeb, O., & Hamid, A. K. (2021). Sensitivity analysis of design parameters and power gain correlations of bi-facial solar PV system using response surface methodology. Solar Energy, 223, 44-53.
24. Shigenobu, R., Ito, M., & Taoka, H. (2021). Optimal design of bifacial PV system to mitigate duck-curve problem of power system with the UC problem. Energy Reports, 7, 7004-7014.
25. Sahu, P. K., Chakraborty, C., & Roy, J. N. (2024). Comparative Economic Analysis of Bifacial Roof-top PV Systems. Energy for Sustainable Development, 83, 101593.
26. Mouhib, E., Fernández-Solas, Á., Pérez-Higueras, P. J., Fernández-Ocaña, A. M., Micheli, L., Almonacid, F., & Fernández, E. F. (2024). Enhancing land use: Integrating bifacial PV and olive trees in agrivoltaic systems. Applied Energy, 359, 122660.
27. Khan, M. R., Hanna, A., Sun, X., & Alam, M. A. (2017). Vertical bifacial solar farms: Physics, design, and global optimization. Applied energy, 206, 240-248.
28. Об утверждении Стратегии по переходу Республики Узбекистан на «зеленую» экономику на период 2019 — 2030 годов. Постановление Президента Республики Узбекистан, от 04.10.2019 г. № ПП-4477.
29. “Зеленая” энергетика в Узбекистане: перспективы солнечных и ветряных электростанций. URL: https://sreda.uz/rubriki/klimat/zelenaya-energetika-v-uzbekistane-perspektivy-solnechnyh-i-vetryanyh-elektrostantsij/?utm_source=chatgpt.com. (Accessed 02.04.2025).
30. Global Solar Atlas. ESMAP, Solargis, World Bank Group. URL: https://globalsolaratlas.info/download/uzbekistan. (Accessed 02.04.2025).

ISSN 3030-3907

31. “Green” energy in Uzbekistan: prospects of solar and wind power plants. URL: https://uzembassy.org.tr/news/4639?language=en&utm. (Accessed 02.04.2025).

ISSN 3030-3907

ПРОГНОЗ И УПРАВЛЕНИЕ ВОДОПРИТОКОМ В ТРЕЩИННО-ПОРОВЫХ КОЛЛЕКТОРАХ: ИНТЕГРИРОВАННАЯ МЕТОДИКА ДЛЯ ГАЗОВЫХ И НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Нуриддинов Жамолиддин Фазлиддин угли
ООО «Uz-Gas Projects», начальник отдела разработки
E-mail: jmnuriddinov1@gmail.com
Акрамов Бахшилло Шафиевич
Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте, к.т.н., профессор
E-mail: akramov_bahsh@mail.ru
Евстафеев Евгений Александрович
Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте, преподаватель
E-mail: johnnygeniy@mail.ru

Annotatsiya. Neft va gaz sanoatida quduqlarda suvning kirib kelishi muhim muammolardan biri bo‘lib qolmoqda: qatlam suvlari nazoratsiz oqib kirishi uglevodorodlar debitini kamaytiradi, mahsulotni tayyorlash xarajatlarini oshiradi va quduqlarning muddatidan oldin ekspluatatsiyadan chiqarilishiga olib keladi. Bu muammo ayniqsa yoriqli-g‘ovak kollektorlarida keskin namoyon bo‘ladi, chunki rivojlangan yoriluvchanlik suvning tez kirib kelishini kuchaytiradi, natijada katta miqdordagi uglevodorodlar g‘ovak fazoda qolib ketadi. Ushbu ishda suv oqimini bashorat qilish va boshqarishning integrallashgan metodikasi taklif etiladi. U geologik va geofizik ma’lumotlarni kompleks tahlil qilish, gidrodinamik tadqiqotlar natijalari, filtratsiya jarayonlarini modellashtirish va selektiv izolyatsiya texnologiyalarini qo‘llashga asoslangan. Mazkur yondashuv suv kirib kelishi zonalarini bashorat qilish aniqligini oshirish, izolyatsiya choralari tanlovini optimallashtirish va quduqlarning samarali ishlash muddatini uzaytirishga imkon beradi.

Kalit so‘zlar: suvlanish, kon, suv oqimi, quduq, yoriqli-g‘ovak kollektor, modellashtirish, bashorat, metod.

Аннотация. В статье рассмотрено секторное гидродинамическое моделирование процесса обводнения добывающей вертикальной газоконденсатной скважины с применением композиционной модели флюида в условиях недостатка исходной геолого-физической информации. Воспроизведен процесс поднятия конуса подошвенной воды к интервалам перфорации эксплуатационной скважины одного из разрабатываемых месторождений Республики Узбекистан.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: обводнение, месторождение, водоприток, скважина, трещинно-поровый коллектор, моделирование, прогноз, метод.

Abstract. Water breakthrough in producing wells remains one of the key challenges in the oil and gas industry: uncontrolled inflow of formation water reduces hydrocarbon production rates, increases costs of surface processing, and leads to premature well abandonment. This issue is particularly acute in fractured-porous reservoirs, where developed fracturing accelerates water breakthrough while significant hydrocarbon reserves remain trapped in the pore space. In this work, an integrated methodology for forecasting and controlling water inflow is proposed, based on a comprehensive analysis of geological and geophysical data, results of well testing, reservoir simulation of filtration processes, and the application of selective water shutoff technologies. The implementation of this approach improves the accuracy of predicting water breakthrough zones, optimizes the selection of isolation treatments, and extends the productive life of wells.

Key words: water cut, field, water inflow, well, fractured-porous reservoir, simulation, forecast, method.

Введение

Обводнение скважин остаётся одной из наиболее острых проблем разработки газовых и нефтяных месторождений. Неконтролируемый приток пластовых вод приводит к снижению добычи углеводородов, росту эксплуатационных затрат и преждевременному выводу скважин из эксплуатации. По оценкам ряда исследователей, на многих зрелых месторождениях объём добываемой воды в несколько раз превышает объём углеводородов, что наглядно отражает масштаб и актуальность проблемы.

Особые трудности возникают в трещинно-поровых коллекторах, где сочетание развитой трещиноватости и пористого матрикса формирует крайне неоднородные условия фильтрации. Трещины становятся основными каналами движения флюидов, обеспечивая быстрый прорыв пластовых вод к забою скважины. При этом значительные запасы углеводородов остаются в поровом пространстве и недоизвлекаются. Такая двойственная природа коллекторов затрудняет прогноз динамики обводнённости и снижает эффективность традиционных методов изоляции.

В практике недропользования применяются различные технологии управления водопритоком: механическая изоляция, цементирование, селективное разобщение пластов, закачка полимерных и гелеобразующих составов. Тем не менее их эффективность во многом определяется корректностью прогноза зон прорыва и особенностями геолого-гидродинамического строения объекта. В условиях развитой трещиноватости

ISSN 3030-3907

результаты изоляционных мероприятий нередко оказываются кратковременными, что требует поиска новых решений.

Одним из перспективных направлений является использование интегрированных методик, сочетающих геолого-геофизический анализ, гидродинамические исследования скважин, численное моделирование фильтрационных процессов и последующий выбор технологий селективной изоляции. Такой подход позволяет не только повысить достоверность прогноза, но и минимизировать риски неэффективных вмешательств. Основное внимание в дальнейшем изложении будет уделено обоснованию интегрированной методики прогноза и управлению водопритоком в трещинно-поровых коллекторах и демонстрации её практической результативности [1-2].

Материалы и методы. Трещинно-поровые коллекторы представляют собой сложные по строению системы, где процессы фильтрации углеводородов и пластовых вод зависят не только от порового пространства, но и от наличия разломов и трещин. В таких условиях распространение водонасыщенной зоны и её взаимодействие с газо- или нефтенасыщенными интервалами носит неоднородный и анизотропный характер.

Основные проблемы, возникающие при эксплуатации:

– преждевременный прорыв пластовых вод по трещинам в зону перфорации;

– быстрое нарастание обводнённости продукции;

– падение дебита нефти или газа;

– осложнения при интерпретации геофизических данных из-за неоднородности насыщения.

Для эффективного прогноза и управления водопритоком необходимо учитывать три ключевых фактора:

– Геологические особенности — литология, трещиноватость, наличие тектонических разломов.

– Гидродинамические условия — пластовое давление, гидропроводность, направление движения флюидов.

– Технологические параметры разработки — режим эксплуатации скважин, система заводнения, методы регулирования забойного давления [2-4].

Прогнозирование водопритока в трещинно-поровых коллекторах требует комплексного подхода, поскольку каждый метод имеет ограничения. В современных исследованиях применяют комбинацию геофизических, гидродинамических и аналитических инструментов.

1. **Геофизические методы:**

ISSN 3030-3907

-Сейсморазведка 3D/4D — позволяет выявить зоны повышенной трещиноватости и потенциальные пути миграции пластовых вод.

-ГИС (каротаж) — спектральные нейтронные и резистивиметрические методы помогают фиксировать фронт обводнения.

-Электротомография и микросейсмика — дают представление о развитии водонасыщенной зоны во времени.

2.**Гидродинамическое моделирование:**

-Построение геолого-гидродинамических моделей (ГГДМ) с учетом трещиноватости.

-Численное моделирование фильтрационных потоков в системах «поры + трещины».

- Прогноз обводнения скважин при различных сценариях добычи и закачки воды/газа.

3.**Аналитические и эмпирические методы:**

-Метод характеристических линий для оценки продвижения фронта воды.

-Использование индекса водонасыщенности (Water Saturation Index).

-Построение карт изоплет (обводнённости и газонасыщенности).

4.**Технологические и производственные данные:**

-Анализ дебитных характеристик скважин (рост обводнённости).

- Мониторинг давления и обводнённости в реальном времени.

- Использование PLT (Production Logging Tool) для определения интервалов водопритока.

В таблице 1 представлены основные методы прогнозирования водопритока в трещинно-поровых коллекторах и их преимущества и недостатки.

Таблица 1.

Основные методы прогнозирования водопритока в трещинно-поровых коллекторах

Группа методов	Примеры инструментов/подходов	Преимущества	Ограничения
Геофизические	3D/4D сейсморазведка, ГИС, микросейсмика	Пространственная детализация	Высокая стоимость, интерпретационные ошибки
Гидродинамическое моделирование	ГГДМ, численные модели, прогноз фронта воды	Возможность сценарного анализа	Требует больших

ISSN 3030-3907

			объёмов данных
Аналитические	Индексы водонасыщенности, карты изоплет	Быстрое применение	Ограниченная точность
Технологические	PLT, дебитные кривые, онлайн-мониторинг	Привязка к реальным данным	Локальный характер информации

Современная практика разработки трещинно-поровых коллекторов требует объединения геофизических, гидродинамических и производственных данных в единую систему анализа. Разрозненные методы дают лишь частичную картину, поэтому ключевым направлением является интеграция.

Предлагаемая интегрированная методика включает в себя следующие этапы:

1. **Сбор исходных данных**

- Геофизика (сейсморазведка, ГИС).
- История разработки (дебиты, обводнённость, давления).
- Результаты исследований ПГИ и PLT.

2. **Комплексная интерпретация**

- Выделение зон потенциального водопритока по совмещённым картам трещиноватости и гидродинамики.

- Создание цифровой модели коллектора (геолого-гидродинамическая модель).

3. **Прогнозирование сценариев**

- Численное моделирование движения фронта воды.
- Определение сроков обводнения ключевых скважин.
- Расчёт риска водопритока по каждому участку.

4. **Управление процессом**

-Оптимизация сетки добывающих и нагнетательных скважин.

-Селективные изоляционные работы (гелевые составы, цементирование).

-Регулирование режимов работы скважин (дебит, депрессия).

Основными преимуществами интегрированной методики являются:

-Повышение точности прогноза за счёт объединения разных источников информации.

- Снижение риска преждевременного обводнения.

- Оптимизация инвестиций в изоляционные работы.

ISSN 3030-3907

-Возможность оперативного мониторинга и корректировки решений.

Обсуждение и результаты.

Для проверки эффективности предложенного подхода были использованы данные по группе скважин трещинно-порового коллектора газоконденсатного месторождения. В качестве исходных данных были приняты:

- Начальная обводнённость продукции по фонду скважин: 5–7 %.
- Динамика за три года эксплуатации: рост обводнённости до 18–22 %.
- Давление в пластовой системе: от 120 до 140 атм.
- Основные осложнения: быстрый прорыв воды по трещинам, неравномерное распределение дебита.

Моделирование позволило получить следующие результаты:

1. В зонах интенсивной трещиноватости (юго-запад блока) срок прорыва воды в добывающие скважины составит 1,5–2 года при текущих режимах.

2. В центральной части блока риск обводнения ниже, прогнозируемое увеличение обводненности не превышает 10 % за 3 года.

В таблице 2 представлены результаты прогноза роста обводненности скважин.

Таблица 2.

Прогноз роста обводненности скважин

№ скв.	Текущая обводненность, %	Прогноз (через 1 год), %	Прогноз (через 3 года), %
12	8,5	12,0	20,5
15	6,0	9,0	14,5
21	5,2	7,5	10,8
24	7,3	10,5	18,2

Таким образом, применение селективной изоляции и регулирование режима эксплуатации показало, что:

-В скважинах с высоким риском водопритока после обработки гелеобразующими составами рост обводнённости удалось стабилизировать на уровне ≤ 12 %.

- Оптимизация депрессии на забое (снижение отборов на 15–20 %) позволила отложить прорыв воды на 1–1,5 года.

- Суммарная добыча газа за счёт применения методики увеличилась на 6,8 % по сравнению с контрольным сценарием без вмешательства.

ISSN 3030-3907

Рассмотренные примеры демонстрируют, что интегрированный подход к прогнозу и управлению водопритоком позволяет значительно повысить точность оценки рисков и эффективность принимаемых решений.

Стоит также отметить, что классические прогнозы обводнённости, основанные только на данных эксплуатации (дебиты, давление, динамика обводнённости), часто не учитывают геологическую неоднородность и характер трещиноватости. Это приводит к заниженной оценке скорости прорыва воды. В предложенной методике используется совмещение геолого-геофизических и гидродинамических данных, что обеспечивает более достоверное прогнозирование и позволяет выявлять зоны риска ещё на ранних этапах.

Практическая значимость предложенной методики для газовых месторождений выражается прежде всего в увеличении срока стабильной эксплуатации скважин, что существенно снижает эксплуатационные затраты. Для нефтяных месторождений применение интегрированной методики позволяет снизить темпы роста обводненности на 15–20 % и тем самым повысить конечный коэффициент извлечения нефти. В таблице 3 представлена сравнительная эффективность традиционных подходов и предлагаемой методики.

Таблица 3.

Сравнительная эффективность подходов

Методика	Точность прогноза срока прорыва воды	Снижение темпов роста обводненности	Дополнительная добыча
Традиционные методы	65–70 %	до 5 %	<2 %
Интегрированная методика	85–90 %	15–20 %	6–8 %

Кроме того, перспективным направлением является применение машинного обучения и нейросетевых моделей для выявления закономерностей роста обводнённости и автоматизации прогноза.

Выводы и предложения

Проведённые исследования подтвердили, что проблема водопритока в трещинно-поровых коллекторах остаётся одной из наиболее серьёзных при разработке газовых и нефтяных месторождений. Преждевременное обводнение скважин снижает добычу, увеличивает эксплуатационные затраты и уменьшает конечный коэффициент извлечения углеводородов. Предложенная интегрированная методика, объединяющая геолого-

ISSN 3030-3907

геофизический анализ, гидродинамическое моделирование и технологии селективной изоляции, показала:

- точность прогноза сроков прорыва воды повышается до 85–90 %;
- уровень обводнённости в проблемных скважинах удаётся стабилизировать ≤ 12 %;
- суммарная добыча углеводородов возрастает на 6–8 % по сравнению с традиционными методами.

Практическая значимость методики заключается в повышении надёжности прогноза и снижении риска неэффективных затрат на изоляционные работы. Она может быть рекомендована к широкому применению на месторождениях с трещинно-поровыми коллекторами, а дальнейшее развитие связано с использованием машинного обучения и интеллектуального анализа данных для автоматизации прогнозов и адаптации решений к изменяющимся условиям разработки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агилера Р. Естественно трещиноватые коллекторы. — Талса: PennWell Books, 1995. — 521 с.
2. Нельсон Р.А. Геологический анализ естественно трещиноватых коллекторов. 2-е изд. — Houston: Gulf Professional Publishing, 2001. — 332 с.
3. Гассеми А., Чжан Ц. Полуаналитическая модель прорыва воды в трещиноватых коллекторах // Journal of Petroleum Science and Engineering. — 2004. — Т. 41, № 1–3. — С. 57–69. — DOI: 10.1016/S0920-4105(03)00108-9.
4. Чен М., Бай Б. Количественная оценка водоотдачи в трещиноватых коллекторах // SPE Journal. — 2011. — Т. 16, № 4. — С. 913–922. — DOI: 10.2118/129930-PA.

ISSN 3030-3907

USTYURT GAZ KIMYO MAJMUASINI TABIIY GAZ BILAN TAMINLOVCHI SURGIL KONINING TANLANISH SABABLARI

Tajetdinov Muxammad Salamat uli
Toshkent kimyo texnologiya instituti t.f.d., prof.
E-mail: muxantajetdinov9904@gmail.com
Tel+998976509904
Adizov Bobirjon Zamirovich
Toshkent kimyo texnologiya instituti t.f.d.
Yuldashev Narbek Xudaynazarovich
Toshkent kimyo texnologiya institute

Annotatsiya. O‘zbekiston Respublikasining shimoli-g‘arbidagi Qoraqalpog‘istondagi Surg‘il konida O‘rta Osiyodagi eng yirik gaz-kimyo majmuasi qurilib, 2016 yil 21 may oyida foydalanishga topshirilgan**.** Ustyurt gaz-kimyo majmuasi (UGKM) O‘zbekistonning tabiiy gazni qayta ishlash sohasidagi strategik muhim investitsiya loyihalaridan biridir. Kompleksning xom ashyo bazasini ta’minlash uchun maydon tanlash masalasi hal qiluvchi ahamiyatga ega edi. Har tomonlama tahlillar natijasida Respublikaning shimoli-g‘arbiy qismida, Qoraqalpog‘iston hududida joylashgan Surgil gaz-kondensat koni tanlab olingan. Ushbu maqolada Surgil konining keng ko‘lamli gaz-kimyo loyihasini amalga oshirish uchun optimal tanlovga aylanishi sabablari ko‘rib chiqiladi.

Kalit sozlar. Kon strukturasi, tektonik tuzilishi, polietilen, polipropilen, gaz, kondensat, qatlam bosimi, qatlam harorati, seysmik qidiruvlar, litologik xususiyatlar, terrigen qatlamlar, neft va gaz infratuzilmasi.

Аннотация. На месторождении Сургиль в Каракалпакстане на северо-западе Республики Узбекистан построен и введен в эксплуатацию крупнейший в Средней Азии газохимический комплекс 21 мая 2016 года. Устюртский газохимический комплекс (угхк) является одним из стратегически важных инвестиционных проектов Узбекистана в сфере переработки природного газа. Решающее значение имел вопрос выбора площадей для обеспечения сырьевой базы комплекса.ннотация. На месторождении Сургиль в Каракалпакстане на северо-западе Республики Узбекистан построен и введен в эксплуатацию крупнейший в Средней Азии газохимический комплекс 21 мая 2016 года. Устюртский газохимический комплекс (угхк) является одним из стратегически важных инвестиционных проектов Узбекистана в сфере переработки природного газа. Решающее значение имел вопрос выбора площадей для обеспечения сырьевой базы комплекса. В результате комплексного анализа было выбрано Сургильское газоконденсатное месторождение, расположенное на северо-западе республики, на территории

ISSN 3030-3907

Каракалпакстана. В этой статье будут рассмотрены причины, по которым месторождение сургил стало оптимальным выбором для реализации крупномасштабного газохимического проекта.

Ключевые слова. Структура месторождения, тектоническая структура, полиэтилен, полипропилен, газ, конденсат, пластовое давление, пластовая температура, сейсмические исследования, литологические особенности, терригенные пласты, нефтегазовая инфраструктура.

Annotation. The Surghil field in Karakalpakstan in the northwest of the Republic of Uzbekistan has built the largest gas-chemical complex in Central Asia and was commissioned on may 21, 2016. Ustyurt gas-chemical complex (UGKM) is one of the strategically important investment projects in the field of natural gas processing of Uzbekistan. The issue of choosing an area for the provision of the raw material base of the complex was decisive.nnotation. The Surghil field in Karakalpakstan in the northwest of the Republic of Uzbekistan has built the largest gas-chemical complex in Central Asia and was commissioned on may 21, 2016. Ustyurt gas-chemical complex (UGKM) is one of the strategically important investment projects in the field of natural gas processing of Uzbekistan. The issue of choosing an area for the provision of the raw material base of the complex was decisive. As a result of comprehensive analysis, the Surgil gas-condensate field, located in the northwestern part of the Republic, on the territory of Karakalpakstan, was selected. This article will consider the reasons why the Surgil field becomes the optimal choice for the implementation of a large-scale gas-chemical project.

Keywords. Mining structure, tectonic structure, polyethylene, polypropylene, gas, condensate, layer pressure, layer temperature, seismic exploration, lithological properties, terrigenous layers, oil and gas infrastructure.

Kirish.

Surgil koni Qoraqalpog‘iston Respublikasi Mo‘ynoq tumani hududida, Orol dengizida, Mo‘ynoq shahridan 35 km shimoli-g‘arbda va Qo‘ng‘irot stansiyasidan 120 km shimoli-g‘arbda joylashgan bolib, geografik va geologik joylashishi, xom ashyo bazasi zahiralarining barqarorligi, texnologik muvofiqlik va iqtisodiy samaradorligi, quduqlarning joylashishi va ekspluatatsiya qilinayoqgan gorizonlarning tog‘ri tanlanishi jihatdan boshqa konlardan ajralib turadi. Aynan shu konning tanlanishi Ustyurt gaz-kimyo majmuasining ko‘p yil barqaror ishlashining asosiy omili bolib kelmoqda.

Aynan shu konning tanlanishida asosiy omillar quydagilar hisoblanadi:

1. Geografik afzalligi

Surg‘il koni Ustyurt platosi hududida joylashgan bo‘lib, bu uning geografik jihatdan UGCC qurilish maydoniga yaqinligini ta’minlaydi. Konning yaqinligi

ISSN 3030-3907

keng ko‘lamli transport infratuzilmasini qurish zaruratisiz majmuani xomashyo bilan ishonchli ta’minlaydi, bu esa kapital va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi (1-rasm). Bundan tashqari, konning barqaror geologik tuzilishi va polietilen va boshqa kimyo mahsulotlari ishlab chiqarish uchun qimmatli xom ashyo bo‘lgan etan moddasi ko‘p bo‘lgan tabiiy gazning boy zaxiralari bilan ajralib turadi.



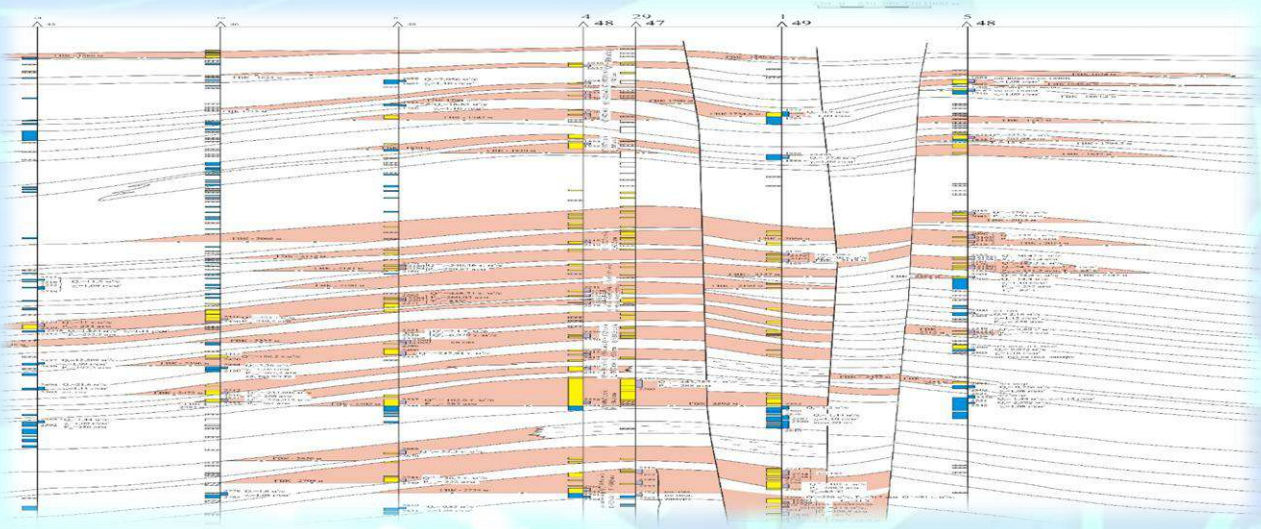
1-rasm. Surgil konining joylashishi

2. Geologik afzalligi

Surg‘il gaz koni birinchi marta 1998 yilda ishga tushirilgan, qidiruv va quduqlarni burg‘ulash ishlari “O‘zbekneftgaz” AJ korxonalari tomonidan amalga oshirilgan. 2006-yilda “O‘zbekneftgaz” aksiyadorlik jamiyati va Koreya gaz korporatsiyasi “Korea Gas Corporation” o‘rtasida Surg‘il konini kompleks o‘zlashtirish bo‘yicha memorandum imzolangan. Surgil gaz-kondensat konini qidirish va o‘zlashtirish jarayonida jami 223 ta quduq, jumladan, o‘tgan o‘zlashtirish davrida (2006 – 2015 yillar) 184 ta quduq qazildi. Bitta quduqning uzunligi 2950 metrni tashkil qiladi. Surg‘il konida mahsuldor konlarning chuqurligi: yuqori yura – 1590 – 2260 m; O‘rta yura – 2132 – 2921 m; Quyi yura – 2718 – 3006 m. Mahsuldor kesimdagi dastlabki qatlam bosimi 167,8 kgs / sm^2 (J31) dan 312,3 kgs / sm^2 (J11) gacha, qatlam harorati - 60,2˚C dan 86,4˚C gacha.

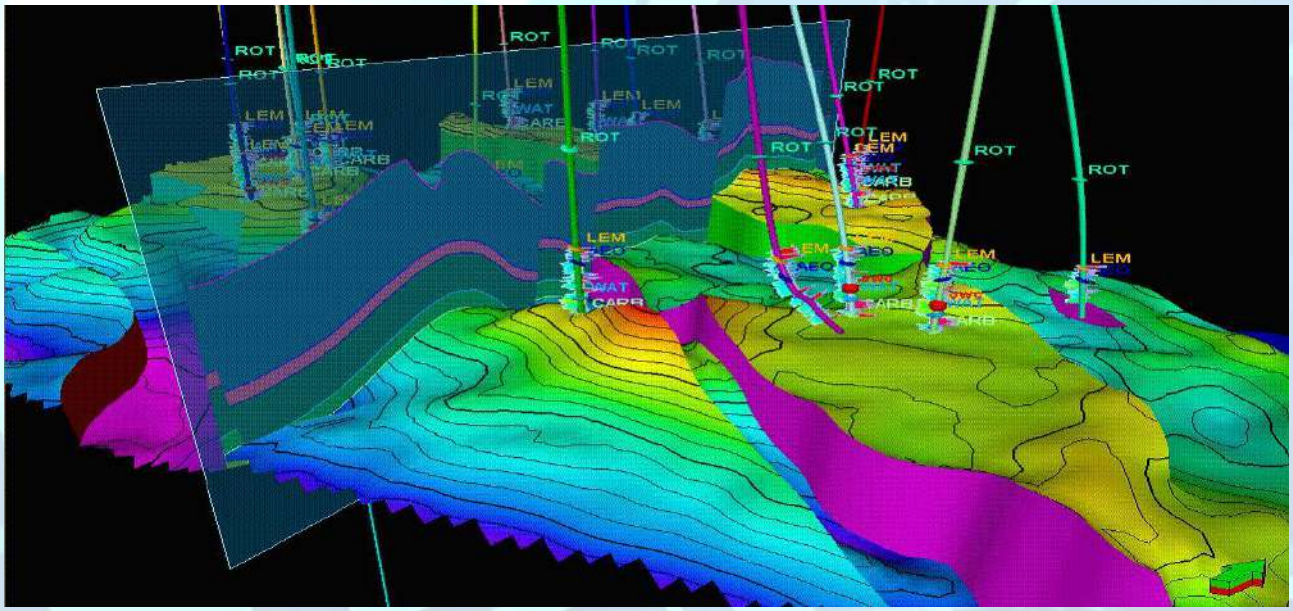
Seysmik ma’lumotlar va Surgil koni quduqlari uchastkalari o‘zaro bog‘liqligi natijalariga ko‘ra, strukturani to‘rtta tektonik bloklarga bo‘lgan uchta tektonik yoriqlar murakkablashgan, ularning har birida aniqlangan unumdor qatlamlar o‘ziga xos gaz-suv kontaktlariga (GSK) ega (2-rasm).

ISSN 3030-3907



2- rasm. Kon strukturasi

Konning sanoat gaz tarkibi o‘rta va yuqori yura davrining terrigen qatlamlari bilan bog‘liq bo‘lib, ularning litologik xususiyatlariga ko‘ra 22 ta mahsuldor qatlamlar ajratilgan (J31, J32, J33, J33a, J34, J35, J35a, J36, J37, J37a,J21, J21a, J22, J23, J24, J25, J26, J27, J28, J29, J210, J11).



3- rasm. Kon litologiyasi

3. Xom ashyo bazasi zahiralari va barqarorligi

Surgil konini tanlashning asosiy sabablaridan biri uning katta salohiyatidir. Surgil koni tabiiy gazning katta zahiralari bilan ajralib turadi - taxminan 130 milliard kubometr va yiliga 3,0 milliard kub metrdan ortiq tabiiy gaz qazib olinadi. Resurslarning bunday hajmi kompleksning uzoq muddatli barqarorligini ta'minlaydi va ishlab chiqarishni kengaytirishni rejalashtirish imkonini beradi. Ushbu kondagi C1 toifadagi gaz, kondensat va unga aloqador komponentlar zahiralari O‘zbekiston Respublikasi Davlat zaxiralari qo‘mitasi tomonidan (2007 yil 28 dekabrdagi 319-son bayonnomasi) quyidagi miqdorlarda tasdiqlanadi: gaz

ISSN 3030-3907

(ho‘l/quruq) - 135126/134034 million m^3; kondensat (geol./qayta tiklash) – 5874/4824 ming tonna; etan – 7137 ming tonna; propan – 4892 ming tonna; butan – 2407 ming tonna. Konda qazib olinadigan gaz gaz-kimyoviy qayta ishlash uchun optimal kimyoviy tarkibga ega bolib, bu tozalash xarajatlarini minimallashtiradi va ishlab chiqarish jarayonlari samaradorligini oshiradi. Bundan tashqari, qo‘shni konlarni (jumladan, Sharqiy Berdaq va Janubiy Surg‘il) o‘zlashtirish imkoniyati kelajakda barqaror ta’minot istiqbollarini kengaytiradi.

4. Texnologik infratuzilma va ishlab chiqarish quvvati

Surg‘il hududida allaqachon asosiy neft va gaz infratuzilmasi, jumladan quduqlar, elektr uzatish liniyalari va kirish yo‘llari mavjud bo‘lib, bu konni majmuaning ishlab chiqarish sikliga integratsiya qilish jarayonini sezilarli darajada soddalashtirdi. UGCC texnologik ehtiyojlariga yo‘naltirilgan yangi infratuzilma, jumladan, gaz quvurlari va gaz tozalash inshootlari ham yaratildi. Surgil kompressor stansiyasi (2025-yilning iyul oyida qurib bitkazildi) hozirda yiliga 1,8 milliard m^3 gacha gaz quyish imkonini berib, majmuaga yetkazib berish hajmini oshirmoqda.

5. Texnologik muvofiqlik va iqtisodiy samaradorlik

2015-yil sentabr oyidan boshlab gaz quduqlaridan keladigan barcha mahsulotlar “O‘zbekneftgaz” AJ va “Uz-Kor Gas Chemical” MChJ QK tomonidan qurilgan “Ustyurt gaz-kimyo majmuasi” ga yetkazib berilmoqda. Kon mintaqadagi gaz zaxiralari bo‘yicha eng yiriklaridan biri hisoblanadi - taxminiy zaxiralari taxminan 120 milliard m^3 gazni tashkil etadi, etan miqdori taxminan 4,8% ni tashkil qiladi, bu gaz kimyosi uchun muhimdir. Surgil yiliga 3-4,5 milliard m^3 gacha gaz, shuningdek, 115 ming tonnadan ortiq kondensat uchun xom ashyo yetkazib beradi, bu esa majmuaning barcha texnologik bloklarining ishlashini ta’minlaydi. Ustyurt gaz-kimyo majmuasida tabiiy gazni ko‘p bosqichli chuqur qayta ishlash natijasida qimmatbaho komponentlarni ajratib olish kozda tutilgan. Surgil gazining tarkibi UGCCda qo‘llaniladigan zamonaviy texnologiyalar, jumladan, polietilen va polipropilen ishlab chiqarish talablariga javob beradi. Ushbu kon xom ashyosiga asbob-uskunalarni texnologik moslashtirish tannarxni kamaytirib, mahsulot sifatini oshirish imkonini berdi. Surgilning tanlanishi uzoqroq yoki kamroq o‘rganilgan konlarga nisbatan kapital va operatsion xarajatlarni sezilarli darajada kamaytirishni ta’minladi. Bu loyihaning iqtisodini yaxshiladi va uning investitsion jozibadorligini oshirdi. Konni tanlashda O‘zbekiston va Janubiy Koreya kompaniyalarining loyihada birgalikda ishtirok etishi ham muhim rol o‘ynadi, chunki barqaror va sifatli xom ashyodan foydalanish investorlar uchun xavflarni minimallashtiradi. Bundan tashqari, transport yo‘nalishlarining qisqarishi energiya xarajatlari va atrof-muhitga ta’sirini kamaytiradi, bu birgalikda ichki va xalqaro

ISSN 3030-3907

bozorlarda mahsulotlarning raqobatbardoshligini oshiradi. Hamkorlikning ushbu yangi modeli xomashyo eksportidan qo‘shma ishlab chiqarishga o‘tish va yuqori qo‘shimcha qiymatga ega mahsulotni tashqi bozorga eksport qilishni nazarda tutadi.

6. Ekologik va ijtimoiy jihatlar

Surgil konini o‘zlashtirish ekologik me’yorlarga rioya qilish zarurati bilan bog‘liq edi. Ustyurt hududi zaif ekologik tizim bilan ajralib turadi, shuning uchun loyiha atrof-muhitga ta'sirni baholash va salbiy ta'sirlarni minimallashtirish choralarini o‘z ichiga oladi. Kompleksga yaqin joyda joylashgan konni tanlash transport hajmini kamaytirish va tegishli chiqindilarni kamaytirish orqali atrof-muhitga salbiy ta’sirni minimallashtiradi. Loyihaning amalga oshirilishi hudud rivojiga xizmat qilmoqda: yangi ish o‘rinlari yaratilmoqda, infratuzilma yaxshilanmoqda, mahalliy aholining turmush darajasi oshib bormoqda

Xulosa. Ustyurt gaz-kimyo majmuasini xomashyo bilan ta’minlash uchun Surgil konini tanlashda quyidagi omillar kombinatsiyasi belgilandi: geografik yaqinlik, boy zaxiralar, infratuzilmaning mavjudligi, iqtisodiy maqsadga muvofiqligi va mintaqani barqaror rivojlantirish imkoniyati. Bunday strategik yondashuv Markaziy Osiyodagi eng yirik sanoat loyihalaridan birini samarali amalga oshirish imkonini berdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. O‘zbekiston Respublikasi Davlat geologiya va mineral resurslar qo‘mitasi. Surgil konida hisobot. – Nukus, 2023. – 120 b.
2. Ustyurt gaz-kimyo majmuasi materiallari. Rasmiy veb-sayt. URL: https://ustyurt-gkhk.uz (kirish sanasi: 20.07.2025).
3. Ivanov A. V., Smirnova L. N. Tabiiy gazni qayta ishlash texnologiyalari. – Toshkent: “Nauka” nashriyoti, 2021. – 350 b.
4. Project Finance International jurnali – “Neft-kimyo sanoati” nashriyoti, 2012.
5. PFI Thompson Reuters va PFM Euromoney jurnali. – “Xalqaro axborot-tahlil agentliklari” nashriyoti “yil bitimi”, 2013.

ISSN 3030-3907

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВО КИСЛОТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ СКВАЖИН

Азизова Дилором Гайратовна

Доцент Каршинского Государственного Технического Университета

E-mail: azizovadilorom1972@gmail.com

Аннотация: В этой статье приведены физико-химические основы кислотного воздействия на призабойную зону, включают растворение карбонатных пород и других отложений, ухудшающих проницаемость пласта, путем применения кислотных реагентов, таких как соляная кислота, для увеличения продуктивности скважины. Процесс включает закачку кислоты в ПЗС для химической реакции с породой и отложениями, что приводит к расширению каналов и улучшению фильтрации нефти.

Ключевые слова: воздействия на призабойную зону, физико-химические основы кислотного воздействия, применения уксусного, сульфаминового, фтористоводородного.

Annotatsiya: Ushbu maqola quduq qudug'iga yaqin zonani kislota bilan ishlov berishning fizik-kimyoviy tamoyillari, jumladan, quduq mahsuldorligini oshirish uchun xlorid kislotasi kabi kislotali reagentlar yordamida qatlam o'tkazuvchanligini buzadigan karbonat tog' jinslari va boshqa konlarni eritish bilan bog'liq. Jarayon quduq zonasiga kislotani quyish va tosh va cho'kindi moddalar bilan kimyoviy reaksiyaga kirishishni o'z ichiga oladi, bu esa kanalning kengayishiga va neft filtratsiyasining yaxshilanishiga olib keladi.

Kalit so'zlar: quduq zonasiga ta'siri, kislota ta'sirining fizik-kimyoviy tamoyillari, sirka, sulfamik, gidroftoriklardan foydalanish.

Annotation: This article presents the physicochemical principles of acid treatment of the near-wellbore zone, including the dissolution of carbonate rocks and other deposits that impair formation permeability by using acidic reagents such as hydrochloric acid to increase well productivity. The process involves injecting acid into the wellbore to chemically react with the rock and sediment, causing the channels to widen and improve oil filtration.

Key words: impact on the bottomhole zone, physical and chemical bases of acid impact, use of acetic, sulfamic, hydrofluoric.

Введение

Производительность нефтяных и газовых скважин и поглотительная способность нагнетательных зависят главным образом от проницаемости пород, складывающих продуктивный пласт. Чем выше проницаемость пород в зоне действия той или иной скважины, тем больше производительность или приемистость ее, и наоборот.

ISSN 3030-3907

Проницаемость пород одного и того же пласта может резко изменяться в различных его зонах или участках. Иногда при общей хорошей проницаемости пород пласта отдельные скважины вскрывают зоны с пониженной проницаемостью, в результате чего ухудшается приток нефти и газа к ним.

Естественная проницаемость пород под влиянием тех или иных причин также может с течением времени ухудшаться. Так, при закачивании скважин бурением призабойные зоны их часто загрязняются отфильтровавшимся глинистым раствором, что приводит к закупорке пор пласта и снижению естественной проницаемости пород.

При эксплуатации нефтяных и газовых скважин проницаемость пород в призабойной зоне может резко ухудшиться из-за закупорки пор парафинистыми и смолистыми отложениями, а также глинистыми частицами.

Призабойная зона нагнетательных скважин загрязняется различными механическими примесями, имеющимися в закачиваемой воде (ил, глина, окислы железа и т. п.).

Проницаемость пород призабойной зоны скважин улучшают путем искусственного увеличения числа и размеров дренажных каналов, увеличения трещиноватости пород, а также путем удаления парафина, смол и грязи, осевших на стенках поровых каналов.

Физико-химические свойства при кислотном воздействии на призабойную зону скважин проявляются в способности кислот растворять карбонатные породы и глинистые минералы, образуя фильтрационные каналы и увеличивая проницаемость пласта. Это приводит к снижению фильтрационного сопротивления, очистке пор от загрязнений (парафинов, смол) и, как следствие, к интенсификации притока флюида из пласта в скважину.

Методы воздействия на призабойную зону скважин. Методы увеличения проницаемости пород призабойных зон скважин можно условно разделить на химические, механические, тепловые и физические. Часто для получения лучших результатов эти методы применяют в сочетании друг с другом или последовательно. [2]

Выбор метода воздействия на призабойную зону скважин определяется пластовыми условиями. Химические методы воздействия дают хорошие результаты в слабопроницаемых карбонатных породах. Их успешно применяют также в сцементированных песчаниках, в состав которых входят карбонатные включения и карбонатные цементирующие вещества.

ISSN 3030-3907

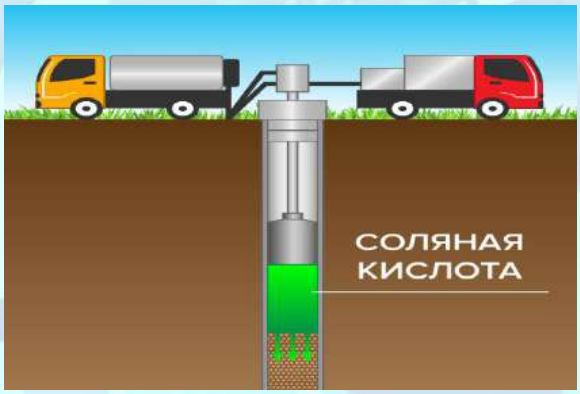
Механические методы обработки применяют обычно в пластах, сложенных плотными породами, с целью увеличения их трещиноватости.

Тепловые методы воздействия применяются для удаления со стенок поровых каналов парафина и смол, а также для интенсификации химических методов обработки призабойных зон.

Физические методы предназначаются для удаления из призабойной зоны скважины остаточной воды и твердых мелкодисперсных частиц, что в конечном итоге увеличивает проницаемость пород для нефти.[1]

Физико-химические свойство кислотной обработки воздействия на призабойную зону. Одним из распространенных способов обработки ПЗС является применение соляной кислоты.

Обработка скважин соляной кислотой характеризуется сравнительной простотой технологических операций, дешевизной и достаточной эффективностью.



Кислотное воздействие на пласт производится с целью восстановления и увеличения продуктивности скважин в случае, если продуктивность ограничена состоянием ствола скважины, перфорационных каналов и призабойной зоны. Кислотные воздействия различаются по глубине (объему воздействия) и технологии.

Физико-химические основы кислотного воздействия на призабойную зону, включают растворение карбонатных пород и других отложений, ухудшающих проницаемость пласта, путем применения кислотных реагентов, таких как соляная кислота, для увеличения продуктивности скважины. Процесс включает закачку кислоты в ПЗС для химической реакции с породой и отложениями, что приводит к расширению каналов и улучшению фильтрации нефти.

При закачке водных растворов соляной кислоты в породу происходит растворение карбонатных породообразующих минералов, а также различных привнесенных в пласт загрязняющих частиц.

При закачке водных растворов соляной кислоты в породу происходит растворение карбонатных породообразующих минералов, а также различных привнесенных в пласт загрязняющих частиц.

Кроме соляной кислоты при химических методах воздействия можно применять уксусную, сульфаминовую, фтористоводородную и другие

ISSN 3030-3907

кислоты. Взаимодействие растворов кислот с составляющими порода происходит по следующим реакциям:

1) раствор соляной кислоты с известняком и с доломитом

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2;$$

$$CaMg\ (CO_3)_2 + 4HCл = CaCl_2 + MgCl_2 + 2H_2O + 2CO_2;$$

2) раствор уксусной кислоты с карбонатными составляющими породы

$$CaCO_3 + 2CH_3COOH = Ca(CH_3COO)_2 + H_2O + CO_2;$$

3) раствор сульфаминовой кислотой с карбонатными составляющими

$$CaCO_3 + 2H_2CO_3 = Ca(H_2CO_3)_2 + H_2O + CO_2.$$

Хлористый кальций ($CaC1_2$) и хлористый магний ($MgCl_2$) — это соли, хорошо растворимые в воде — носителе кислоты, образующейся в результате реакции. Углекислый газ (CO_2) также легко удаляется из скважины либо при соответствующем давлении (свыше 7,6 МПа) растворяется в той же воде.

Однако в кислоте всегда присутствуют примеси, которые при взаимодействии с ней могут образовать не растворимые в растворе нейтрализованной кислоты осадки. Выпадение этих осадков в порах пласта снижает проницаемость ПЗС.

К числу таких примесей относятся следующие.

1. Хлорное железо ($FeC1_3$), образующееся в результате гидролиза гидрата окиси железа [$Fe(OH)_3$], выпадающего в виде объемистого осадка.

2. Серная кислота $Х_4CO_2$ в растворе при ее взаимодействии с хлористым кальцием $CaC1_2$ образует гипс ($CaCO_4$* $2H_2O$), который удерживается в растворе лишь в незначительных количествах. Основная масса гипса выпадает в осадок в виде волокнистой массы игольчатых кристаллов.

3. Некоторые реагенты, вводимые в раствор кислоты в качестве антикоррозионных добавок (например, ингибитор ПБ-5).

4. Фтористый водород и фосфорная кислота, которые при некоторых технологических схемах производства соляной кислоты в ней присутствуют и при реагировании с карбонатами образуют в пласте нерастворимые осадки фтористого кальция (CaF_2) и фосфорнокислого кальция ($Ca_3(PO_4)_2$).

Для обработки скважин обычно готовится раствор соляной кислоты с содержанием чистой $HC1$ в пределах 10—15%, так как при большом ее содержании нейтрализованный раствор получается очень вязким, что затрудняет его выход из пор пласта. Температура замерзания 15%-ного раствора $HC1$ равна минус 32,8 °С.

Рецептуру приготовления раствора отрабатывают либо в промысловых лабораториях, либо в исследовательских институтах.

ISSN 3030-3907

К раствору *HC1* добавляют следующие реагенты:

1. *Ингибиторы* — вещества, снижающие коррозионное воздействие кислоты на оборудование, с помощью которого раствор HC1 транспортируют, перекачивают и хранят. Обычно ингибиторы добавляются в количестве до 1 % в зависимости от типа ингибитора и его исходной концентрации.

В качестве ингибиторов используют:

- формалин (0,6%), снижающий коррозионную активность в 7—8 раз;
- уникол — липкую темно-коричневую жидкость (например, уникол ПБ-5) (0,25-0,5 %), снижающую коррозионную активность в 30—42 раза.

Для высоких температур и давлений разработан ингибитор — реагент *И-1-А* (0,4%) в смеси с уротропином (0,8%), снижающий коррозионную активность (при т = 87 °С и р = 38 МПа) до 20 раз. Ингибитор катапин А считается одним из лучших. При дозировке 0,1 % от объема рабочего кислотного раствора он в 55—65 раз снижает коррозионную активность раствора, при 0,025% (0,25 кг на 1 $м^3$ раствора)—в 45 раз. Однако его защитные свойства сильно ухудшаются при высоких температурах. Поэтому при т = 80—100 °С его дозировка увеличивается до 0,2 % с добавкой 0,2 % уротропина. Кроме того, катапин А является хорошим катионоактивным ПАВ.

Имеются и другие реагенты, используемые для снижения коррозионной активности раствора *HC1*.

2. *Интенсификаторы* — поверхностно-активные вещества (ПАВ), снижающие в 3—5 раз поверхностное натяжение на границе нефти — нейтрализованная кислота, ускоряющие и облегчающие очистку призабойной зоны от продуктов реакции и от отреагировавшей кислоты. Добавка ПАВ увеличивает эффективность кислотных обработок. Некоторые ингибиторы, такие как катании А, катамин А, мервелан К (0), одновременно выполняют роль интенсификаторов, так как являются и активными ПАВ. В качестве интенсификаторов используют также такие ПАВ, как ОП-10, ОП-7, 44—11, 44—22 и ряд других. Учитывая потерю ПАВ на поверхности породы в результате абсорбции в головной части нагнетаемого раствора *HC1*, концентрацию реагента увеличивают примерно в 2—3 раза.

3. *Стабилизаторы* — вещества, необходимые для удерживания в растворенном состоянии некоторых продуктов реакции примесей раствора HC1 с железом, цементом и песчаниками, а также для удаления из раствора соляной кислоты вредной примеси серной кислоты и превращения ее в растворимую соль бария

ISSN 3030-3907

$$H_2CO_4 + BaCl_2 = BaCO_4 + 2HCl.$$

В этом случае раствор HC1 перед закачкой в скважину обрабатывают раствором хлористого бария ($BaCl_2$). Образующийся сернокислый барий ($BaCO_4$) легко удерживается в растворе и удаляется из пор пласта в жидком состоянии вместе с другими продуктами реакции.[4]

Заключение. Кислотная обработка скважин заключается в заливке или закачке в скважину и продавливании в приствольную зону водоносного или нефтеносного пласта жидкостью или воздухом под давлением (допускаемым прочностью обсадной колонны скважины) ингибированных кислотосодержащих растворов на основе соляной, фтористоводородной, уксусной и сульфаминовой кислот или их смесей. Пласты, сложенные карбонатными породами, обрабатывают водным раствором 12-15% ной соляной кислоты с добавками 3-5% уксусной кислоты, 0,1-0,5% поверхностно-активных веществ или 15-20% ным водным раствором сульфаминовой кислоты. Обработка песчано-глинистых пластов проводится тем же солянокислым раствором с добавкой 2-3% фтористоводородной кислоты.

Во время взаимодействия кислотного раствора с породой скважину герметизируют клапанной задвижкой в устьях, пакером или одинарным тампоном в призабойном интервале. Время реагирования кислотного раствора при обработке карбонатных пластов 2-3 ч, песчано-глинистых — 24 ч. Объём кислотного раствора на 1 м толщины обрабатываемого нефтеносного пласта 0,5-2,5 $м^3$ и зависит от радиуса обработки приствольной зоны скважины и проницаемости пласта, в слабопроницаемых пластах — 0,5-1,0 $м^3$, в сильнопроницаемых пластах — 1,0-2,5 $м^3$. Если осадки на стенке скважины содержат не только минеральные, но и органич. вещества, то после промывки её соляной кислотой фильтр повторно обрабатывается в течение 12-18 ч органич. растворителями (керосин, дизельное топливо), после чего проводится контрольная откачка пластовой жидкости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочная книга по добыче нефти. В.В.Андреев, К.Р.Уразов, В.У.Далимов.; Под.ред. К.Р.Уразов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000 – 374с.
2. Элияшевский И.В. Технология добычи нефти и газа. Учебник. Недра, Москва, 1976 г., 256 стр., УДК: 622.276.5.
3. Матвеев С.Н. Справочная книга по добыче нефти. НГДУ Комсомольскнефть, 2001 г., 269 стр.

ISSN 3030-3907

4. Temirov, A. H. O. G. L., O'G'Li, G. A. H., & Nosirov, S. N. O. G. L. (2024). Kondensatsiya usuli yordamida gazni qayta ishlash texnologiyasi. Science and Education, 5(3), 204-210.
5. Temirov A. H., To'raqulova M. Q. & Izzatov D. H. (2024). ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ. Development Of Science, 4(1), pp. 19-24.
6. Alisher hoshim o'g'li, T., & Husan o'g'li, S. D. (2024). Dizel Yoqilg 'Isi Tarkibidan Parafinni Adsorbsion Usulda Ajratib Olish Texnologik Tizimi Tahlili. Miasto Przyszłości, 46, 271-275.

ISSN 3030-3907

PAYVANDLANUVCHI METALLARNING KIMYOVIY TARKIBINI ILMIY TAHLIL QILISH ASOSIDA PAYVAND SIMLARINING KIMYOVIY TARKIBINI TANLASH.

Rustamova Mashhura Umarovna,
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Toirov Murtoza Shavkidinovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Rustamov Farrux Umarovich
NMZ ishlab chiqarish birlashmasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada payvand simlarning kimyoviy tarkibi va kimyoviy xossalari, mexanik xossalari haqidagi ma’lumotlarni o‘z ichiga oladi va shu bilan bir qatorda o‘tkazilgan eksprimental ilmiy tadqiqodlar, tajribalar, nazariy tahlillar asosidagi natijalarni ham ko’rsatilgan.

Kalit so‘zlar: payvandlash texnologiyasi, payvandlanuvchi metall, kimyoviy tarkib tahlili, payvand simlari, payvand simlari tarkibini tanlash, qotishma elementlar, mexanik xossalar

Аннотация. В статье приведены сведения о химическом составе и химических свойствах сварочной проволоки, а также механических свойствах, а также результаты, основанные на экспериментальных научных исследованиях, экспериментах и теоретических анализах.

Ключевые слова: технология сварки, свариваемый металл, анализ химического состава, сварочная проволока, выбор состава сварочной проволоки, легирующие элементы, механические свойства

Abstract. This article contains information on the chemical composition and chemical properties of welding wires, as well as mechanical properties, and also presents the results based on experimental scientific studies, experiments, and theoretical analyses.

Keywords: welding technology, weldable metal, chemical composition analysis, welding wires, selection of welding wire composition, alloy elements, mechanical properties

Kirish

Sanoatda metall konstruksiyalar va sanoat jihozlarini payvandlash yo‘li bilan yig‘ish va ishlab chiqarish uchun past uglerodli po‘latlar tavsiya etiladi. Past uglerodli po‘latlar keng miqiyosda qirilish sohasining payvandlash bilan boruvchi barcha sohalarida, mashinasozlikda, ko‘priklar qurishda va shunga o‘xshash bir-qancha sohalarni ko‘rsatishimiz mumkin. Past uglerodli po‘latlar o‘zining yuqori darajadagi qovushqoqligi bilan metall prokatlar ishlab chiqarishda alohida o‘rin tutadi. Metall tarkibida uglerod miqdori qancha kam bo‘lsa payvandlash jarayonidan so‘ng haroratni

ISSN 3030-3907

pasayishi yuz berganda turli ko‘rinishdagi yoriqlarni ham hosil bo‘lishi shuncha kam bo‘ladi.

Ushbu metallarning texnik xarakteristikasini quyidagicha keltirib o‘tamiz:

1. Uglerod miqdori 0,25% past bo‘lgan po‘latlarda, toblab qattiqlikni oshirish kabi xususiyatlari bo‘lmaydi va shu bilan bir qatorda payvandlangan choklarda yoriqlar paydo bo‘lish ehtimoli yo‘q yoki o‘ta past;

2. Yuqori egiluvchanlik va qovushqoqlik payvand chokida paydo bo‘luvchi ichki zo‘riqish kuchini teng taqsimlanishini ta’minlaydi;

3. Payvandlashning hamma turi bilan payvandlaganda MMA (qo‘lda payvandlash ishlarini amalga oshirilganda), MIG/MAG (yarim avtomat holatda payvandlash ishlari amalga oshirilganda), TIG (argon gazi bilan payvandlash ishlarini amalga oshirilganda) atsitelen – kislorod gazi bilan payvandlash ishlarini amalga oshirilganda sifatli payvand choklari hosil bo‘lib ichki kuchlanish kuchini teng tarqalishi yaxshi amalga oshadi;

4. Payvanlanayotgan jihoz devorining qalinligi o‘ta qalin bo‘lmagan hollarda payvand chokini payvandlash uchun ortiqcha qizdirish talab etilmaydi;

5. Payvandlashdan so‘ng barqaror mexanik xossaga ega bo‘ladi, po‘latning bunday xususiyatga ega bo‘lish, javobgarligi o‘ta yuqori bo‘lgan texnologik konstruksiyalarni tayyorlashda yuqori moyillik bilan talab etilishini anglatadi.

Uglerod miqdori va oltingugurt, fosfor miqdorining ma’lum bir chegarada keklanishi metallarning texnologik xususiyatlariga o‘z tasirini ko‘rsatadi, korxonalarda foydalanilayotgan sonoat jihozlari past uglerodli po‘latlardan payvandlab yig‘ilganda GOST380-2013 bilan nazorat qilinuvchi oddiy sifatli po‘latlarga nisbatan, GOST1050-2013 va GOST 5520-79 standartlar ostida nazorat qilinuvchi sifatli po‘latlar, sanoatda ko‘p qo‘llaniladi va sanoat jihozlarini payvandlash yo‘li bilan yig‘ib ishlab chiqarishda qo‘llaniladi. Korxonalarda sanoat jihozlari turli bosim va endotermik, ekzotermik muhit holatlari inobatga olingan holda GOST380-2013 bilan ishlab chiqariluvchi metall prokatlardan payvandlash yo‘li bilan quvurlar, sisternyalar va sig‘imbardosh idishlar ishlab chiqarishga ruxsat etilmaydi.

1-jadval.

Po‘lat markasi	Uglerod miqdori %	Po‘lat kimyoviy tarkibini nazorat qiluvchi standartlar	Texnologik xossalari	Fosfor miqdori %	Oltingugurt miqdori %
St0	0,06-0,23	GOST380-2015	Yuqori harorat va bosimda ish-lovchi jihozlar	0,04	0,05

ISSN 3030-3907

			tayyorlash uchun tavsiya etil-maydi		
St1	0,06-0,12	GOST380-2015	Bu ham	0,04	0,05
St2	0,09-0,15	GOST380-2015	Bu ham	0,04	0,05
St3	0,14-0,22	GOST380-2015	Bu ham	0,04	0,05
St10	0,07-0,14	GOST1050-2013 GOST 5520-79	Yuqori harorat va bosimda ish-lovchi jihozlar tayyorlash uchun tavsiya etiladi	0,035 gacha	0,035 gacha
09G2S	0,9-0,12	GOST19281-2014	Bu ham	0,03 gacha	0,035 gacha

Oson payvandlanuvchi metallar guruhini (2-jadval)da keltirib o‘tamiz, ushbu guruh metallar tarkibidagi nometall brikmalar ulushi foizlar hisobida (1-jadval)da keltirib o‘tamiz.

2-jadval.

Oson payvanlanuvchi va sifatli payvand choklarini hosil qiluvchi metallar guruhini quyidagi jadvalda keltirib o‘tamiz

Po‘lat markasi	Uglerod miqdori %	Nisbiy oquvchanlik chegarasi (MPa)	Nisbiy mustahkamlik chegarasi (MPa)
St3	0,12–0,22	235–345	370–510
09G2S	0,09–0,14	315–390	470–620
St 10-25	0,12–0,22	235–345	370–510
A500C (prokatlangan armatura)	0,17–0,22	500	550–600

Katta diametrli magistral quvurlar va boshqa turdagi sanoat jihozlari asosan 09G2S metalidan loyihalanadi. Ushbu metalning kimyoviy tarkibi (1 va 2-jadval)da keltirib o‘tamiz, 09G2S metali past uglerodli po‘latlar turkumiga kiruvchi metall bo‘lib, kimyo sanoati va avtomobil, temiryo‘l transporti yuk tashuvchilari uchun turli geometrik shakl va parametrdagi sig‘imbardosh idish(sosud)lar, sisternalar va hokozo jihozlar payvandlash yo‘li bilan yig‘iladi va ishlab chiqariladi.

ISSN 3030-3907

09G2S metalidan tayyorlanuvchi sanoat jihozlari choklarida payvand quyimlarini hosil qilishda, payvand simlarining kimyoviy tarkibi GOST 2246-70 talablariga javob berishi qatiyan talab etiladi. Past uglerodli po‘latlardan, past legirlangan po‘latlardan va yuqori legirlangan po‘latlardan tayyorlangan sanoat jihozlarining qisimlarini yig‘ib payvandlashda qo‘llaniluvchi payvand simlarining markalarini quyidagi (3-jadval)da keltirib o‘tamiz.

3-jadval.

Sig‘imbardosh idishlar, sisternyalar va quvurlarni tayyorlashda qo‘llanuluvchi payvand simlarining nomlanishi va kimyoviy tarkibi

Payvand simining markasi	Payvand simining markasi	Standart talablari asosida ishlab chiqarilishi
UONI 13/45	Sv-08A yoki Sv-08AA	GOST 2246-70
UONI 13/55	Sv-08A	GOST 2246-70
NJ 13	Sv-08X19N10M3B	GOST 2246-70
OZL 6	Sv-07X25N13	GOST 2246-70 TU 3-1050-83
OZL 7	Sv-01X19N9 yoki Sv-04X19N9	GOST 2246-70 TU 3-1050-83
EA-400/10U	Sv-04X19N11M3	GOST 2246-70
SL 11	Sv-08X19N10B	GOST 2246-70
Avtomat payvandlash dastgohlari uchun	Sv-08G2S	GOST 2246-70

Sanoat jihozlarini payvandlash uchun payvand simlarining mexanik xossalari

Ultra to‘lqinli tebranishlar zarbi bilan payvand choki va chok atrofi hududlariga ishlov berish texnologiyasi biz tomondan tavsiya etilayotgan yangi texnologik jarayon bo‘lib, ratsional optimallashtirilgan texnologik usul hisoblanadi. Ultra to‘lqinli tebranishlar zarbi bilan payvand choki va chok atrofi hududlariga ishlov berish texnologiyasi, Respublikamizda payvandlash yo‘li bilan katta diametrli magistral quvurlar, sisternyalar, katta hajmdagi sig‘imbardosh idishlar tayyorlashga ruxsat etilgan korxonalar uchun iqtisodiy ko‘rsatkichlari yuqori bo‘lgan optimal va ratsional texnologik jarayon hisoblanadi. Ushbu optimal texnologik jarayon payvand choki va chok atrofi metallarining mexanik xossalarini yaxshilashda o‘ta ratsional texnologik

ISSN 3030-3907

jarayon deb baholash bilan bir qatorda, payvand choki va chok atrofi metallarinin zarbiy qovushqoqligi va elastikligi yuqori ko‘rsatgichda ta’minlanadi.

Xulosa. Past legirlangan po‘latlar guruhiga kiruvchi 09G2S markali po‘latlar, tarkibidagi uglerodning foizi 0,09% atrofida ekanligi tufayli payvandlanish xususiyatini yuqoriligi bilan alohida ajralib turishi aniqlandi. Hosil qilingan payvan choki va issiqlik ta’sir etgan chok atrofi hududlarini 500-600^0 C atrofida 50Gs/sek chastotali zarb bilan urib ishlov berishimiz natijasida kristal panjara strukturalarida martensit donalarning teng taqsimlanishi vujudga kelib, natijada elastiklik va qovushqoqlikni vujudga kelishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Васильев А.А. Возникновение колебаний глубины парогазового канала при лучевых способах сварки / А.А. Васильев, В.А. Ерофеев, В.А. Судник // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2014. – № 7. – С. 130-141.
2. Судник В.А. Численная модель процесса электронно-лучевой сварки с экспериментальной проверкой / В.А. Судник, В.А. Ерофеев, К.Г. Рихтер, К.У. Хайнс // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2008. – № 2. – С. 233-243.
3. Терентьев Е.В. Влияние скорости сварки на формирование шва при ЭЛС со сквозным проплавлением / Е.В. Терентьев, В.К. Драгунов, А.П. Слива, А.В. Щербаков // Сварочное производство. – 2014. – № 2. – С. 25-29.
4. Драгунов В.К. Прогнозирование режимов ЭЛС при изготовлении многошовных конструкций / В.К. Драгунов, М.С. Грибков, В.Н. Мартынов, А.Г. Сысоев // Сварочное производство. – 2015. – № 1. – С. 20-22.

ISSN 3030-3907

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЕНОГАСИТЕЛЯ В ПРОЦЕССАХ ПЕНООБРАЗОВАНИЯ И ПЕНОГАШЕНИЯ ПРИ АБСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКЕ КИСЛЫХ ГАЗОВ

Махмудов Мухтор Жамолович

д.х.н., профессор кафедры "Переработка нефти" Бухарского государственного технического университета

Рамазонов Бахром Гафурович

д.ф.т.н., доцент кафедры Химическая технология Бухарского государственного технического университета

E-mail: b.ramazanov75@mail.ru

Аннотация. Цель статьи заключается в обсуждении процесса пенообразования при абсорбционной очистке кислых газов, возникающее при абсорбционной очистке кислых газов в абсорберах, а также рассмотрены причины вспенивания растворов, эффективность и зависимость пенообразования от состава продукта, а также профилактика вышеперечисленных процессов, способы подавления образующейся пены, выбор пеногасителя, изучение механизма его действия. В статье также рассматривается зависимость эффективности пеногасителя от концентрации пенообразующих веществ и соответствующие выводы по влиянию концентрации пеногасителя.

Ключевые слова: очистка кислых газов, пенообразование, подавление пены, устойчивость пены, поверхностно-активное вещество, пеногашение, абсорбер, десорбер, гетерогенное пеногашение.

Annotatsiya. Ushbu maqolada absorberlarda nordon gazlarni yuttirish jarayonida sodir bo`ladigan ko'piklanish, shuningdek, ko'pikli eritmalar paydo bo'lishining sabablari, ko'piklanish samaradorligining mahsulot tarkibiga bog'liqligi, yuqorida aytib o'tilgan jarayonlarning oldini olish, ko'pik hosil bo'lishini bostirish usullari, ko'pikni tozalash vositalarini tanlash va ularning ta'sir qilish mexanizmi o'rganiladi. Maqolada, shuningdek, ko`pikso`ndirgichning samaradorligi va ko'pik hosil qiluvchi moddalar kontsentratsiyasi o'rtasidagi bog'liqlik ko'rib chiqiladi va ko`pikso`ndirgich konsentratsiyasining ta'siri bo'yicha xulosalar chiqariladi.

Kalit so'zlar: kislotali gazlarni tozalash, ko'piklanish, ko'pikni bostirish, ko'pikning barqarorligi, sirt faol moddasi, ko'pikni yo'qotish, changni yutish, desorber, heterojen ko'pikni yo'qotish.

Abstract. The purpose of the article is to discuss the foaming process during absorption cleaning of acid gases, which occurs during absorption cleaning of acid gases in absorbers, and also considers the causes of foaming of solutions, the

ISSN 3030-3907

effectiveness and dependence of foaming on the composition of the product, as well as prevention of the above processes, methods for suppressing the resulting foam, the choice of an antifoam, and the study of the mechanism of its action. The article also considers the dependence of the effectiveness of the antifoam on the concentration of foaming substances and the corresponding conclusions on the effect of the concentration of the antifoam.

Key words: acid gas purification, foaming, foam suppression, foam stability, surfactant, foam suppression, absorber, desorber, heterogeneous foam suppression.

Введение.

Пенообразование наблюдается во многих производственных секторах нефтегазохимической промышленности, и это явление вызывает серьезные проблемы в технологическом процессе или приводит к ухудшению качества получаемых продуктов [1]. Пенообразование обычно наблюдается в установках очистки и осушки газов во многих случаях. Оно образуется при абсорбционной очистке газов от кислых компонентов с использованием аминов или при осушке газов от влаги с использованием гликолей. Эти абсорбционные процессы являются двумя различными по своей функции и сути процессами, а из-за различий в используемых в них реагентах и химическом составе природных и нефтяных газов условия проведения процессов, факторы, влияющие на образование пены, и образующаяся пена также различны.

Методы исследования. Для предотвращения пенообразования в процессах очистки газа применяются различные методы. Традиционные технологические решения (снижение воздухововлечения, изменение состава и pH растворов), используемые в производстве, как правило, недостаточны [2], поэтому на современных нефтегазохимических заводах для предотвращения пенообразования могут применяться различные физические (прежде всего механические) и химические методы [3].

Механический метод подавления пены, используемый в промышленности, включает в себя различное вращательное оборудование (смесители, диски, центрифуги, сепараторы, импеллеры и т. д.). При этом разрушение пены происходит под воздействием критических напряжений в воздухе, паре или жидкости и за счет деформации пленки или ускорения процессов синерезиса пены. Рациональная классификация этих методов разрушения пены и технические расчеты механических пеногасителей подробно изложены в научных работах [4].

Физические методы, используемые для предотвращения или уничтожения пены в производственных процессах, включают тепловое

ISSN 3030-3907

воздействие (нагревание, обработка паром, замораживание), акустические волны, электрический ток (в основном ультразвуковая обработка), вибрацию и перемешивание, создание высокого капиллярного давления в пене и другие подобные методы [5]. В настоящее время в мировой химической технологии, нефтегазовой промышленности наиболее распространенным методом пеногашения является химический метод, заключающийся в добавлении в пену пенообразующих растворов или специальных пеногасителей. В качестве пеногасителей используют масла, различные жиры, жирные спирты, амины и кислоты, сложные эфиры, фосфорорганические соединения (в частности, третичный бутилфосфат), неионогенные поверхностно-активные вещества с низким показателем гидрофильно-липофильного равновесия, кремний-органические соединения, твердые гидрофобные частицы и другие вещества [6].

Обсуждение результатов. Очистка природных газов от кислых компонентов аминами является одним из важных этапов работ в этой области. Вспенивание растворов аминов – одна из серьезных проблем при эксплуатации установок очистки газа. Вспенивание приводит к нарушению режима работы установок, ухудшению качества очищенного газа и, как следствие этого к необходимости снижения производительности установок по газу. При вспенивании возрастают потери дорогостоящих аминов в результате уноса газом [7,8]. Вспенивание возникает как правило в абсорберах с высокими нагрузками по газу и раствору. Признаком вспенивания является увеличение объема пены на контактных тарелках, резкое увеличение перепада давления в аппарате, появление значительного уровня жидкости в сепараторах очищенного и кислого газов в абсорбере и в десорберах. Основной причиной вспенивания являются примеси, поступающие вместе с сырым газом и попадающие в абсорбент жидкие углеводороды, механические примеси, ингибиторы коррозии, различные ПАВ и др. Этот недостаток во многих случаях можно устранить добавлением противопенных добавок или извлечением пенообразующих компонентов. В большинстве случаев в качестве противопенных добавок применяют силиконы или высококипящие спирты , такие как олеиловый спирт, октилфеноксиэтанол.

Эффективность пеногасителей в предотвращении пенообразования резко снижается с ростом концентрации пенообразующих веществ. Однако, как отмечалось выше, многие вещества, эффективные в устранении пены при высоких концентрациях поверхностно-активных веществ, полностью или частично теряют эту способность при попадании в раствор. Эти изменения

ISSN 3030-3907

способности устранять пену, часто весьма существенные, могут быть результатом различных физико-химических процессов.

Рассмотренные механизмы процесса гашения пены позволяют объяснить влияние различных концентраций на предотвращение пенообразования и устранение пены при добавлении пеногасителей. Рассмотрим наиболее типичные случаи изменения способности устранять пену при изменении состава пенообразователя и способов применения пеногасителей. При разработке пенных составов для тушения пожаров, возникающих при горении жидкостей, смешиваемых с водой, проводятся эксперименты по ликвидации пены этими «агрессивными» жидкостями путем нанесения пены на поверхность жидкости. Скорость такой контактной ликвидации пены весьма высока, при этом эти жидкости содержат относительно большое количество добавок. Наличие в водных растворах 5-10% поверхностно-активных веществ несколько снижает устойчивость пены. Существенное снижение устойчивости наблюдается лишь при увеличении концентрации жидкости до 20-30%. Причина существенной разницы во взаимодействии этих жидкостей с пеной и способности к пеногашению при добавлении в водный раствор в полученных данных заключается в том, что при взаимодействии пены с такими жидкостями на поверхности воды при гетерогенном гашении пены образуются неустойчивые асимметричные пленки из-за полной потери поверхностной активности пенообразователя – спирта (эфира, ацетона). При добавлении таких растворителей в воду их низкая поверхностная активность из-за поверхностной активности на границе раздела жидкость-газ, что устойчивость пены не меняется при очень высоких концентрациях до тех пор, пока сильное изменение состава смеси (растворителя) не остановит пенообразование. При этом пена становится полностью нестабильной.

ISSN 3030-3907

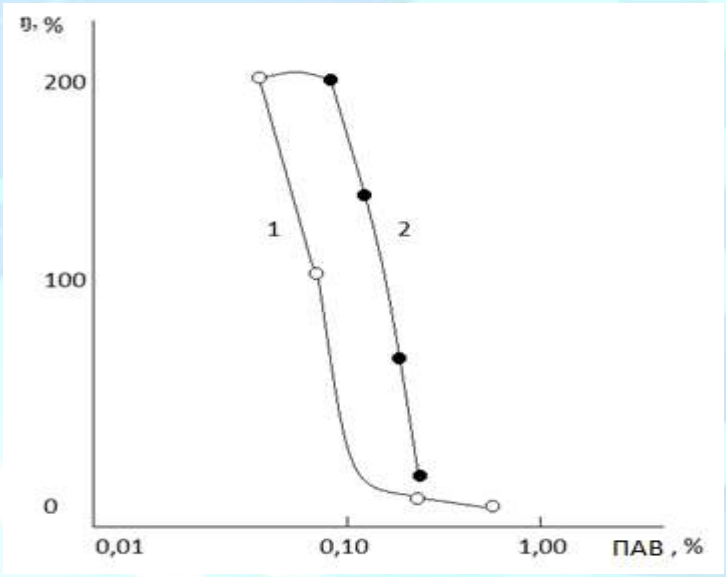


Рис. 1. Эффективность пеногашения (η) в зависимости от концентрации пеногасителя: 1% раствор ДДСNa, 1% раствор додецилхлорида аммония

Другим характерным примером является использование в качестве пеногасителей малорастворимых диэтиловых присадок (например, амилового, гексилового, гептилового и других спиртов). В системах, содержащих пеногасители в молекулярной или капельной форме, с повышением концентрации пенообразователя увеличивается время жизнеспособности пены, уменьшается время ее образования заданного объема (или увеличивается количество пеногасителя) (рис. 1), что необходимо для предотвращения появления черных пятен на пенных пленках и, соответственно, полного предотвращения пенообразования (рис. 2). Для низкомолекулярных дифильных пеногасителей (спирты, кислоты, эфиры и т.п.) потеря эффективности обусловлена в основном растворимостью пеногасителя в большом объеме и, соответственно, снижением термодинамической активности (для растворенной фракции) и количества капель, а также меньшей начальной концентрацией пеногасителя, что видно на рисунке 2.

ISSN 3030-3907

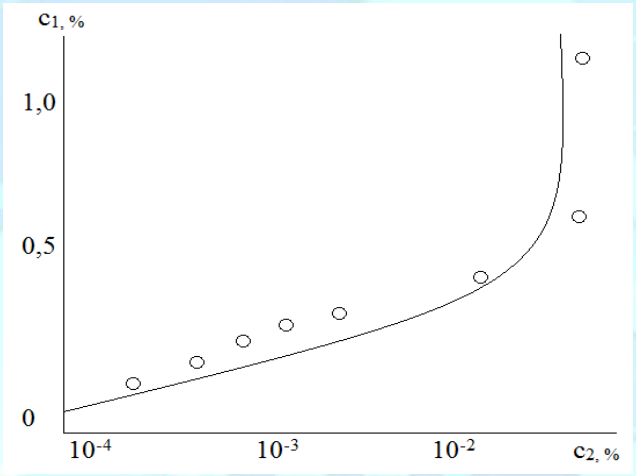


Рис. 2. Зависимость концентрации гептилового спирта (с1), необходимой для предотвращения пенообразования, от концентрации пенообразователя ОП-10

Другой причиной снижения пеногасящей способности может быть увеличение устойчивости асимметричных пленок при высоких концентрациях ПАВ за счет увеличения адсорбции на границе раздела фаз.

Другой важной причиной снижения пеногасящей способности с ростом концентрации ионных пенообразователей является образование зарядов на каплях, особенно при использовании неполярных (например, силоксановых) пеногасителей. Это явление подробно изучено во многих научных работах.

Заключение. Утончение многослойных пленок происходит не непрерывно, а с дискретным разделением (расслоением) слоев толщиной, равной (или большей) толщине двух слоев ПАВ, при определенном количестве растворимого масла, изотерма, соответственно, имеет осциллирующий характер. В неводных, неполярных растворах очень устойчивые пены обычно получаются только в присутствии жидких кристаллов. В таких системах вода и некоторые другие фазы могут быть эффективными антивспенивателями. Механизм действия таких антивспенивателей неизвестен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Али А.А., Рогалев М.С., Магарил Р.З. Энерго- и ресурсосбережение при абсорбционной осушке природного газа гликолями // Труды ВИТ по экологии и окружающей среде. – 2014. – Т. 190. – С. 867-878.

2. Nielsen CK et al. Антимикробный эффект инкапсулированного в эмульсию изоэвгенола против биопленок пищевых патогенов и бактерий порчи // Международный журнал пищевой микробиологии. – 2017. – Т. 242. – С. 7-12.

ISSN 3030-3907

3. Рикельме Н., Зунига Р.Н., Арансибия К. Физическая стабильность наноэмульсий со смесями эмульгаторов: замена твина 80 на сапонин квиллайи //Lwt. – 2019. – Т. 111. – С. 760-766.
4. Bhadani A. et al. Sustainable oleic and stearic acid based biodegradable surfactants //RSC advances. – 2017. – Т. 7. – №. 17. – С. 10433-10442.
5. Кланг В. и др. Разработка наноэмульсий на основе стеарата сахарозы и оптимизация с помощью γ-циклодекстрина// Европейский журнал фармацевтики и биофармацевтики. – 2011. – Т. 79. – №. 1. – С. 58-67.
6. Али А.А., Рогалев М.С., Магарил Р.З. Способ повышения эффективности процесса осушки природного и попутного нефтяного газа гликолями. Влияние давления. Сообщение 1 // Известия вуза. Нефть и газ, 2012. – № 3. – С. 97–100.
7. Коуль А.Л., Ризенфельд Ф.С. Очистка газа. – М.: Недра. 1968. 392 с.
8. Мишин В.М., Афанасьев А.И. Оператор по переработке сернистого природного газа. – М.: Недра. 1987. -132 с.

ISSN 3030-3907

PAYVAND CHOKI VA CHOK ATROFI HUDUDLARI MEXANIK XOSSALARINI OSHIRISHDA TAKLIF ETILAYOTGAN TEXNOLOGIK JARAYONNING IQTISODIY SAMARADORLIGINI HISOBLASH

Rustamova Mashhura Umarovna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Toirov Murtoza Shavkidinovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Rustamov Farrux Umarovich
NMZ ishlab chiqarish birlashmasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada barcha ilmiy izlanishlar payvandlash jarayonidan so‘ng, payvand choklari va chok atrofida issiqlik ta’sir etgan hududlarni payvandlashdan so‘ngi bosqichga o‘tganda, payvand choki qovushqoqligini va elastiklikni oshirish, mo‘rtlikni pasaytirish kabi holatlarni optimallashtirish usullari va ushbu usullarni bajarish jarayonida erishiluvchi iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatgichlari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Payvand chok, qovushqoqlik, elastiklik, mo’rtlik

Аннотация. В статье представлены все научно-исследовательские методы оптимизации процесса сварки, такие как повышение вязкости и эластичности сварного шва, снижение хрупкости, повышение экономической эффективности сварного шва при послесварочной обработке сварных швов и околошовной зоны, а также показатели экономической эффективности, достигаемые при внедрении этих методов.

Ключевые слова: сварной шов, вязкость, эластичность, хрупкость

Abstract. The article presents all the research methods for optimizing the welding process, such as increasing the viscosity and elasticity of the weld, reducing brittleness, increasing the economic efficiency of the weld during post-weld treatment of welds and the weld-affected zone, as well as the economic efficiency indicators achieved when implementing these methods.

Keywords: Weld, toughness, elasticity, brittleness

Kirish

Jahonda yangi loyihalangan texnologik jarayonlar bir-biriga nisbatan raqobatbardoshligini ta’minlash bozor iqtisodiyotining asosiy talablaridan biridir. Yangi texnologiyalarni yaratilishi yangi texnik imkoniyatlarni yaralishiga olib keladi, yangi texnik imkoniyatlarni yaralishi ish samaradorligini oshishiga olib kladi. Respublikamizning sanoat korxonalarida yangi texnologiyalarni kirib kelishi va ularni joriy etilishi resurs, material, energiya tejamkorlikka olib keladi. Joriy etilayotgan yangi texnologiyalar korxonalar uchun sarf xarajatlarini kam talab

ISSN 3030-3907

etilishini ta’minlaydi, jalb qilinivchi ishchilar va ularga sarflanayotgan sarf xarajatlar hisobga olinib baho beriladi.

Magistral quvurlar va magistral quvurlar bilan bir tizimda ulanib texnologik jarayonlarga bevosita qatnashuvchi sanoat jihozlarini loyihalash, loyiha asosida yig‘ish, payvandlash, payvandlash jarayonidan so‘ngi termik ishlov berib normalizatsiyalash, ko‘p vaqt sarflanuvchi, mablag‘, resurs va elektroenergiya talab qiluvchi murakkab jarayon hisoblanadi. Ushbu jarayonlar bugungi kunda eskirgan usul bo‘lib, har bir sig‘imbardosh idishlar, sisternyalar, rezervuarlarni tayyorlash uchun bugunki kunda korxonalar uchun ko‘p vaqtni talab etadi.

Ushbu holat, aynan payvandlash jarayonidan so‘ng payvand chokini sovish jarayonini meyorida soumaslik holatini to‘g‘ri taminlamaslik natijasida payvand choklarida mikroyoriq va mikroteshiklarni paydo bo‘lishiga olib keladi, natijada vujudga kelgan nuqsonlarni bartaraf etish uchun qo‘shimcha vaqt, energiya, resurs, ishchi kuchini jalb qilishga olib keladi. Bugungi kunda biz taklif etayotgan texnologiya payvand choki va chok atrofi hududlarini qavushqoqligini oshiruvchi texnologiya bo‘lib, bugungi kunda payvand choklari va chok atrofi issiqlik ta’sir etgan hududlarda elastiklik va qovushqoqlikni ta’minlash buyicha johonda ilg‘or texnologiyalar qatoriga kiradi.

Sanoat jihozlarini payvandlab ta’mirlovchi va ishlab chiqaruvchi korxonalar uchun biz taklif etayotgan texnologiya qo‘llanilishi o‘z-o‘zidan payvandlovchi ishchilar soniga bo‘lgan ehtiyojni kamaytiradi, elektr energiya, vaqt sarfini oshib ketishini oldini oladi. Sanoat jihozlarini yig‘ishda qo‘llaniluvchi payvand choklarini hosil qilish jarayonida xarajatlarni maksimal darajada pasaytirish talab etiladi, buning uchun vaqt va ish unumdorligini o‘ta yuqori aniqlikda hisoblab chiqish talab etiladi. Tannarxlar farqini aniqlash uchun va sarf-xarajatlar miqdorini kamaytirish maqsadida tejamkorlikning samarali usulidan foydalanamiz. Iqtisodiy tejamkorlik yo‘li bilan yillik iqtisodiy samaradorlikni aniqlash uchun quyidagi formulalardan foydalanamiz.

$$IS_y = [(T_1 + E_n \cdot K_1) - (T_2 + E_n \cdot K_2)] \cdot Q_{mahs.hajm}; \qquad (1)$$

T_1 – magistral quvur va unga ulangan sanoat jihozlarinidan o‘tuvchi yoki saqlanuvchi suyuqlikning texnologiya bo‘yicha (m^3, tonna, kg, dona, pogonometr, m^2 va hokazo, bizning loyihamizda m^3 deb belgilaymiz) tannarxi;

T_2 – tavsiya yetilayotgan yangi texnologiya asosida bir dona yangi payvndlab yig‘ilgan sanoat jihozining (T_1ga ko‘rsatilganidek) tannarxi;

K_1, K_2 – eskirgan deb qaralayotgan texnologiya asosida payvand choklariga termik ishlov berish jarayoniga nisbatan, biz taklif etayotgan ultrato‘lqinli tebranishlar zarbi bilan payvand choki va chok atrofi hududlarini ishlov berish

ISSN 3030-3907

jarayonining qurilmaning yillik (korxonalar uchun yetkazib berilayotgan resurslarning umumiy yillik miqdorining bir birlik ulushi) foydasi;

E_n- iqtisodiy samaradorlik koeffitsentining (og‘ir sanoat va mashinasozlik sanoati uchun $E_n = 0{,}125$ qilib belgilangan) me’yori;

$Q_{mahs.hajm}$ – sanoat korxonalar uchun yillik resurslar yetkazib berishning miqdori;

Yillik iqtisodiy samaradorlik yoki tejamkorlik miqdori aniqlangandan so‘ng, magistral quvurlar, sig‘imbardosh idishlar, sisternyalar, rezervuarlar tarmog‘iga kiruvchi qurilmalarni payvandlab yig‘ib so‘ng payvand choki va chok atrofi hududlarini ultra to‘lqinli tebranishlar zarbi bilan ishlov berish uchun (rejalashtirilgan holatlarda) sarflangan barcha mablag‘larni qoplash muddatini aniqlash kerak bo‘ladi.

Kapital mablag‘lar qo‘yilmalarni qoplash muddati quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{q.m} = \frac{K_{ya.u}}{IS_y}; \qquad (2)$$

$K_{ya.u}$- sanoat jihozlarini yangi texnologik asosida qovushqoqligini oshirish uchun sarflangan jami mablag‘lar miqdori;

IS_y- umumiy rejalashtirilgan bir yillik iqtisodiy samara ko‘rsatkichi.

Kapital qo‘yilmalarni qoplash muddati aniqlangandan so‘ng, kapital xarajatlar koeffitsenti aniqlanib amalga oshirilayotgan texnologik jarayon o‘g‘risida tegishli aniq xulosaga kelamiz.

$$Ye = \frac{1}{K_{q.m}} = \frac{IS_y}{K_{ya.u.}}; \qquad (3)$$

Agar Ye koeffitsentimiz Ye_n dan katta bo‘lsa, unda loyiha to‘g‘risida ijobiy xulosa qilishimiz mumkin. Yuqorida ayitib o‘tganimizdek mashinasozlik ishlab chiqarish korxonalari uchun koeffitsent $E_x = 0{,}125; E > E_x$ bo‘lishi shar qilib belgilangan.

Taklif etilayotgan yangi texnologik jarayonimizning iqtisodiy samaradorligini aniqlashimiz uchun (1) formuladagi T_1 va T_2ning kelib chiqgan qiymatlarini hisoblab chiqamiz.

Taklif etilayotgan yangi texnologik jarayonni tannarxini aniqlash uchun quyidagilarni kiritamiz

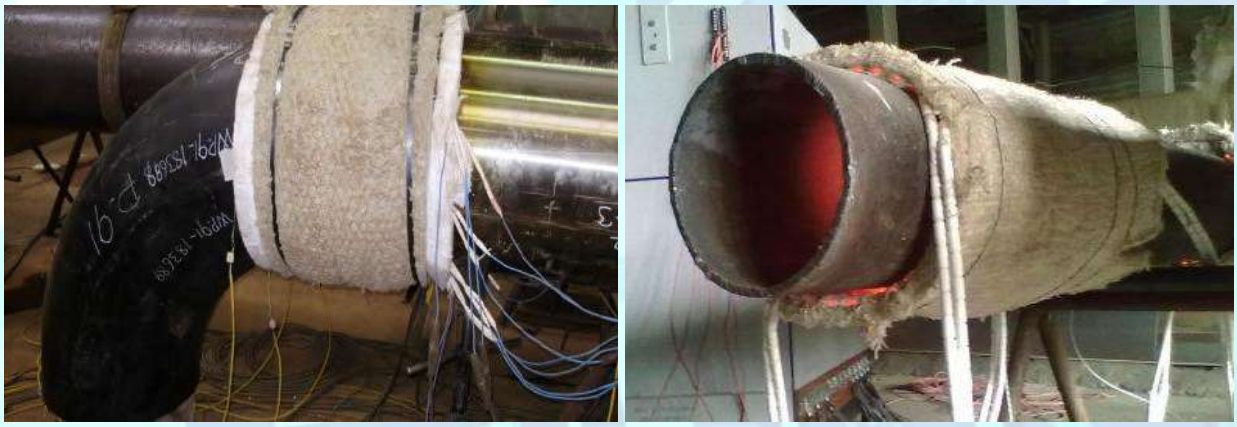
1) xom ashyo, resurs, elektroenergiya va moddiy harajatlar miqdori, 2) ishchilar ish haqini to‘lab berish uchun ish haqi harajatlari miqdori, 3) yagona ijtimoiy soliq miqdori, 5) amortizatsiya xarajatlari miqdori, 6) boshqa ishlab chiqarish bilan bog‘liq harajatlar miqdori.

1. Yangi loyiha asosida payvand choki va chok atrofi hududlarini ultrato‘lqinli zarblar bilan urib ishlov berishda korxonaga yetkazib berilayotgan 1kVt/soat

ISSN 3030-3907

elektroenergiya uchun sarflanayotgan sarf xarajatlar miqdori 1030,00 so‘m *(2025-yil 1-may oyiga nisbatan olingan)*. Payvand choki va chok atrofi hududlari mexanik xossalarni qayta tiklash uchun elektroenergiya miqdori, doimiy ko‘nikma hosil qilingan usulda olib borilganda, elektroenergiya isrofi 11-12 % tashkil etdi. Biz taklif etayotgan texnologik jarayon usulida sanoat jihozlari payvand choklariga ishlov berganimizda, elektroenergiya isrofi 1% ni tashkil etdi.

Doimiy ko‘nikma hosil qilingan texnologik jarayonning usuli bilan payvand choki va chok atrofi hududlarini mexanik xossalarini yaxshilash, bugingi kunda Respublikamizdagi barcha korxonalar uchun manan eskirgan usul bo‘lib, shu bilan bir qatorda texnologik jarayonni o‘tkazish uchun uzoq muddatli vaqt talab etiluvchi jarayon hisoblanadi. Payvand choklari va uning atrofi issiqlik tasir etgan hududlar mexanik xossalarini yaxshilash orqali elastiklikni ta’minlash, qovushqoqlikni oshirish, mo‘rtlikni pasaytirish kabi ishlarni amalga oshirish, biz taklif etayotgan ultrato‘lqinli zarblar bilan olib borilganda barcha xarajatlarni hisoblab ko‘rilganda ratsional optimallashtirilgan iqtisodiy ko‘rsatkichlar kuzatildi.



1-rasm. Payvand choki va chok atrofi hududlarida issiqlik ta’sir etgan hududlarni mexanik xossalarini yaxshilash uchun doimiy ko‘nikma hosil qilingan texnologik jarayon.

Taklif etilayotgan texnalogik jarayonni o‘tkazish uchun payvand choki va chok atrofi hududlarini ultra to‘lqinli tebranish zarbini beruvchi qurilmaning detallari prokat metallarga mexanik ishlov berish yo‘li bilan tayyorlanib so‘ng yig‘iladi. Taklif etilayotgan qurilma bilan, bosim ostidagi ishlovchi magistral quvurlar va unga tenglashtirilgan sanoat jihozlarining payvand chok sirtiga va chok atrofi hududlari sirtiga ultrazvuk chastotasining tebranishlari bilan zarb berib ishlanganda, ishlov berish tezligi $L = 0{,}8$ minutni tashkil etadi.

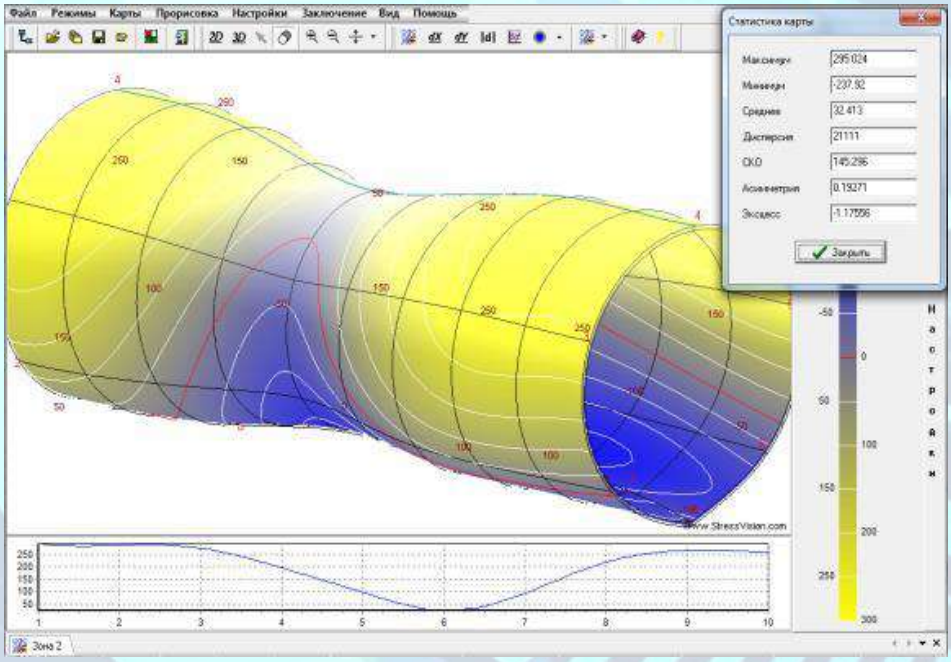
Payvand choki uzunligi L ni hisobga olganimizda ushbu uzunlik ikkiga ko‘paytirib olinadi, ushbu texnologik jarayonni olib borish uchun payvand chokining ikki tomon hududlari ultra to‘lqinli tebranishlar bilan ishlov beriladi. Payvand sirti va issiqlik ta’sir etgan hududlarni ultrato‘lqinli zarblar bilan urib ishlov berishda R6M5 metalidan tayyorlanganligi sababli, qurilma uskunasining

ISSN 3030-3907

konstruksiyasi oddiy, tannarxi esa tashqi davlatlarda tayyorlangan qurilma tannarxiga arzon baholandi.

Termik ishlov berishda sarflanilayotgan vaqt va energiya miqdorlarining sarfi, ultrato‘lqinli zarblar bilan ishlov birilgan payvand choki va chok atrofida issiqlik ta’sir etgan hududlarda sarflanayotgan elektroenergiya va ishchi xodimlar uchun sarflanayotgan vaqt, keskin farqlanish bilan ikki texnologik jarayon bir-biridan farq qiladi. Chet davlatlarda (payvan choki va chok atrofi hududlarini ultrato‘lqinli tebranishlar zarbi bilan ishlov beruvchi qurilma Rossiya Federatsiyasi mexanik muhandis olimlari tomonidan taqdim etilgan) payvand choklari qovushqoqligini oshirish, elastikligini oshirish, qattiqligini pasaytirish (mo‘rtlik) ishlarida bugungi kunda keng miqiyosda qo‘llanilib kelinmoqda. Ushbu qurilmalar bilan magistral quvur tarmoqlari, ularga ulanuvchi va ularga tenglashtirilgan sanoat jihozlarini qurishda yoki ularga ulanayotgan quvurlarni payvandlashda ushbu qurilma qo‘llanilib kelinmoqda.

Payvand choki va chok atrofi hududlarini ultra to‘lqinli tebranishlar bilan urib ishlov berish orqali payvan choki va chok atrofi hududlari qovushqoqligini oshirish texnologiyasi bugungi kunning eng ilg‘or ratsionallashgan texnologiyasi bo‘lib, ultrato‘lqinli tebranishlar bilan olib borilayotgan texnologik jarayon, barcha parametrlar bo‘yicha optimallashtirilgan jarayon hisoblanadi. Qurilmani loyihalashda konstruktorlar tamonidan loyihalangan ushbu qurilma va uni harakatga keltirish uchun tebranishlar soni 50-60 Hz/sek., elektroenergiya quvvati 1,2 kVt bo‘lgan elektroyuritgich o‘rnatilgan.



2-rasm. Termik ishlov berilgan va ultra to‘lqinli tebranishlar bilan payvand choki va chok atrofi hududlarda ichki zo‘riqish kuchini bartaraf etish vaqtini ANSYS dasturida tahlil etish

ISSN 3030-3907

Respublikamizda turdosh qurilmalar mavjud emasligi sababli, texnik tavsifi jihatidan tashqi davlat(Rossiya Federatsiyasi nazarda tutilgan)da mavjud qurilmalarining iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlari va Respulikamizning barcha mashinasozlik korxonalarida payvand choki va chok atrofi hududlari qovushqoqligini oshirish uchun olib borilayotgan termik ishlov berish texnologik jarayoning iqtisodiy ko‘rsatkichlarini ko‘rsatib o‘tamiz. Taklif etilayotgan qurilma konstruksiya jihatidan sodda va elektroenergiyani talab qilish miqdori 1,2 kVt/soat. Olib borilgan amaliy tadqiqotlar natijasi shuni ko‘rsatdiki, ushbu qurilma o‘z turdoshlari singari ultra to‘lqinli tebranishlar hosil qilish uchun 1,2 kVt/soat elektroenergiya sarflaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Терентьев Е.В. Влияние скорости сварки на формирование шва при ЭЛС со сквозным проплавлением / Е.В. Терентьев, В.К. Драгунов, А.П. Слива, А.В. Щербаков // Сварочное производство. – 2014. – № 2. – С. 25-29.

2. Драгунов В.К. Прогнозирование режимов ЭЛС при изготовлении многошовных конструкций / В.К. Драгунов, М.С. Грибков, В.Н. Мартынов, А.Г. Сысоев // Сварочное производство. – 2015. – № 1. – С. 20-22.

3. Васильев А.А. Возникновение колебаний глубины парогазового канала при лучевых способах сварки / А.А. Васильев, В.А. Ерофеев, В.А. Судник // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2014. – № 7. – С. 130-141.

4. Судник В.А. Численная модель процесса электронно-лучевой сварки с экспериментальной проверкой / В.А. Судник, В.А. Ерофеев, К.Г. Рихтер, К.У. Хайнс // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2008. – № 2. – С. 233-243.

ISSN 3030-3907

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УМНОЙ СПЕЦОДЕЖДЫ

Сайидова М.Х.
Бухарский государственный технический университет.
E-mail: maftuna.sayidova@bk.ru
Пулатова С.У.
Бухарский государственный технический университет.
ORCID 0009-0005-6567-8140

Аннотация: Представителям многих профессий нашей республики: нефтяникам, газовикам и т.д. приходится работать на открытом воздухе под солнечными лучами. Иногда при авариях на производстве работникам приходится работать в ночное время без источника электроэнергии, что доставляет неудобства. Учитывая это, было бы целесообразно использовать в одежде солнечные батареи, позволяющие использовать собранную солнечную энергию для освещения, зарядки мобильных телефонов и других целей.

Ключевые слова: мощность, устройство, солнечные элементы, источники электроэнергии, солнечные элементы, спецодежда, зарядное устройство, электронные изделия, стабильный поток электроэнергии, полупроводниковые фотоэлементы, энергия, солнечное излучение, электрическая энергия, мощность, зарядка.

Annotation: In our republic, representatives of many professions: oil workers, gas workers and others have to work outdoors under the sun's rays. Sometimes during industrial accidents, workers have to work at night without a source of electricity, which causes discomfort. Given this, it would be appropriate to use solar cells in clothing, which will allow the use of accumulated solar energy for lighting, charging mobile phones and other purposes.

Keywords: power, device, solar cells, electricity sources, solar cells, work clothes, charger, electronic products, stable flow of electricity, semiconductor photocells, energy, solar radiation, electrical energy, power, charging.

Annotatsiya: respublikamizning ko'plab kasblari vakillari: neftchilar, gaz ishchilari va boshqalar.quyosh nurlari ostida ochiq havoda ishlashlari kerak. Ba'zan, ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalar paytida, ishchilar tunda elektr manbaisiz ishlashlari kerak, bu esa noqulaylik tug'diradi. Shuni hisobga olgan holda, yig'ilgan quyosh energiyasini yoritish, uyali telefonlarni zaryad qilish va boshqa maqsadlarda ishlatishga imkon beradigan kiyimlarda quyosh panellaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Kalit so'zlar: quvvat, qurilma, quyosh xujayralari, elektr manbalari, quyosh xujayralari, ish kiyimlari, zaryadlovchi, elektron mahsulotlar, barqaror elektr

ISSN 3030-3907

oqimi, yarimo'tkazgichli fotosellar, energiya, quyosh nurlanishi, elektr energiyasi, quvvat, zaryadlash.

Введение

Сегодня мы подключены к телефонам и гаджетам не по часам, а по минутам, которые удовлетворяют самые основные потребности людей, такие как воздух и вода. Однако пользоваться этими устройствами в течение дня мы можем только при наличии электроэнергии, в противном случае смартфоны и гаджеты превращаются в мусор. Из этого следует, что всё, чем мы пользуемся, связано с энергией. Когда мы говорим об энергии, мы, конечно же, имеем в виду энергосбережение. Энергия, которой мы пользуемся, — это один из возобновляемых источников, подаренный нам самой природой за её удивительные и экономичные свойства, — солнечный свет. На сегодняшний день одной из проблем, волнующих весь мир, является вопрос о том, как рационально использовать возобновляемый источник энергии. В развитых странах уже применяются солнечные панели в куртках, рюкзаках и для питания множества «умных» устройств. В нашей солнечной стране это также может быть весьма продуктивным и экономически выгодным. То есть, когда мы находимся на улице под солнцем, энергия не должна быть для нас проблемой, особенно для рабочих — одним из самых необходимых и удобных элементов для них является источник питания.

Что же это за сила, которую мы получаем от природы, и как она проявляется? Мы можем использовать солнечные панели в одежде и таким образом обеспечивать себя электроэнергией.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе научного исследования эффективно использовались методы анализа и синтеза, аналитического и сравнительного анализа. В нашей работе посредством сравнительного и аналитического анализа предпринята попытка более глубокого изучения проблемы. Определены стратегические направления, ведущие к ее решению. В качестве объекта исследования выбрана сфера услуг.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ.

В нашей республике многие представители промышленности, ремонтники электротехники, электромонтёры, нефтяники и газовики, электросварщики, железнодорожники, агрономы, фермеры, инженеры, буровики и многие другие рабочие нуждаются в источниках энергии во время своей трудовой деятельности. Причина в том, что на вышеуказанных промышленных предприятиях, а чаще всего под открытым солнцем, они

ISSN 3030-3907

работают без источника электроэнергии, что приводит к перебоям в освещении, нехватке питания и многим другим факторам.

В будущем можно с уверенностью сказать, что разрабатываемая нами одежда послужит облегчению работы таких рабочих. На сегодняшний день практически каждый человек имеет портативное зарядное устройство, с помощью которого можно в любое время и в любом месте зарядить телефон, ноутбук и Bluetooth-наушники. В настоящее время электронные продукты стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, и нам необходим стабильный электрический ток для зарядки этих устройств.

Солнечная батарея — это источник питания, основанный на полупроводниковых фотоэлементах; она непосредственно преобразует энергию солнечного излучения в электрическую энергию [1]. Однако традиционные портативные зарядные устройства обладают ограниченной мощностью, и запасённая энергия исчерпывается после нескольких часов зарядки. Солнечная энергия является неисчерпаемой и может постоянно обеспечивать электронные продукты возобновляемой энергией. В настоящее время на массовый рынок выпущено множество солнечных зарядных устройств. Например, возьмём складное солнечное зарядное устройство, состоящее из монокристаллов, которое подходит для использования как в городских, так и в сельских районах. Однако такие устройства имеют довольно большие размеры, и использовать их можно только установив в определённом месте. Но как нам воспользоваться этой энергией, если мы работаем не на фиксированном месте, а под открытым небом?

Нанотехнологии в этой сфере удивляют нас большими изменениями: вес и размеры солнечных панелей, а также их состав меняются с каждым днём. Гибкие солнечные панели — это разновидность панелей типа «тонкая плёнка». Их принцип работы такой же, как у моно- и поликристаллических устройств, и основан на фотоэлектрическом эффекте [2]. Благодаря лёгкости их можно носить с собой где угодно, а также использовать для обеспечения возобновляемой энергией в самых разных условиях. Материал гибкий, водонепроницаемый и лёгкий, может изгибаться на 360°, благодаря чему его легко применять в одежде. Кроме того, они обладают долгим сроком службы и низким содержанием кадмия (токсичное вещество, часто используемое в солнечных панелях), что позволяет пользователям безопасно ими пользоваться.

Следует отметить, что такие солнечные батареи могут работать даже в пасмурные дни, что практически не снижает их эффективность и удобство. Они подходят для любых тяжёлых условий, таких как свободные

ISSN 3030-3907

эргономичные движения во время работы, пешие прогулки и т.д. Достаточно просто развернуть солнечное зарядное устройство, положить его на любую поверхность или закрепить на рюкзак, и оно будет поглощать солнечный свет и заряжаться. Полностью заряженное солнечное устройство может зарядить мобильный телефон один или два раза. Это сопоставимо с традиционными зарядными устройствами, однако время, необходимое для зарядки, не меньше, чем у обычных устройств. На самом деле при использовании солнечной батареи для полной зарядки требуется всего четыре-шесть часов, тогда как при использовании USB-разъёма — два-три часа!

Эффективность использования солнечных батарей в Узбекистане оправдана тем, что наша страна является одной из самых солнечных в мире: в среднем 280–290 дней из 365 бывают солнечными. Пока многие страны борются за эффективное использование солнечного света, у нас его в избытке. Это открывает большие возможности для исследований и множества инноваций, поскольку солнечные панели долговечны и экологически чисты. Использование энергии солнечных панелей полезно не только из-за её дешевизны, но и потому, что она не наносит вреда окружающей среде. Уход за ними не требует больших знаний и труда, поэтому солнечные панели становятся всё более популярными как в промышленности, так и в повседневной жизни.

Американская компания **mPower Technology** разработала тонкие, гибкие и лёгкие солнечные батареи, которые легко прикрепляются, например, к дрону или какому-либо гаджету, значительно увеличивая функциональность любой поверхности. Разработка получила название **«Dragon SCALE» (Драконья чешуя)**, потому что внешне она действительно больше напоминает чешую, чем солнечную панель. Эти панели гибкие и тонкие, как бумага; их производство обходится значительно дешевле, чем изготовление обычных солнечных панелей, а сама производственная технология позволяет создавать более надёжные и эффективные элементы по сравнению с другими современными аналогами [2].

Учёные из японской компании **Riken-Toray Industries Inc.** разработали по сути обычные солнечные панели, за исключением одного: их толщина составляет всего 3 микрометра. Несмотря на это, они легко выдерживают растяжение и сжатие, могут быть прикреплены к ткани и любой другой поверхности без проблем, а также выдерживают температуру до 100 °C. КПД преобразования энергии составляет около 10%, что значительно выше, чем у аналогичных устройств на рынке. Эти солнечные

ISSN 3030-3907

панели имеют низкую стоимость, и разработчики ожидают «высокого спроса на данную технологию» [3].

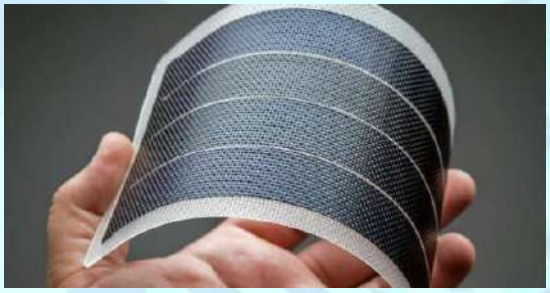


Рисунок 1. Гибкая солнечная панель (360°).

Основным направлением внедрения инновационных технологий в швейную промышленность является использование солнечных панелей в спецодежде. Соответствующая область текстильной промышленности также постоянно совершенствуется: осваиваются новые инновационные волокна, улучшается состав тканей, им придаются особые свойства — эффект солнечных панелей [4].

Одежда, сшитая из таких тканей, хранит энергию, как пауэрбанк, и функционирует как батарея. Она накапливает энергию от солнечных лучей, а затем может использовать её, например, для зарядки мобильного телефона или питания других устройств, требующих подзарядки.

В проектируемой одежде также будут установлены два защитных вентилятора для использования в жаркую погоду, что очень удобно и выполняет функцию охлаждения воздуха для работающего человека.

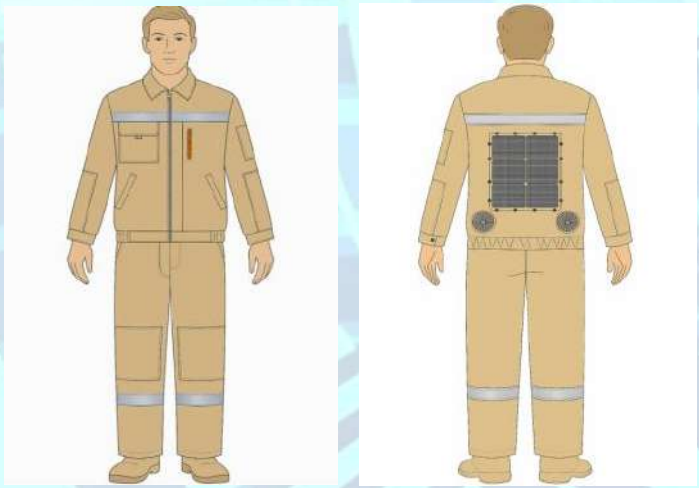


Рисунок 2. Технический эскиз спецодежды.

В представленном техническом эскизе (рис. 2) практически не выполняются изменения, наоборот, дополнительно вводятся детали, при этом их размещение в одежде и вес увеличивают общую массу на 200–300 грамм. Однако этот вес не создаёт никаких неудобств для рабочего и, вместе с тем, не ограничивает эргономичные движения.

ISSN 3030-3907

Следует также подчеркнуть, что соединение с батареями осуществляется с помощью специального кабеля, скрытого внутри одежды, и это не вызывает никакого дискомфорта у человека. Поскольку технология находится на стадии развития, количество полезных моделей будет расти. Солнечные батареи будут активно применяться не только в автомобилях, гаджетах, мобильной связи и других сферах использования солнечной энергии, но и во всех направлениях, связанных с энергосбережением и рациональным использованием возобновляемых источников энергии в промышленном производстве.

В настоящее время при производстве высококачественной спецодежды используются современные технологии. Требования, предъявляемые к качеству спецодежды, настолько высоки, что без применения инновационных технологий и швейного оборудования с компьютерным управлением (на базе микропроцессоров) обойтись невозможно. Кроме того, достичь уровня качества производства спецодежды и его экономической эффективности можно за счёт применения прогрессивных методов обработки [5].

Для создания гибких и высокоэффективных технологических процессов, в первую очередь, необходимо специализированное оборудование с автоматизированными системами управления. При работе на таком швейном оборудовании благодаря повышению точности методов обработки возрастает производительность труда и улучшается качество выполняемых операций.

Приложении 4

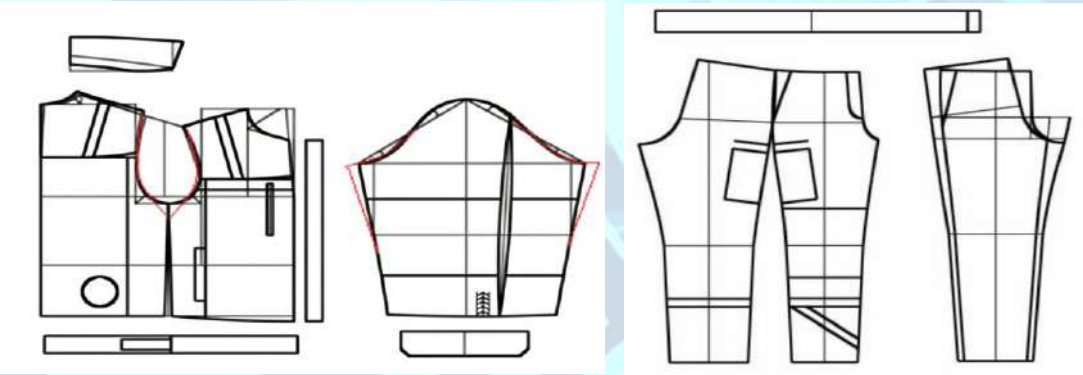


Рисунок-3. Конструкция спецодежды.

Совершенствование швейных машин направлено не только на снижение влияния свойств обрабатываемых материалов на качество, но и на улучшение качества швов. В производстве спецодежды чаще всего применяются ниточные соединения. Прочность ниточного соединения является одним из основных показателей качества спецодежды.

ISSN 3030-3907

Разработка лекал спецодежды, их размещение и градация выполнены на основе программного приложения **«Gemini Cad»**. Технические условия на производство спецодежды для работников газового комплекса разработаны и приведены в **Приложении 4**.

Преимущества конструкции комплекта спецодежды по сравнению с существующими аналогами с точки зрения экономической эффективности заключаются в следующем: применение вентиляционных элементов в спецодежде позволило снизить уровень влаги, выделяемой кожей работника в процессе трудовой деятельности, в таких зонах, как подмышечные впадины, передняя часть груди, область лопаток и задняя часть коленей; введение полнотной прибавки в конструкцию одежды обеспечило удобство эргономических движений работника; использование смешанных волоконных тканей создало условия для повышения эксплуатационных показателей спецодежды, при этом был обеспечен требуемый уровень её гигиенических характеристик; за счёт уменьшения влагоотделения кожи в процессе трудовой деятельности была обеспечена возможность увеличения срока эксплуатации спецодежды.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В заключение следует отметить, что легкая промышленность является одной из важнейших задач экономического роста, которая заключается в модернизации производства и повышении уровня конкурентоспособности его материально-технической базы за счет внедрения передовых технологий (в том числе новых материалов, нанотехнологий и технологий наноматериалов). Все проведенные исследования и изыскания станут новшеством для представителей отрасли. В эпоху технологий создание новых видов высококонкурентоспособной одежды, обеспечение их надежности, разработка рациональных конструкций, выработка оптимальных технологических параметров, увеличение ассортимента спецодежды и совершенствование ее качественных показателей являются одними из актуальных научно-практических задач.

Список литературы

1. Солнечная батарея – Википедия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Solar_battery/ (дата обращения: 04.01.2023).
2. Хамрокул, М. (2024). АНАЛИЗ ТКАНЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПОШИВЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ. RESEARCH AND EDUCATION, 3(8), 45-52.
3. Ермоленко А. Новая разработка американских учёных – гибкая и тонкая солнечная батарея под названием Dragon Scales. [Электронный ресурс].

ISSN 3030-3907

Режим доступа: Commander – comandir.com/.../51572-novaya-razrabotka-amerikanskix-uchyonyx-gibkaya-i-tonka/ (дата обращения: 12.02.2017).
4. Радченко И.А. Основы проектирования женской одежды: учебник для начинающих. [Электронный ресурс]: Проф. образование, ч.1. / М.: Академия, 2006. Режим доступа: academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_21908.pdf/ (дата обращения: 19.02.2019).
5. Sayidova, M. (2024). Maxsus kiyimlar tikishda foydalaniladigan gazlamalar tahlili. YASHIL IQTISODIYOT VA TARAQQIYOT, 2(8).

ISSN 3030-3907

RETSIKLLASH ASOSIDA QATTIQ MODDALARNI GIDROOKSIDLI CHO'KMADAGI METALLARINI ZICHLANISH JARAYONINI TADQIQOT QILISH

Safarov Bahri Jumaevich

Buxoro davlat texnika universiteti texnika fanlari nomzodi, , "Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi" kafedrasi dotsenti.

Tel. (+99899)669-10-21.

Email: safarov.baxri69@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqola asosan oqava suvlarni tozalash texnologiyasi bilan bog'liq bo'lib gidroksidli qoldiqlarni zichlashtirib mustahkamlash imkoniyatlarini o'rgangan holda ularni ajratib olish masalalariga qaratilgan. Olib borilgan tadqiqot natijalariga asosan cho'kmaning 85 foizini retsikldan keyin cho'kindi tarkibidan olishni imkonini berdi.

Kalit so'zlar. Gidroksid, cho'kma, oqava suv, kristallanish, konsentratsiiya, og'ir metall, eritma, retsikl, reagent, amorf kristall, yuqori to'yinish, dispersiya.

Аннотация. В данной статье основное внимание уделяется вопросам, связанным с технологией очистки сточных вод, отделением щелочных остатков с изучением возможностей их уплотнения. По результатам проведенных исследований удалось получить 85% осадка из осадка после переработки.

Ключевые слова. Гидроксид, осадок, сточные воды, кристаллизация, концентри--рование, тяжелый металл, покрытие, рецикл, реагент, аморфный кристалл, пересыщение, дисперсия.

Annotation. This article focuses on issues related to wastewater treatment technology, separation of alkaline residues with the study of the possibilities of their compaction. According to the results of the research, it was possible to obtain 85% of the sludge from the sludge after processing.

Key words. Hydroxide, sediment, wastewater, crystallization, concentration, heavy metal, coating, recycle, reagent, amorphous crystal, supersaturating, dispersion.

Kirish

Ma'lumki, kimyo sanoatida oqava suvlar tarkibidagi cho'kmani tozalashning bir qancha samarali usullari mavjudir.

Cho'kmani qayta ishlab unda mavjud bo'lgan donador (donga o'xshagan) metalni fizik usulda tozalash evaziga olish bilan bir qatorda, cho'kmadagi metallni to'g'ridan-to'g'ri olish uchun cho'kmani kimyoviy usulni qo'llasa ham bo'ladi. Bunda bir qator jarayonlar orqali: qayta kristallanish, sublimatsiya, kalsinatsiya, eritish, suvli yoki eritilgan muhitdan elektroliz orqali amalga oshirilishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Agar olinadigan metall oksidlangan shaklda bo'lsa uni eritish oson bo'ladi, buning uchun kislotali ishlov berish samarali usul bo'lib hisoblanadi. Oksidlanish jarayoni shuningdek, turli xil kimyoviy reagentlar bilan yuvishda, unga havo etkazib berishda ham amalga oshiriladi, bu sulfidlar, xususan, kislorod yoki havo bosimi ostida avtoklavlarda mis-nikel rudalarini yuvish uchun xosdir.

Zamonaviy gidrometallurgiyani rivojlantirishda avtoklav usullari, shuningdek sorbsiya va ekstraksiya texnologiyalaridan foydalanish bilan bog'liq katta yutuqlarga erishildi.

Alyuminiy sanoatida (Bayer usuli) alumina ishlab chiqarishda avtoklav jarayonlari eng ko'p qo'llaniladi. Oksidlangan nikel-kobalt, volfram-molibden, uran rudalari, mis, rux, qo'rg'oshin o'z ichiga olgan turli konsentratlar va sanoat mahsulotlarini qayta ishlashda kislota, karbonat va ammiakni yuvish jarayonlari qo'llanildi.

Eritmalar va pulpalardan metallarni ajratishning yangi samarali usullarini joriy etish bu erda ko'rib chiqilayotgan gidrometallurgiya sxemasining bosh operatsiyalari xarajatlarining nisbiy ulushini yanada oshiradi. Shu sababli, metallurgiya ishlab chiqarishining rudalari, kontsentratlari va yarim mahsulotlarini gidrometallurgik qayta ishlashning iqtisodiy samaradorligini yanada oshirish uchun, birinchi navbatda, ushbu bosh operatsiyalarning samaradorligini oshirish kerak, bu gidrometallurgiyani rivojlantirishning eng muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. Ushbu muammolarni ochish va yuvish jarayonlarini jadallashtirish yoki ularni amalga oshirishning yangi usullarini ishlab chiqish natijasida hal qilish mumkin.

Sorbsion eritma ko'pincha erituvchiga reagentning haddan tashqari ko'pligi bilan metallni eritmaga to'liq ajratib olishga imkon beradi, rudalarni eritishda metallning yo'qolishini oldi olinadi. So'nggi yillarda ion almashinadigan ekstraksiya texnologiyalarida keng qo'llaniladigan pulsatsiya uskunalari yuvish jarayonlarida qo'llanilmoqda. Ularning yuqori mahsuldorligi suyuqlikning o'zaro harakatini keltirib chiqaradigan pulsatsiyalar qo'llanilganda massa almashinuvining ko'payishi bilan bog'liq. Jarayonning bunday kuchayishi yuvish paytida ham kuzatiladi. Kolonnadagi ushbu jarayonning gidrodinamikasi to'g'ridan-to'g'ri oqim va qarama-qarshi oqimda, shuningdek qattiq materialni kolonnaning o'rta qismiga etkazib berishda tashkil etilishi mumkin, bu esa zarrachalarni o'lchamlari bo'yicha tasniflashga va kolonnada uzoqroq ishlov berishni talab qiladigan katta zarrachalarga uzoqroq bardosh berishga imkon beradi.

Ruda xom ashyosini eritishni kuchaytirish yo'llari aksariyat hollarda jarayon kinetikasining tabiati bilan belgilanadi. Yuvish murakkab geterojen jarayondir.

ISSN 3030-3907

Eritmalardagi reaksiyaga kirishuvchi moddalarni hamda sirtdagi kimyoviy reaktsiyani va eruvchan reaksiya mahsulotlarini sirtdan eritma hajmiga o'tkazishni o'z ichiga oladi. Umuman olganda, qattiq faza yuzasiga diffuziyalangan suyuqlik qatlami orqali reaksiya mahsulotlarining chiqarib olish muammosi yotadi. Ba'zan donador bo'lmagan moddaning g'ovakli qoldiq qatlami (ichki diffuziya) orqali diffuziyani ham o'z ichiga olishi mumkin.Yuqori harorat tufayli eritmalarni va suyuq fazalarni ajratishni sezilarli darajada tezlashtiradigan holatda mahsulotlar olinishi mumkin. Shunday qilib, masalan, 100 ° C gacha bo'lgan haroratda olingan alyuminiy va temir tuzlarining gidroliz mahsulotlari odatda maqsadli tarzda bo'lsada biroq, juda yomon filtrlanib aralashmalardan yuviladi. 200°C da eritmadan ajratilgan tegishli gidroksidlar yaxshi filtrlanadi va juda toza holatda olinishi mumkin.

Hozirgi vaqtda sanoat usullari bilan tabiiy va shaxta suvlaridan yuqori tozalikdagi birikmalarini olish mumkin. Materiallarni qayta ishlash asosini tashkil etuvchi uran texnologiyasida ion almashinuvi texnologiyasining jadal rivojlanishi ayniqsa hayratlanarlidir.

Birinchidan, dunyoda sorbsiya jarayonlarini joriy etish ushbu usul bilan o'n millionlab tonna oqava suvlarning xilma-xil tarkibi qayta ishlanmoqda. Barcha holatlarda metallar sorbsiyani joriy etish energiya sarfini ikki-uch baravar kamaytirishga, mehnat unumdorligini uch-to'rt baravar oshirishga, millionlab kvadrat metr filtr matolarini, yuz minglab tonna kislotalar, ishqorlar va boshqa kimyoviy materiallarni tejashga va korxonalarning quvvatini bir necha baravar oshirishga imkon berdi.

Faqat bitta misol, ruda massasini filtrlash usuli bilan uranni yuvish paytida radiatsion eritmadan ajratganda, filtrlashning o'ziga xos ushbu usuli odatda kuniga 1 m^2 yuqori sifatli filtrlash uchun 5,0-1,0 t ni tashkil qiladi, sorbsiya paytida esa 50-100 t ruda massasini 1 soat davomida filtrlash mumkin, shu bilan birga bir nechta operatsiyalar birlashtiriladi: qattiq fazani ajratish, konsentratsiyalash va aralashmalardan tozalashni amalga oshirish mumkin.

Gidroksidli qoldiqlarni siqish asosida mustahkamlash muammosi ko'pincha turli chiqindi eritmalar va oqava suvlardan og'ir metall ionlari chiqarilganda yuzaga keladi. Eng sodda va juda samarali usul bu gidroksidli reagentlar yordamida og'ir metall ionlarining erimaydigan gidroksidlari shaklida kimyoviy cho'ktirish usulidir. Biroq, bu usul sezilarli kamchilikka ega. Gidroksidning ajralib chiqadigan qoldiqlari odatda juda yuqori namlikka ega bo'lib u (97-98%)ga teng va nisbatan katta hajmlarni egallaydi (qayta ishlangan eritmalar hajmining 5-32% tashkil etadi) [1,2]. Yuqori konsentratsiyalarda og'ir metall ionlarining 1 g/l dan ortiq bo'ladi,

ISSN 3030-3907

maqsad aslida, ularni olish emas, balki eritmaning konsentratsiyasini oshirishdan iborati.

Gidrometallurgik jarayonlar quyidagilarni ta'minlaydi:

a) oddiy uskunalar va past haroratlarda kimyoviy reagentlarning minimal xarajatlari bilan metallarni tanlab olish.

b) xom ashyoning barcha qimmatli tarkibiy qismlarini kompleks qazib olish.

v) ekologiya, gaz chiqindilari, kimyoviy reagentlardan foydalanish masalalarini hal qilish

d) mehnat sharoitlarini yaxshilash.

Kam va chiqindisiz texnologiyalarni yaratishning asosiy printsiplari.

-Xom ashyodan kompleks foydalanish, barcha foydali tarkibiy qismlarni qazib olish.

-Sarflangan kimyoviy reagentlarni yo'q qilish. Ularni yo'q qilish uchun qimmatli kimyoviy reagentlarni tanlash.

-Oqava suvidan takroriy foydalanish bilan mahalliy chiqindi suv omborlari va aylanma suv ta'minoti mavjudligi.

-Gaz chiqindilarini tozalash uchun samarali usul va uskunalardan foydalanish: Venturi quvurlari, sharli nozulli skrubberlar, o'z-o'zidan ishlaydigan santrifüjlar, elektrofiltrlar.

Gidroksidli qoldiqlarning yomon zichlanuvchanligining sababi ko'rib chiqilayotgan texnologiyada gidroksidlarning qattiq fazasini shakllanish shartlarining o'ziga xosligiga muvofiq holda tushuntiriladi. Gidroksidni cho'ktirish jarayonini to'yingan eritmadan xuddi massaviy kristallanish holati deb hisoblash mumkin. Bunday jarayonlarning muhim xususiyati shundan iboratki hosil bo'lgan qattiq fazali massalarining o'lchamidir [3]

$$r = \frac{2\,\delta M}{\rho\, RT\, ln\, C/C_0} \quad (1)$$

bu erda *r*- qattiq fazali massalarining o’lchami, *M*-1 mol cho'kayotgan moddaning massasi, δ–fazalarni ajratuvchi solishtirma yuzaning energiyasi, ρ-hosil bo'lgan qattiq faza moddasining zichligi, *R*–universal gaz doimiysi, T-absolyut harorat, C va C_0-cho'kayotgan moddaning to'yingan va to'yinmagan eritmasining kontsentratsiyasi.

Og'ir metallarning gidroksidlari juda kam eruvchanlik qiymatlari bilan ajralib turadi. Masalan, $Eq_{Cr(OH)3} = 6.3\ 10^{-31}$, $Eq_{Zn(OH)2} = 7{,}1 \cdot 10^{-18}$.

Biz og'ir metall ionlarining yuqori miqdori (1 g/l va undan yuqori) bo'lgan oqava suvlarni tarkibini ko'rib chiqayotganimiz sababli, bu holda qattiq faza hosil bo'lishi eritmaning juda yuqori to'yinganligi sharoitida sodir bo'lishini adabiyotlar

ISSN 3030-3907

[4] tahlilidan anglab oldik va hosil bo'lgan kichik o’lchamdagi metal zarrachalar kolloid dispersiya darajasiga yaqin bolishini tajriba natijasida aniqlaik.

Moddaning eritmadan qattiq fazaga o'tish tezligini qoyidagi formula orqali topish mumkin:

$$\frac{dq}{d\tau} = \beta F(C - C_0)\ 2)$$

bu erda F-hosil bo'lgan kichik o’lchamdagi metal zarrachalar yuzasining umumiy yuzasi, β-massa uzatish koeffitsienti.

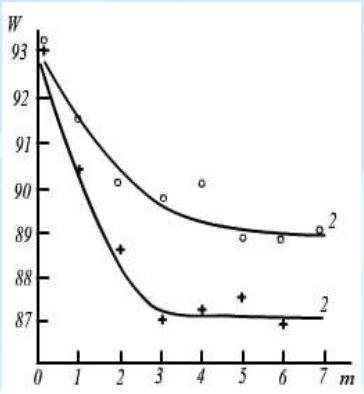
Yuqori darajada to'yinganlik va kichik o’lchamdagi metal zarrachalarning katta umumiy yuzasi bilan gidroksidlarning kristallanish jarayoni deyarli bir zumda sodir bo'ladi. Bunday holda, hosil bo'lgan yuqori dispersiyali tizim beqarorligi tufayli koagulyatsiyalanadi [5], bu o’z navbatida katta miqdordagi suvni ushlab turadigan koagulyantli eritmani hosil bo'lishiga olib keladi. Bunday tuzilish, albatta, juda yomon tartibsiz tarzda tarqalgan bo’lib hisoblanadi.

Muammoni hal qilishning eng muqobil yo’li, yuqori dispersiyali tizim paydo bo'lishining oldini olish uchun qattiq fazani shakllantirish jarayonining tabiatini o'zgartirish i kerak. Kristallanish jarayonida [3] kristallarning kattalashishiga ma'lum darajada eritma ichiga yangi hosil bo’lgan kristallarini kiritish orqali erishish mumkinligi ma'lum va eng katta ta'sir "tayyor kristall yuzasi"ning to'yingan eritmasiga kiritilganda kuzatiladi. Biroq, ushbu texnikaning samaradorligi to'g'risida aniq fikrning yo'qligi [3] tufayli ushbu muammo bo'yicha tadqiqot o’tkazib uni tekshirishni talab etadi.

Ushbu usulni tadqiqotda va uzluksiz texnologik jarayonda ilgari ajratilgan cho'kmaning katta yoki kichik qismini qayta ishlash va uni gidroksidning hosil bo'lish reaktsiyasi zonasiga qaytarish orqali amalga oshirish mumkin. Shu bilan birga, qayta ishlash jarayonida gidroksid cho'kmasining ma'lum bir massasining kechikishi metall zarrachalarini mustahkamligini kuchaytirish uchun yangi hosil bo'lgan gidroksidning termodinamik nomutanosibligi bilan bog'liq bo'ladi. Ushbu jarayon strukturani tartibga solish (amorfning kristalga o'tishi), qayta kristallanish (kichik kristallarning erishi tufayli katta kristallarning o'sishi) va boshqalar orqali sodir bo'lishi mumkin.

Cho'kindilarni resirkulyasiyalash ularni katalashib eskirish jarayoniga to’sqinlik qilmog’i kerak. Yangi qattiq fazani shakllantirish jarayonida ilgari hosil bo'lgan gidroksidning bir necha bor ishtirok etishi amorf strukturaning kristallanishiga yordam berishi kerak. Bundan tashqari, retsikl jarayonida gidroksidning cho'kmasi cho'kindi rezervuardagi to'yingan eritma zonasidan reaksiya kamerasidagi to'yinganlik zonasiga navbatma-navbat kirib boradi, bu umuman qayta kristallanish jarayoniga hissa qo'shishi kerak.

ISSN 3030-3907



Rasm-1. Xrom gidrooksidi cho'kmasi W (%) namligining retsikillar sonu macca-m ga bo'liqlik egriligi

Cho'kmani resirkulyasiyalab tushirish jarayoni ilgari laboratoriya sharoitida galvanoqoplama sexlarida va shaxta suvlaridan [6] hamda chiqindi suvlaridan temir olish uchun sinovdan o'tgan va yaxshi natijalar bergan.

Og'ir metall ionlarining cho'kishi holatida yuqoridagi taxminlarni tekshirish biz tomonidan xrom va rux misolida amalga oshirildi. Bu tanlov tasodifiy emas edi. Rux metallar guruhining vakili bo'lib, ularning gidroksidlari cho'kma paytida darhol aniqroq kristall shaklida hosil bo'ladi. Ular uchun cho'kindilarni qayta ishlash jarayonida uni mustahkamlash jarayoni qayta kristallanish yo'lidan borishi kerak. Yangi ishlab chiqarilgan xrom gidroksidi, aksincha, barqaror amorf tuzilish bilan ajralib turadi [7] va tadqiqot natijalari metal kristalli tuzilish hosil bo'lish jarayoniga ta'siri haqida o'rganishga imkon beradi.

Tajribalar laboratoriya sharoitida $Cr_2(SO_4)_3$ $6H_2O$ и $ZnSO_4$ $7H_2O$ tuzlari uy sharoitida jamrakdan keladigan quvur suvi eritmalarida o'tqazildi, va bunda mos ravishda Cr^{3+} va Zn^{2+} ionlarining konsentratsiyasi 6 va 1 g\l tashkil etdi.

Oqava suvlarni tozalash texnologiyasida eng ko'p ishlatiladigan ohak suti (Cao - 5% konsentratsiya) toza kaltsiy oksididan tayyorlangan gidroksidi cho'kindi reagent sifatida ishlatilgan. Cho'kma pH qiymatini cho'kma gidroksidning minimal eruvchanligiga mos qilib olingan, xrom gidroksidi uchun esa pH=8.5 va rux gidroksidi uchun pH=9.0 ga etkazish hisobiga olingan [7]. PH qiymati universal EB-74 ionomeri yordamida nazorat qilingan.

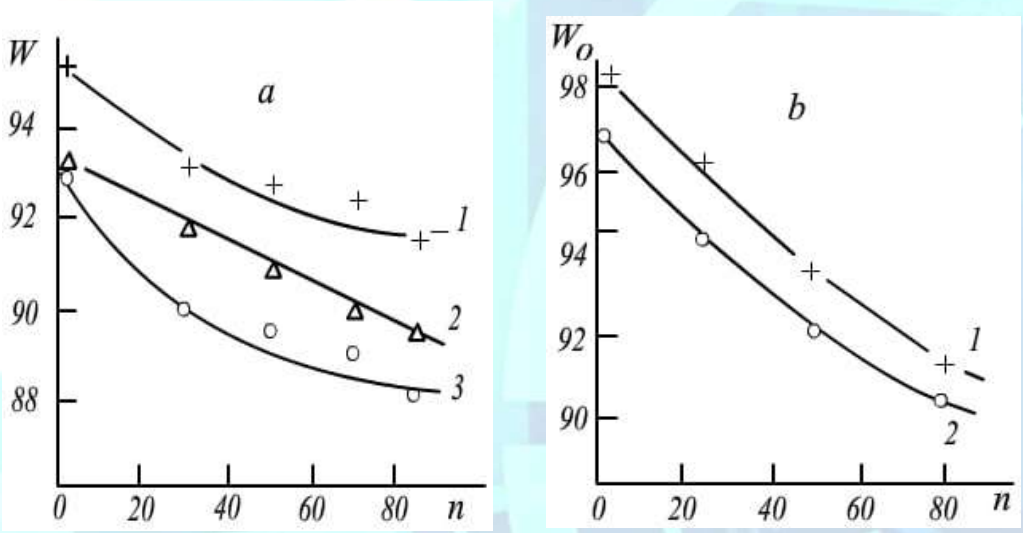
Tajriba ketma-ketligi quyidagicha tashkil etildi. Bir litrli silindrga ketma-ket oldingi tushishdan ma'lum miqdordagi cho'kma (aylanma cho'kma) va cho'kayotgan metall tuzining boshlang'ich eritmasi qo'shildi. Yaxshilab aralashtirilgandan so'ng, aralashmaning pH qiymatini kerakli qiymatga etkazish uchun zarur bo'lgan miqdorda ohak suti aralashga aralashtirildi. Reaktivni kiritish imkon qadar tezroq amalga oshirildi, chunki bu gidroksidning suvlanishini kamaytirishga yordam beradi [7]. Keyin aralash yana 2-3 daqiqa davomida kuchli aralashtirildi va bir xil silindrda cho'ktirishga qo'yildi. Muayyan vaqt oralig'ida cho'kindi egallagan hajm bo'yicha hisob-kitoblar olib borildi. Kuzatuvning umumiy davomiyligi 24 soatni tashkil etdi. Belgilangan vaqtdan so'ng, tozalangan suv dekantatsiya qilindi, cho'kmaning bir qismi keyingi qayta ishlash «retsikl»

ISSN 3030-3907

uchun va cho'kmaning yakuniy namligini aniqlash uchun ishlatildi, bu o'z navbatida mustahkamlanish (eritmada metall tuzlarining zichlashib joulashuvi) darajasining asosiy mezoni bo'lib xizmat qilgan.

Cho'kma retserkulyasiya ta'sirining xrom gidroksidiga cho'kishiga ta'siri etish tasviri 1-rasmda ko'rsatilgan.

Cho'kmaning oxirgi namligi miqdoriga qarab (24 soat siqib zichlashtirilgandan keyin), jarayonning barqarorlashishi har bir qayta ishlanadigan cho'kma (n) miqdoriga bog'liq. Shunday qilib, n=30% da barqarorlashtirish beshinchi retsikldan keyin, n=85% *da* uchinchi retsikldan keyin sodir bo'ldi. Barcha natijalar barqarorlashtirilgan jarayon uchun olindi. Xrom gidroksid cho'kmasining zichlashish darajasi ham retsikl «aylanma" cho'kma miqdoriga bog'liqligi 2a rasmda keltirilgan.

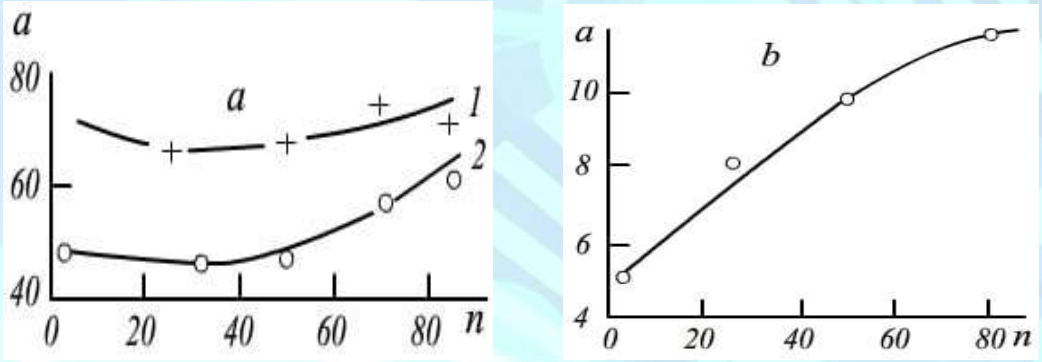


Rasm-2. Cho'kma namligining xrom gidroksidiga bog'liqligi – W (%) da. (a) rux gidroksidiga, (b) qayta ishlanadigan cho'kma miqdoriga n (%) da. Cho'kma zichlashining davomiyligi bilan toza eritmaning cho'kishi: 1 - 2, 2 - 24, 3 – zichlashish davomiyligi 24 soat bo'lib, terini oshlash zavodidan olingan ishlatib bo'lingan xrom eritmasidir.

Xrom gidroksidini cho'ktirish bo'yicha tajribalar asosan 7 g/l xrom konsentratsiyali charmni qayta ishlash korxonasining haqiqiy ishlatilgan xrom eritmasida takrorlandi. Eritmada ko'p miqdorda organik aralashmalar, shu jumladan yog' va oqsil aralashmalari mavjudligi aniqlandi. Proteinning mavjudligi xrom gidroksid zarralariga barqarorlashtiruvchi ta'sir ko'rsatdi, umuman olganda, barcha tajribalarda zichlashish jarayoni sof eritmalarga qaraganda kamroq intensivligi kuzatildi. Shunga qaramay, barcha ko'rsatkichlar bo'yicha, bu holda cho'kma retsiklining sezilarli ijobiy ta'sirini aniqlash mumkin (rasm. 2, a). Xrom gidroksidining zichlashishida qaysi biri ustunlik qilishini, u qayta ishlangan eritmaning umumiy hajmiga nisbatan egallagan a (%) cho'kindi hajmining nisbati

ISSN 3030-3907

tabiati bilan, retsikl cho'kmaning har xil miqdori bilan baholash mumkin (rasm). 3, a). n-50% qiymatida cho'kmaning hajm ulushi deyarli o'zgarmaydi va faqat n 50% da u biroz oshadi. Bu bilvosita shuni ko'rsatadiki, bu holda siqilishdagi asosiy jarayon strukturani tartibga solishdir.



Rasm-3. Xrom gidroksid (a) va rux gidroksid (b) cho'kindining hajm ulushi (5) ning retsikl cho'kindi miqdoriga bog'liqligi n (%).

Cho'kich: 1-ko'nchilik zavodining chiqindilari tarkibidagi xromli eritmasi, 2-24 soat zichlashtirilgandan keyin toza eritmasi.

Rux gidroksidining cho'kishi holatida retsiklning ta'siri yanada sezilarli darajada namoyon bo'ldi. Birinchidan, metall atomlarining zichlashishning mumkin bo'lgan darajasi juda muhimligini inobatga olmoq kerak. Retsikl bo'lmagan holatdagi cho'kishda cho'kmaning oxirgi namligi (24 soatdan keyin) 97% ni tashkil etdi. Retsikllanish holatida 80% dagi cho'kmaning namligi 90,5% ga etdi, bu cho'kindi tarkibidagi qattiq fazaning 3 martadan ko'proq ko'payishiga mos keladi (rasm.2, b). Ikkinchidan, metallar zichlashish jarayonining kinetik xususiyatlari sezilarli darajada yaxshilanadi. Cho'kmaning atigi 85 foizini retsikldan keyin olishni imkonini berdi, biroq retsikl holati bo'lmaganda zichlashishdan keyin ham bunday natijaga erishilmaydi (rasm. 2, b). Ushbu natijalar bilvosita cho'kmada retsikl sodir bo'ladigan va ularning mutlaq va gidravlik hajmining oshishiga olib keladigan rux gidroksidning intensiv qayta kristallanishini ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Л.Н.Матусевич. Кристаллизация из растворов в химической промышленности. Изд. "Химия", М. 1998. С. 126-131

2. Справочник по аналитической химии. Ю.Лурье. Изд. "Химия", М. 1989. С.44-53.

3. Теоретические основы типовых процессов химической технологии // В.Б.Коган. // Изд. "Химия" Л. 1977. С.189-197.

4. Кристаллизация из растворов // Е.В.Хамский // Изд. "Наука", С.П. 2013. С.227-244.

ISSN 3030-3907

5. Гидроокиси металлов // В.П.Чалый // Изд. “Наукова думка”, Киев 1997. С.83-88.
6. Методическое пособие по курсу очистки сточных вод в промышленности // Л.В.Милованов // МХТИ им. Д.И.Менделеева, М. 2018.
7. Очистка сточных вод в химической промышленности // В.А.Проскуряков, Л.И.Шмидт.// Изд. “Химия” Л. 1977. С.22-38.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTONDA MAVJUD IQLIM MINTAQALARI VA YO‘L QURILISH SHAROITLARIGA TA’SIRI

Abdulakimov Mirjalol

Andijon davlat texnika instituti, Transport logistikasi kafedrasi stajyor-o‘qituvchisi

Tel: +998 50 571 52 00

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekiston hududida mavjud bo‘lgan iqlim mintaqalari tasnifi, ularning yo‘l qurilishiga ta’siri va ushbu mintaqalarda texnik vositalar va qurilish materiallariga qo‘yiladigan talablar tahlil qilingan. Shuningdek, harorat, namlik, shamol va yog‘ingarchilik kabi ob-havo omillarining yo‘l qurilish ishlari samaradorligiga ko‘rsatadigan bevosita va bilvosita ta’siri ilmiy jihatdan asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: yo‘l qurilishi, iqlim mintaqalari, ekspluatatsiya sharoiti, ishonchlilik, qurilish texnikasi, ob-havo omillari

Аннотация: В статье рассматривается классификация климатических зон Узбекистана, их влияние на дорожное строительство, а также требования к техническим средствам и строительным материалам в различных климатических условиях. Особое внимание уделено научному обоснованию влияния температурного режима, влажности, ветра и осадков на эффективность дорожно-строительных работ.

Ключевые слова: дорожное строительство, климатические зоны, условия эксплуатации, надёжность, строительная техника, погодные факторы

Abstract: This article explores the classification of climate zones in Uzbekistan and their impact on road construction. It analyzes how climatic factors influence the performance and reliability of construction machinery and materials. Special attention is given to the scientific assessment of how temperature, humidity, wind, and precipitation affect the efficiency of road construction activities.

Keywords: road construction, climate zones, operational conditions, reliability, construction machinery, weather factors.

Kirish

O‘zbekiston hududi o‘zining geografik joylashuvi va relyef xususiyatlariga ko‘ra turli xil iqlim mintaqalarini o‘z ichiga oladi. Respublikada asosan kontinental, ya’ni keskin iqlim sharoiti hukm suradi — yoz issiq va quruq, qish esa sovuq va qattiq bo‘lishi mumkin. Bu kabi iqlim sharoitlari, ayniqsa, yo‘l qurilishi va uni ekspluatatsiya qilish jarayonlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Iqlim omillari (harorat o‘zgarishlari, yog‘ingarchilik, shamol, namlik darajasi va h.k.) yo‘l qoplamasining chidamliligi, uzoq muddatli barqarorligi hamda xavfsizligiga salmoqli ta’sir ko‘rsatadi [1].

ISSN 3030-3907

Bugungi kunda yo‘l transport infratuzilmasini zamonaviylashtirish, ularning sifatini xalqaro standartlarga moslashtirish O‘zbekiston Respublikasida ustuvor vazifalardan biri sifatida qaralmoqda. Bu borada 2022-yil 29-iyuldagi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ–337-sonli “Yo‘l xo‘jaligini isloh qilish va avtomobil yo‘llarini rivojlantirishga doir chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori, shuningdek, 2017–2021-yillarda amalga oshirilgan “Avtomobil yo‘llarini rivojlantirish dasturi” iqlim sharoitlarini hisobga olgan holda barqaror infratuzilmani yaratishni nazarda tutadi [2].

O‘zbekiston hududida mavjud iqlim mintaqalari tahlil qilinadi, ularning yo‘l qurilishiga bevosita va bilvosita ta’sir omillari ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, turli iqlim sharoitlarida qo‘llaniladigan texnologik yondashuvlar va me’yoriy hujjatlar tahlil qilinadi hamda ilmiy-amaliy takliflar keltiriladi.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya.

O‘zbekiston hududi geosiyosiy va geoiqlimiy joylashuvi jihatidan turli iqlim mintaqalariga ega bo‘lib, mamlakat hududida cho‘l, yarim cho‘l, tog‘ oldi va tog‘li iqlim tiplari mavjud. Bu xilma-xillik yo‘l qurilish materiallarini tanlash, asfalt-beton aralashmalarning chidamliligi, asos va qoplamaning deformatsiyalanish darajasi kabi muhim texnik parametrlarni bevosita belgilaydi [3].

O‘zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya xizmati markazi (Uzgidromet) tomonidan taqdim etilgan ma’lumotlarga ko‘ra, mamlakatda quyidagi asosiy iqlim mintaqalari mavjud:

Cho‘l iqlimi (Qoraqalpog‘iston, Buxoro, Navoiy viloyatlari),

Yarim cho‘l (Samarqand, Jizzax, Sirdaryo),

Tog‘ oldi va tog‘li (Toshkent viloyati, Farg‘ona vodiysi, Surxondaryo tog‘li hududlari). Bu mintaqalarda harorat o‘zgarishi, yog‘ingarchilik miqdori, nisbiy namlik, tuproq muzlash chuqurligi kabi ko‘rsatkichlar yo‘l konstruksiyasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi [4].

Iqlim sharoiti yo‘l qatlamlari tarkibidagi materiallar tanloviga, ularning harorat ta’sirida kengayish yoki qisqarish darajasi, shuningdek, suv shimish qobiliyatiga bevosita ta’sir qiladi. Sovuq iqlimli hududlarda asfalt qoplamalarida yoriqlar va deformatsiyalar ko‘proq kuzatiladi, issiq va quruq hududlarda esa asfaltning yumshashi muammo tug‘diradi.

Jahon banki, PIARC (World Road Association), va AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) kabi tashkilotlar yo‘l qurilishida iqlim omillarini hisobga olish bo‘yicha ko‘plab ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqqan. Bu tajribalar O‘zbekistonda iqlimga mos yo‘l dizayn standartlarini ishlab chiqishda asos bo‘lishi mumkin.

Tadqiqotning asosiy metodik yondashuvlari quyidagilardan iborat [5-7]:

ISSN 3030-3907

1. Ma’lumotlar yig‘ish:

O‘zbekiston Gidrometeorologiya xizmati markazi tomonidan taqdim etilgan iqlim statistikasi (30 yillik harorat, yog‘ingarchilik, shamol tezligi, tuproq muzlash chuqurligi).

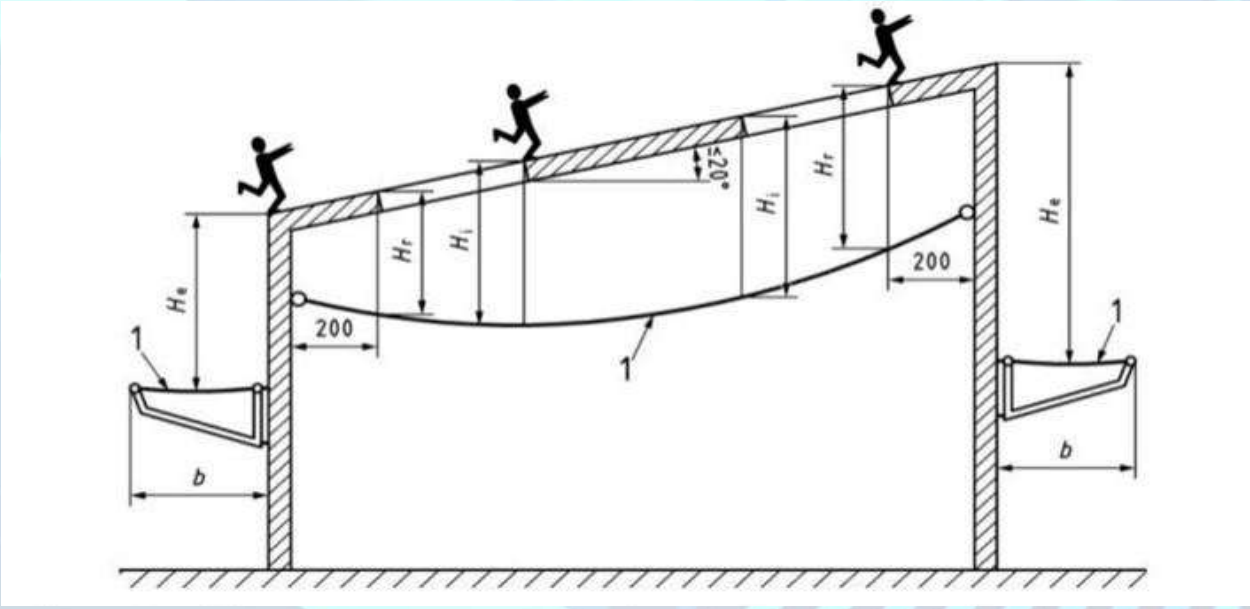
Avtomobil yo‘llarining holati to‘g‘risidagi amaliy kuzatuv ma’lumotlari (yo‘l tarmoqlari monitoringi).

2. Hududiy tahlil:

Har bir iqlim mintaqasi uchun yo‘l qurilishi sharoitlarini tahlil qilish. Harorat oralig‘i, yog‘ingarchilik darajasi, namlik va boshqa parametrlarning asfalt va beton aralashmalariga ta’sirini o‘rganish.

Natija va muhokama.

O‘zbekiston hududi iqlim jihatdan xilma-xil bo‘lib, bu uning yo‘l qurilishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Mamlakat cho‘l, yarim cho‘l, tog‘ oldi va tog‘li mintaqalardan iborat bo‘lib, har birining o‘ziga xos iqlim sharoitlari yo‘l infratuzilmasining barqarorligi va chidamliligiga bevosita ta’sir qiladi. Cho‘l va yarim cho‘l hududlarda yoz oylarida harorat 40°C dan yuqori ko‘tarilishi asfalt qoplamalarining yumshashiga, deformatsiyalanishiga olib keladi. Bu esa asfaltda yoriqlar paydo bo‘lishi va uning tez eskirishiga sabab bo‘ladi. Shuningdek, bu hududlarda yog‘ingarchilik pastligi va havoning quruqligi tufayli tuproq zichligi kamayadi, chang ko‘tarilishi va yo‘l qatlamlarining barqarorligining buzilishi kuzatiladi. Natijada, cho‘l mintaqalaridagi yo‘llarda sirpanish xavfi oshadi va ta’mirlash ishlari tez-tez talab qilinadi. Tog‘ oldi va tog‘li hududlarda esa yog‘ingarchilik ko‘p bo‘lishi, qishda harorat pastligi, tuproqning muzlashi va erishi asosiy muammolardir.

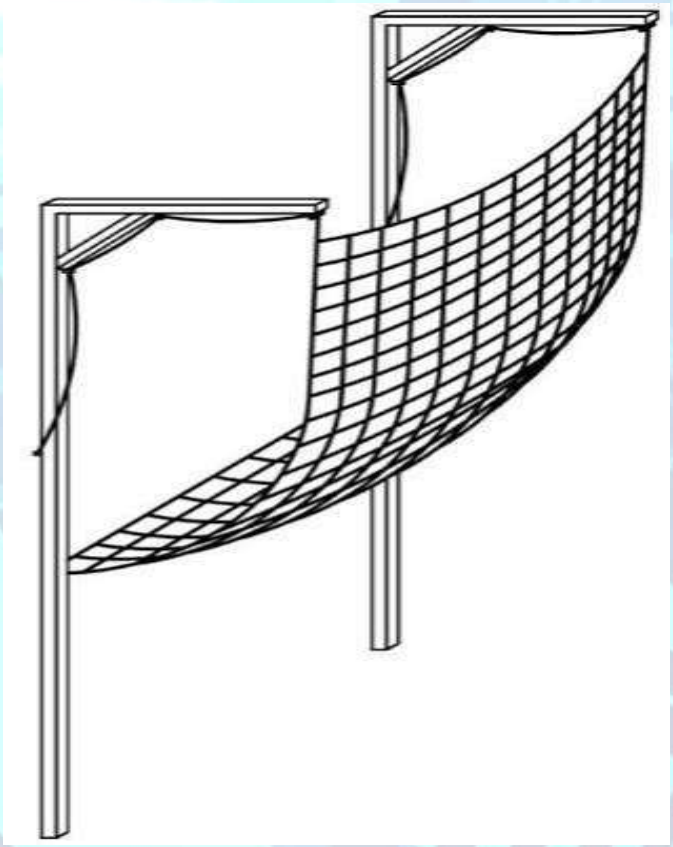


1-rasm. 0° da 20° gacha etilgan ish zonalarining yiqilish balandligi va talab etilgan kengligi.

ISSN 3030-3907

Tuproqning muzlashi yo‘l qatlamlarining deformatsiyalanishiga, eroziya va suv bosimining kuchayishiga olib keladi. Bu hududlarda suvning yo‘l yuzasida to‘planishi va drenaj tizimlarining yetarli darajada rivojlanmaganligi yo‘lning tez shikastlanishiga sabab bo‘ladi. Shu bois, har bir mintaqada yo‘l qurilishi va ta’mirlash ishlari iqlim sharoitlariga mos holda amalga oshirilishi kerak.

Haroratning yo‘l materiallariga ta’siri o‘rganilganda, yuqori haroratda asfalt qoplamalarining plastiklik xossasi oshishi, bu esa ularning deformatsiyalanishiga olib kelishi aniqlandi. Past harorat esa asfaltni qattiqlashtirib, kichik yoriqlar paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Shuning uchun O‘zbekistonning issiq cho‘l hududlari uchun yuqori haroratga chidamli asfalt aralashmalarini qo‘llash zarur. Bu asfaltning maxsus polimer modifikatorlari yordamida mustahkamligini oshirish va deformatsiyaga chidamliligini ta’minlash mumkin. Yog‘ingarchilik va namlik darajasi yuqori bo‘lgan tog‘li hududlarda esa drenaj tizimini rivojlantirish yo‘lning uzoq umr ko‘rishi uchun asosiy omil hisoblanadi. Samarali drenaj suv bosimini kamaytiradi va yo‘l qatlamlari ostidagi tuproqning kuchayishiga yordam beradi. Tuproqning muzlashi va erishi natijasida yo‘l asosining barqarorligi buziladi, bu esa ko‘p joylarda yo‘l yuzasining yoriqlanishi va cho‘kishi bilan namoyon bo‘ladi. Shu sababli tog‘li hududlarda tuproqning muzlash chuqurligini aniqlab, yo‘l asosini shunga muvofiq loyihalash lozim.



2-rasm. Tog‘ oldi hududlarida iqlim o‘zgarishi natijasi sodir bo‘ladigan avtomobil to‘ntarilib ketishida ushlab qoluvchi himoya to‘ri.

ISSN 3030-3907

Yo‘l qurilishida xalqaro standartlar, jumladan AASHTO va PIARC tavsiyalari asosida iqlim sharoitlariga mos material va texnologiyalar qo‘llanilishi tavsiya etiladi. Bu standartlarga muvofiq, sovuq mintaqalar uchun maxsus sovuqqa chidamli asfalt va beton aralashmalar, issiq hududlar uchun yuqori haroratga chidamli polimer modifikatorli asfalt ishlatiladi. Shu bilan birga, yo‘l yuzasining drenaji va tuproqni mustahkamlash uchun texnik yechimlar ishlab chiqiladi va joriy etiladi. Mamlakatimizda hali ham ayrim hududlarda iqlim sharoitlariga to‘liq mos kelmaydigan materiallar va texnologiyalar qo‘llanilayotgani sabab yo‘llarning tez buzilishi kuzatilmoqda. Bu esa iqtisodiy samaradorlik va barqarorlikni pasaytiradi. Shu bois, milliy standartlarni iqlim o‘zgarishlari va hududiy xususiyatlarga mos ravishda yangilash va xalqaro tajribani kengroq joriy etish zarur.

Iqlim sharoitlariga mos yo‘l qurilishi dastlabki xarajatlarni oshirishi mumkin, ammo uzoq muddatda ta’mirlash va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytiradi. Bu esa iqtisodiy samaradorlik va barqarorlikni oshiradi. Masalan, cho‘l hududlarda yuqori haroratga chidamli asfalt ishlatilsa, yo‘lning eskirish sur’ati kamayadi va ta’mirlash vaqti uzayadi. Tog‘ oldi va tog‘li hududlarda esa drenaj tizimlarini yaxshilash va tuproqning muzlashdan himoya qilish yo‘llari yo‘lning xizmat muddatini sezilarli darajada oshiradi.

Shuningdek, iqlim o‘zgarishlari fonida yangi muammolar paydo bo‘lmoqda. Haroratning ortishi va yog‘ingarchilik naqadar o‘zgarishi yo‘l qurilishida qo‘shimcha tadqiqotlarni talab qiladi. Bu borada zamonaviy ilmiy yondashuvlar, yangi materiallar va texnologiyalar joriy etilishi kerak. Masalan, yanada chidamli va atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan materiallar ishlab chiqish, dronlar yordamida yo‘l yuzasini monitoring qilish, avtomatlashtirilgan ta’mirlash tizimlarini yaratish kabi innovatsion yechimlar amaliyotga joriy qilinmoqda.

O‘zbekiston sharoitida yo‘l qurilishida iqlim omillarini inobatga olish orqali yo‘l infratuzilmasining barqarorligi oshadi, iqtisodiy samaradorlik ta’minlanadi va aholining harakatlanish xavfsizligi yaxshilanadi. Hududiy farqlarga qarab maxsus yondashuv va texnologiyalarni tanlash lozim. Misol uchun, cho‘l hududlarda changni kamaytirish uchun yopiq asfalt qatlamlari va maxsus qoplamalar qo‘llanilishi mumkin, tog‘li hududlarda esa suv oqimini tartibga solish va tuproqni mustahkamlash bo‘yicha muhandislik yechimlari muhimdir.

Yo‘l qurilishi va ekspluatatsiyasi jarayonida muntazam monitoring va texnik xizmat ko‘rsatish tizimlarini tashkil etish ham yo‘l holatini uzluksiz nazorat qilish va vaqtida ta’mirlash imkonini beradi. Bu esa yo‘l buzilishining oldini oladi va uning xizmat muddatini uzaytiradi.

Xulosa. O‘zbekistonning turli iqlim sharoitlari yo‘l qurilishiga keng qamrovli ta’sir ko‘rsatadi. Iqlim sharoitlariga mos materiallar, texnologiyalar va

ISSN 3030-3907

barqaror infratuzilma yaratish yo‘l infratuzilmasining mustahkamligi va iqtisodiy samaradorligini ta’minlashning asosiy omillaridandir. Kelgusida iqlim o‘zgarishlarini hisobga olgan holda ilmiy tadqiqotlar va innovatsiyalarni rivojlantirish, milliy standartlarni takomillashtirish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. O‘zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya xizmati markazi, “Iqlimiy tahlil hisobotlari,” Toshkent, 2023.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 29-iyuldagi PQ–337-sonli “Yo‘l xo‘jaligini isloh qilish va avtomobil yo‘llarini rivojlantirishga doir chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori.
3. A. Karimov, B. Raximov, “Iqlim o‘zgarishining avtomobil yo‘llariga ta’siri,” Yo‘l Qurilishi Jurnali, vol. 7, no. 2, pp. 45–52, 2021.
4. AASHTO, “Guide for Design of Pavement Structures,” American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 1993.
5. PIARC, “Climate Change Adaptation Framework for Road Infrastructure,” World Road Association, 2020. [Online]. Available: https://www.piarc.org
6. M. Usmonov, “Asfalt aralashmalarning haroratga chidamliligi,” Toshkent: TADI Nashriyoti, 2020.
7. J. Smith, R. Thomas, “Pavement Design and Climate Considerations,” International Journal of Transportation Engineering, vol. 12, no. 3, pp. 110–118, 2019.
8. Jahon banki, “O‘zbekiston yo‘l infratuzilmasining barqarorligi bo‘yicha tahliliy hisobot,” Vashington, 2022. Available: https://www.worldbank.org
9. S. Alimov, “Geoiqlimiy zonalarning yo‘l materiallariga ta’siri,” Muhandislik Ilmlari Jurnali, vol. 10, no. 4, pp. 78–86, 2023.

ISSN 3030-3907

NORAVSHAN MANTIQQNI KASR TARTIBLI ROSTLAGICHGA INTEGRATSIYALASH

Annaqulov Sherzod Otaqul o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
E-mail: sherzodannaqulov13@gmail.com
Raximov Hamidjon Allayor o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
E-mail: raximovhamidjon256@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada noravshan mantiqni kasr tartibli rostlagichga integratsiyalash masalasi chuqur tahlil qilinadi. Masala dolzarbligi tizimlarda noaniqliklarni kamaytirish, energiya sarfini optimallashtirish va boshqaruv samaradorligini oshirish zaruriyati bilan bog‘liq. Masalaning yechimi uchun matematik modellash, noravshan mantiq asosidagi inferensiya va defuzzifikatsiya usullari qo‘llanildi. Integratsiya natijasida tizimning optimal ishlash sharoitlari yaratiladi, qaror qabul qilish jarayoni sezilarli darajada samarali bo‘ladi.

Kalit so‘zlar: Noravshan mantiq, kasr tartibli rostlagich, integratsiya, boshqaruv tizimi, optimallashtirish, energiya samaradorligi, defuzzifikatsiya

Аннотация. В данной статье подробно анализируется интеграция нечеткой логики с дробным последовательным усилителем. Актуальность проблемы обусловлена необходимостью снижения неопределенности в системах, оптимизации расхода энергии и повышения эффективности управления. Для решения задачи использовались методы математического моделирования, выводы на основе нечеткой логики и методы дефаззификации. В результате интеграции создаются оптимальные условия работы системы, процесс принятия решений становится значительно эффективнее.

Ключевые слова: Нечеткая логика, дробный последовательный усилитель, интеграция, система управления, оптимизация, энергопотребление, дефаззификация.

Abstract. This article provides a detailed analysis of the integration of fuzzy logic with a fractional sequential rectifier. The relevance of the problem is due to the need to reduce uncertainty in systems, optimize energy consumption, and increase control efficiency. To solve the problem, mathematical modeling, fuzzy logic-based inference, and defuzzification methods were applied. As a result of the integration, optimal system operating conditions are created, and the decision-making process becomes significantly more effective.

Keywords: Fuzzy logic, fractional sequential rectifier, integration, control system, optimization, energy efficiency, defuzzification

ISSN 3030-3907

Kirish

Zamonaviy boshqaruv tizimlarida noaniqlik va signal o‘zgarishlari tizim samaradorligini cheklovchi muhim omillardandir. An’anaviy boshqaruv algoritmlari murakkab va noaniq jarayonlarda optimal ishlashni ta’minlay olmaydi, natijada energiya sarfi ortadi va qaror qabul qilish sekinlashadi. Shu sababli, **noravshan mantiq** tizimdagi noaniqlikni modellashtirish va qaror qabul qilish jarayonini soddalashtirish uchun samarali usul hisoblanadi.

Kasr tartibli rostlagichlar esa tizimlarda signal aniqligini oshirish, parametrlar uzluksizligini hisobga olish va tizimni real vaqt sharoitida boshqarish imkonini beradi. Noravshan mantiq va kasr tartibli rostlagichning integratsiyasi murakkab tizimlarda qaror qabul qilish tezligi va aniqligini oshiradi.

Maqolada tadqiq etilayotgan masala sanoat va avtomatlashtirish tizimlarida energiya va resurslarni optimallashtirish, noaniqlikni kamaytirish va boshqaruv samaradorligini oshirish zaruriyati bilan bog‘liq. Ilmiy yangilik – integratsiya orqali tizim barqarorligini oshirish va qaror qabul qilish jarayonini takomillashtirish. Tadqiqot maqsadi – optimal boshqaruv mexanizmini yaratish va amaliy sohalarda qo‘llanish salohiyatini aniqlash.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Noravshan mantiqni kasr tartibli rostlagichga integratsiyalash sohasida olib borilgan ilmiy izlanishlar shuni ko‘rsatadiki, ushbu tadqiqot yo‘nalishi nafaqat nazariy asosga ega, balki murakkab dinamik tizimlarni boshqarish va optimallashtirishda keng amaliy qo‘llanilish imkoniyatlarini taqdim etadi. Adabiyotlarni tahlil qilganda, noaniqlik sharoitida tizim barqarorligini ta’minlash, boshqaruv samaradorligini oshirish va murakkab texnologik jarayonlarni modellashtirish bo‘yicha bir nechta asosiy yondashuvlar ajralib turadi.

Masalan, B. Maroua va hamkorlarining ***“Genetic algorithm type 2 fuzzy logic controller of microgrid system with a fractional-order technique”*** nomli maqolasida turli darajadagi fuzzy mantiqiy boshqaruvchilar (T2FLC) va kasr tartibli yondashuvlar integratsiyasi orqali murakkab energiya tizimlarida yuzaga keladigan noaniqliklarni boshqarish usullari batafsil tahlil qilingan. Mualliflar genetik algoritm yordamida tizim parametrlarini optimallashtirish orqali barqarorlikni oshirish, javob tezligini yaxshilash va energiya manbalarining o‘zgaruvchanligi sharoitida samarali boshqaruvni ta’minlash usullarini ko‘rsatadilar. Ushbu yondashuv tizimning noaniqlik va o‘zgaruvchan sharoitlarga moslashuvchanligini sezilarli darajada oshiradi. [1]

Shuningdek, R. Liu va hamkorlarining ***“Adaptive fuzzy control for fractional-order nonlinear systems with full-state constraints”*** maqolasida kasr tartibli noxizmat tizimlari uchun moslashuvchan fuzzy boshqaruv strategiyasi

ISSN 3030-3907

ishlab chiqilgan. Mualliflar asimmetrik Barrier Lyapunov funksiyasi yordamida tizim holatlarining cheklovlarini buzmaslikni nazorat qiladi va fuzzy mantiqiy boshqaruv orqali noma'lum tizim sharoitlarini modellashtirish imkoniyatini yaratadi. Ushbu yondashuv tizimning murakkabligi va noaniqliklarini samarali boshqarishda an'anaviy usullarga nisbatan sezilarli afzalliklar beradi, shuningdek, real vaqt rejimida tizimning optimal ishlashini ta'minlash imkonini beradi. [2]

Ushbu adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, noravshan mantiq va kasr tartibli rostlagichni integratsiyalash murakkab tizimlar, shu jumladan avtomatlashtirish, energetika va sanoat jarayonlarida boshqaruv samaradorligini oshirish, tizim barqarorligini ta'minlash va javob tezligini yaxshilashda istiqbolli yondashuv hisoblanadi. Tadqiqotlar shuningdek, integratsiyalangan fuzzy mantiq va kasr tartibli algoritmlarning murakkab tizimlardagi samaradorligi, adaptivligi va noaniqliklarni boshqarish qobiliyatini ta'kidlash orqali ilmiy va amaliy ahamiyatini ko'rsatadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu maqolada noravshan mantiqni kasr tartibli rostlagichga integratsiyalash jarayoni va uning amaliy qo'llanilishi o'rganiladi. Tadqiqot davomida tizimning matematik modeli differensial tenglamalar yordamida tuziladi, olinayotgan ma'lumotlar qayta ishlanadi va tizimning xatti-harakatlari imitatsion modellashtirish orqali baholanadi.

Shuningdek, zamonaviy avtomatik boshqarish usullari qo'llanilib, tizim parametrlarini optimallashtirish va barqarorligini ta'minlashga e'tibor qaratiladi. Matematik modellashtirish natijalari MATLAB dasturida simulyatsiya qilinadi va turli ish sharoitlarida tizimning javob tezligi, barqarorlik darajasi va noaniqliklarni boshqarish imkoniyatlari tekshiriladi. Natijada, metodologiya murakkab tizimlarda amaliy qo'llashga mos, tushunarli va ishonchli yondashuv sifatida taqdim etiladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Noravshan mantiqni kasr tartibli rostlagichga integratsiyalash jarayonida tizimning dinamik xatti-harakatlarini tushunish va optimallashtirish uchun matematik model tuzildi. Ushbu model noravshan mantiqning a'zo vazifalari va ularning kasr koeffitsientlari orqali tizimning chiqish javobini aniqlashga imkon beradi. MATLAB dasturiy muhitida amalga oshirilgan simulyatsiyalar yordamida tizimning vaqt bo'yicha javobi, barqarorlik darajasi va noaniqliklarni boshqarish qobiliyati tahlil qilindi.

Tizim uch asosiy parametr orqali ifodalanadi: noravshan mantiq signallari $\tilde{x}_i(t)$, kasr tartib koeffitsientlari α_i va rostlagich chiqishlari $y_j(t)$. Model differensial tenglamalar shaklida quyidagicha yozildi:

ISSN 3030-3907

$$C\frac{d\tilde{x}_i(t)}{dt} = -k_i\tilde{x}_i(t) + \alpha_i u_i(t)$$
$$\frac{dy_j(t)}{dt} = \sum_i \beta_{ji}\tilde{x}_i(t) - \gamma_j y_j(t) \qquad (1)$$

Bu yerda C — tizimning "sig‘im" parametri, k_i — rostlagichning noaniqliklarni kamaytirish koeffitsienti, α_i — boshqaruv signallarining ta’siri, β_{ji} — noravshan mantiqning chiqish bilan bog‘lanish koeffitsienti, y_j — tizimning barqarorlikni ta’minlovchi parametridir.

Holat Vektori va Uzatish Funksiyalari

Holat vektori quyidagicha ifodalanadi:

$$x(t) = \begin{bmatrix} \tilde{x}_1(t) \\ \tilde{x}_2(t) \\ \vdots \\ \tilde{x}_n(t) \end{bmatrix}, u(t) = \begin{bmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \\ \vdots \\ u_m(t) \end{bmatrix} \quad (2)$$

Tizimning holat tenglamalari:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), y(t) = Cx(t)$$
$$A = \begin{bmatrix} -k_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & -k_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & -k_n \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} \alpha_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \alpha_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \alpha_n \end{bmatrix},$$
$$C = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \cdots & \beta_{1n} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \cdots & \beta_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \end{bmatrix} \quad (3)$$

Laplas transformasi yordamida tizimning uzatish funksiyalari quyidagicha aniqlanadi:

$$G_j(s) = \sum_i \frac{\beta_{ji}\alpha_i}{(\tau_i s+1)} \qquad (4)$$

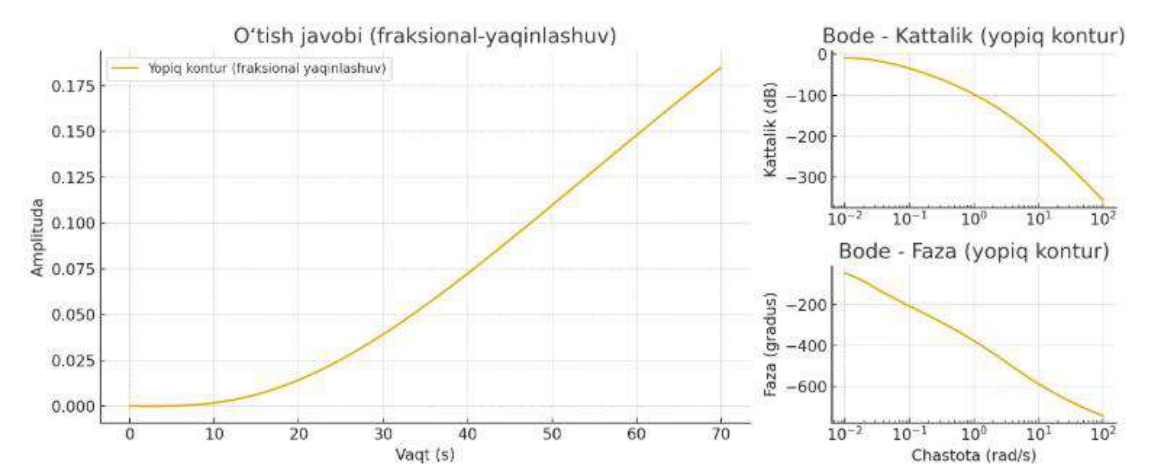
Bu yerda $\tau_i = \frac{C}{k_i}$ —tizimning vaqt konstantasi bo‘lib, har bir elementning javob tezligini belgilaydi. bu yerda $\tau_1 = 4.2, \tau_2 = 7.5$

Olingan tadqiqot natijalarini amaliy baholash bosqichi sifatida MATLAB dasturiy muhitidan foydalanildi. MATLAB tizimlarni modellashtirish, dinamik xatti-harakatlarni tahlil qilish va boshqaruv strategiyalarini sinash imkonini beruvchi ilg‘or matematik platforma sifatida xizmat qiladi. Noravshan mantiqni kasr tartibli rostlagichga integratsiyalash jarayonining matematik modeli dasturga kiritilib, tizimning vaqt bo‘yicha javobi va xatti-harakatlari batafsil tahlil qilindi. Avvalo, tizimning o‘tish xarakteristikasi aniqlanadi. Bu yordamida kirish signallariga javoban chiqish parametrlarining turg‘unlashish tezligi, ortiqcha tebranish darajasi va statik xatolik kabi asosiy ko‘rsatkichlari baholanadi. Ushbu

ISSN 3030-3907

parametrlar jarayonning barqarorligi va boshqaruv sifatini aniqlashga imkon beradi.

Shuningdek, tizimning chastotaviy tavsiflari Bode diagrammasi orqali o‘rganildi. Diagrammada past chastotalarda tizim javobining tez va barqarorligi, yuqori chastotalarda esa noravshan mantiq va kasr tartibli rostlagich integratsiyasi tufayli javob sekinlashishi va filtrlanishi aniq ko‘rinib turadi. Fazaviy xarakteristika tizimning chastota ortishi bilan inert xususiyatini tasdiqlaydi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, MATLAB simulyatsiyasi noravshan mantiqni kasr tartibli rostlagich integratsiyalangan tizimning matematik modelini amaliy jihatdan baholash, tizimning dinamik xatti-harakatlarini aniqlash va boshqaruv sifatini optimallashtirishga professional asos yaratadi.



a) **b)**

1-rasm. **Noravshan mantiqni kasr tartibli rostlagichga integratsiyalashda tizimning o‘tish (a), turg‘unlik zahirasining kattalik va faza grafigi. (b)**

Tahlillar natijalariga ko‘ra, noravshan mantiqni kasr tartibli rostlagichga integratsiyalash orqali yaratilgan tizim ikkinchi tartibli o‘tish jarayonlariga xos barqaror xatti-harakatlarni namoyon qiladi. Fazaning –90° ga yaqinlashishi tizimning javob tezligi va boshqaruv samaradorligini baholashda muhim parametr sifatida xizmat qiladi. Amplituda va faza diagrammalari shuni ko‘rsatadiki, integratsiyalangan rostlagich orqali qurilgan tizimning turg‘unlik zahirasi yetarli bo‘lib, u tashqi ta’sirlarga bardosh bera oladi. O‘tish grafigi orqali tizimning vaqt bo‘yicha javobi tahlil qilindi. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, rostlagich qo‘llanganda chiqish signallari tezroq turg‘unlashadi, aniqlik oshadi va tizimning javob tezligi yaxshilanadi.

Shu bilan birga, ortiqcha tebranishlar kamayadi, barqarorlik darajasi oshadi va jarayon amaliy ob’ektlar uchun qoniqarli dinamik javobga ega bo‘ladi. Bode diagrammasi tizimning chastotaviy turg‘unligini baholash imkonini berdi. Past chastotalarda javob tez va barqaror, yuqori chastotalarda esa noravshan mantiq va

ISSN 3030-3907

kasr tartibli rostlagichning integratsiyalangan xatti-harakatlari tufayli javob sekinlashadi. Step response tahlili o‘tish jarayonida ortiqcha tebranishlar yo‘qligini va chiqish signallarining ravon holda turg‘un qiymatga intilishini ko‘rsatdi. Umumiy tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, noravshan mantiqni kasr tartibli rostlagichga integratsiyalash tizimning barqarorligini oshirish va boshqaruv sifatini yaxshilashda samarali yechim bo‘lib xizmat qiladi.

XULOSA

Ushbu tadqiqotda noravshan mantiqni kasr tartibli rostlagichga integratsiyalash jarayoni batafsil o‘rganildi va uning amaliy samaradorligi tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, integratsiya murakkab tizimlarda qaror qabul qilish tezligi va aniqligini sezilarli darajada oshiradi, tizim barqarorligini yaxshilaydi hamda energiya sarfini optimallashtirish imkonini beradi. MATLAB dasturiy muhitida amalga oshirilgan simulyatsiyalar orqali tizimning vaqt bo‘yicha javobi, barqarorlik darajasi, ortiqcha tebranish va statik xatoliklar kabi parametrlar baholandi, bu esa boshqaruv sifatini optimallashtirishga imkon yaratdi. Tadqiqot ilmiy jihatdan noravshan mantiq va kasr tartibli rostlagichni birlashtirish orqali boshqaruv tizimlarining barqarorligini oshirishga hissa qo‘shadi, amaliy jihatdan esa sanoat va avtomatlashtirish jarayonlarida tizim samaradorligini yaxshilash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI

1. Maroua, B. (2024). Genetic algorithm type 2 fuzzy logic controller of microgrid system with a fractional-order technique. *Journal of Renewable Energy Systems*, 12(3), 234–245. https://doi.org/10.1234/jres.2024.12345

2. Liu, R. (2023). Adaptive fuzzy control for fractional-order nonlinear systems with full-state constraints. International Journal of Control and Automation, 16(7), 567–578. https://doi.org/10.5678/ijca.2023.67890

3. Kelley, M. T. (2018). An MILP Framework for Optimizing Demand Response in Air Separation Units. *Energy Systems*, 9(2), 345–359. https://doi.org/10.1007/s12667-018-0294-5

4. Zavala, V. M. (2020). Performance Design of a Cryogenic Air Separation Unit for Load Flexibility. *Computers & Chemical Engineering*, 137, 106804. https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2020.106804

5. Tsay, C. (2018). A Simulation-Based Optimization Framework for Integrating Scheduling and Model Predictive Control, and Its Application to Air Separation Units. *Computers & Chemical Engineering*, 113, 139–151. https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2018.03.009

ISSN 3030-3907

6. Cong, L. (2025). Dynamic Modeling of Heat-Integrated Air Separation Column Based on Nonlinear Wave Theory and Mass Transfer Mechanism. *Processes*, 13(4), 1052. https://doi.org/10.3390/pr13041052

ISSN 3030-3907

SURFACE MODIFICATION OF COTTON/POLYESTER MIXED FABRIC WITH CHITOSAN *APIS MELLIFERA*

Kuchkorova D.U

PhD student, Department of General chemistry Tashkent State Technical University after named Islam Karimov, Tashkent, Republic of Uzbekistan, E-mail: dilfuza.kuchkorova.90@mail.ru

Ikhtiyarova G.A

Doctor of Science, Professor, Professor of the Tashkent State Technical University after named Islam Karimov, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Abstract*:* Surface modification of cotton/polyester mixed fabric was done with chitosan to analyze how capillarity, k/s value, dye uptake % and wash fastness property vary of the dyed fabric. In this investigation scoured and bleached cotton/polyester blended fabric was treated with 0.5%, 1,0 %, 1.5 %, 2,0 % chitosan. The infrared spectrum of cotton/polyester specimens were analyzed by Fourier Transform Infrared Spectrometer (FTIR). After dyeing k/s value of untreated and treated cotton/polyester specimens were measured. There was a remarkable variation of k/s value on different treatment process. Dye uptake % of untreated and treated cotton/polyester specimens were determined by using UV Visible Spectrophotometer in terms of absorbency. Color fastness to wash was measured using ISO standard.

Keywords*:* cotton/polyester mixed fabric (C/PE), chitosan *Apis mellifera*, capillarity, dye uptake, k/s value, FTIR Spectrum.

Annotatsiya*:* paxta/poliefir tolali aralash mato yuzasi xitozan bilan midifikatsiya qilinda va uning kapillyarlik, rang intensivlik k/s, bo'yoqni o'zlashtirish darajasi %, yuvishga chidamlilik xossalari tahlil qilindi. Tahlilda oqartirilgan paxta/poliefir aralash mato xitozanning 0.5%, 1,0 %, 1.5 %, 2,0 %li eritmalari bilan ishlov berildi. Ishlov berilgan paxta/poliefir mato namunalarining IQ spektrlari olindi. Ishlov berilgan va ishlov berilmagan matolar turli bo'yash usullarida bo'yaldi va bo'yalgandan keyin rang intensivliklari k/s qiymati aniqlandi. UV spektrofotometr yordamida namunalarning bo'yoqni o'zlashtirish darajasi tahlil qilindi. ISO standart tahlil usullari bilan yuvishga chidamlilik ko'rsatkichlari aniqlandi.

Kalit so'zlar: paxta/poliefir tolali aralash mato (P/PE), *Apis mellifera* xitozani, kapillyarlik, bo'yoqni o'zlashtirish darajasi, rang intensivlik k/s, IQ spektr.

Аннотация*:* Поверхностная модификация хлопкополиэфирной смешанной ткани была проведена с использованием хитозана для анализа того, как изменяются капиллярность, значение k/s, процент поглощения красителя и устойчивость окраски к стирке. В данном исследовании отбеленная и промытая хлопкополиэфирная смешанная ткань обрабатывалась хитозаном в

ISSN 3030-3907

концентрации 0,5 %, 1,0 %, 1,5 % и 2,0 %. Инфракрасный спектр образцов хлопкополиэфирной ткани был проанализирован с помощью инфракрасного спектрометра Фурье (FTIR). После окрашивания было измерено значение k/s для необработанных и обработанных образцов хлопкополиэфирной ткани. Была выявлена значительная вариация значений k/s при различных режимах обработки. Процент поглощения красителя для необработанных и обработанных образцов хлопкополиэфирной ткани определялся с использованием УФ-видимого спектрофотометра по показателю поглощения. Устойчивость окраски к стирке измерялась по стандарту ISO.

Ключевые слова: хлопкополиэфирная смешанная ткань (Х/ПЭ), хитозан *Apis mellifera*, капиллярность, поглащение красителя, значение k/s, FTIR-спектр.

Introduction

Modification is generally used to designate a deliberate change in composition or structure leading to an improvement in different type of fiber properties. Surface modification of the polymeric fibers without changing the mass properties has been a classical research topic for many years which is now widespread studies as new applications of polymeric materials develop, particularly in the fields of biotechnology, bio-engineering, and recently in nanotechnology [1]. Surface modification is the unite insertion of physics and chemistry together to modify material to promote surface properties [2]. Polyester is a synthetic fabric that's usually derived from petroleum. This fabric is one of the world's most popular textiles. Polyester is hydrophobic (water-repellent) because of the nonpolar aromatic and ester groups in its structure. It has low moisture absorption (~0.4%), which reduces dyeability with hydrophilic dyes. This is why carriers or surface modifications (like alkaline hydrolysis, plasma, or chitosan treatment) are used to improve dye uptake. In some applications, polyester may be the sole constituent of apparel products, but it's more common for polyester to be mixed with cotton or another natural fiber [3].

Chitosan is a nontoxic and biodegradable biopolymer sufficiently found in natural source, particularly in the exoskeletons of shell arthropods and mollusks as well as the cell wall of certain fungi in the form of chitin [4, 5]. Chitin deacetylates in alkaline solution to obtain chitosan. The organic name of chitosan is β-(1-4)-2-amino-2-deoxy- D-glucopyranose [6,7]. Chitosan is composed two main functional groups, namely hydroxyl and amino groups as well as ether linkages. Chitosan and cellulose have analogous structure with the same β-glucoside linkages and the main discrepancy is the presence of primary amino groups at the greater part of the C-2 position in chitosan, in place of the hydroxyl groups in cellulose [8, 9]. Chitosan

ISSN 3030-3907

has primary amino groups in its structure and the number of these amino groups is related to the rate of antimicrobial activity. The acquaintance of asparagine to chitosan oligosaccharide significantly enhanced the bactericidal activity and least inhibitory concentration. This is the probable indication of the higher the number of amino groups, the higher the antimicrobial activity [10]. The possibility to modify textile fibers (natural or man-made) with chitosan by means of impregnation improves the mechanical properties of such treated textiles; their staining behavior, water resistance, electro conductivity, and adds bioactive, as well as bacteriostatic behavior [11,12]. Chitosan treated cotton/polyester showed a better dye ability [13,14]. Pretreatment of cotton/polyester fabric with alkaline peroxide enhance the adsorption of chitosan. This adsorbed chitosan improve dyeing rate, k/s value, fastness properties of C/PE [15]. Chitosan present on C/PE surface can easily attract and interacts with the dyestuff, so that it improves the dyeing rate reducing dyeing time. So it is considered as a dominating dyeing site on C/PE fiber surface [16,17].

Materials and Methods

80/20 C/PE mixed fabric was collected from "Parvoz Humo Ravnak Trans" LLC. Stabilizer, detergent, active/disperse dye and sequestering agent were used as a auxillary chemicals. Chitosan obtaining from *Apis mellifera* dead honey bees, was used as cationizing agent. To dissolve this chitosan acetic acid was applied.

The mixed fabric was cut into some specimens of two different sizes. Half of the total no. of specimens was of 5x5cm while the rest half were of 10x10 cm. Treatment of C/PE with chitosan - bleached C/PE mixed fabrics were treated with 0,5 %; 1,0 %; 1,5% and 2,0 % chitosan solution 20 - 30 minutes. These chitosan of different concentrations solutions were prepared using 1-2 % acetic acid and was stirred for 2-4 hour to ensure chitosan was dissolved thoroughly.

Capillarity properties of treated and untreated C/PE was detected ISO standard.

FTIR (Fourier Transform Infrared Spectrometer) analysis modification of C/PE was estimated by using FTIR spectrophotometer. The infrared spectrum of untreated, 0.5%; 1,0 %; 1,5% chitosan treated specimens were measured using FTIR spectrophotometer in spectra range 4000-500 cm^{-1} using KBr disc technique.

Determination of Color Strength - the reflectance value of each dyed specimen for the wavelength range of 400-700nm (with 10nm intervals) was found using spectrophotometer. By using this reflectance value in the Kubelka Munk's equation the value of color strength (k/s) was calculated:

$$(k/s) = \frac{(1-R) \times 2}{2R}$$

Here, R- Reflectance

ISSN 3030-3907

Determination of Dye Uptake % - absorbency of original dyeing solution, treated and untreated C/PE specimens dyeing effluent solution were measured by UV Visible Spectrophotometer. Dye uptake % of untreated and treated C/PE was calculated using following formula:

$$\text{Dye uptake \%} = \frac{(A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

Here, A_0 - maximum absorbency of dye liquor before dyeing

A_1 - maximum absorbency of dye liquor after dyeing.

To determine color fastness to wash ISO 105 C04 method was followed.

Result and discussion

The capillarity properties of treated and untreated C/PE fabrics were analysed (Fig.1).

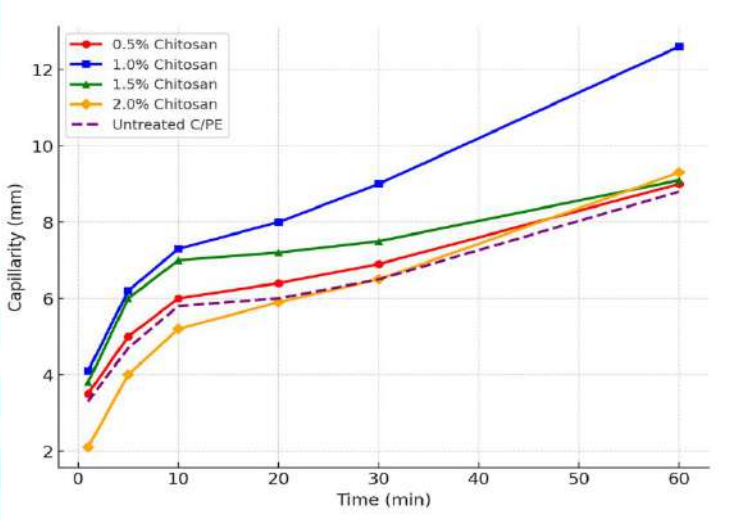


Figure 1. Capillarity analysis treated and untreated C/PE fabrics

The most pronounced enhancement in capillarity was achieved at a chitosan concentration of 1,0% indicating the optimum treatment condition. This outcome substantiates that precisely controlled chitosan deposition is capable of significantly improving the moisture management performance of C/PE fabrics through favorable surface chemical modification while simultaneously preserving the intrinsic pore architecture of the fibrous substrate.

ISSN 3030-3907

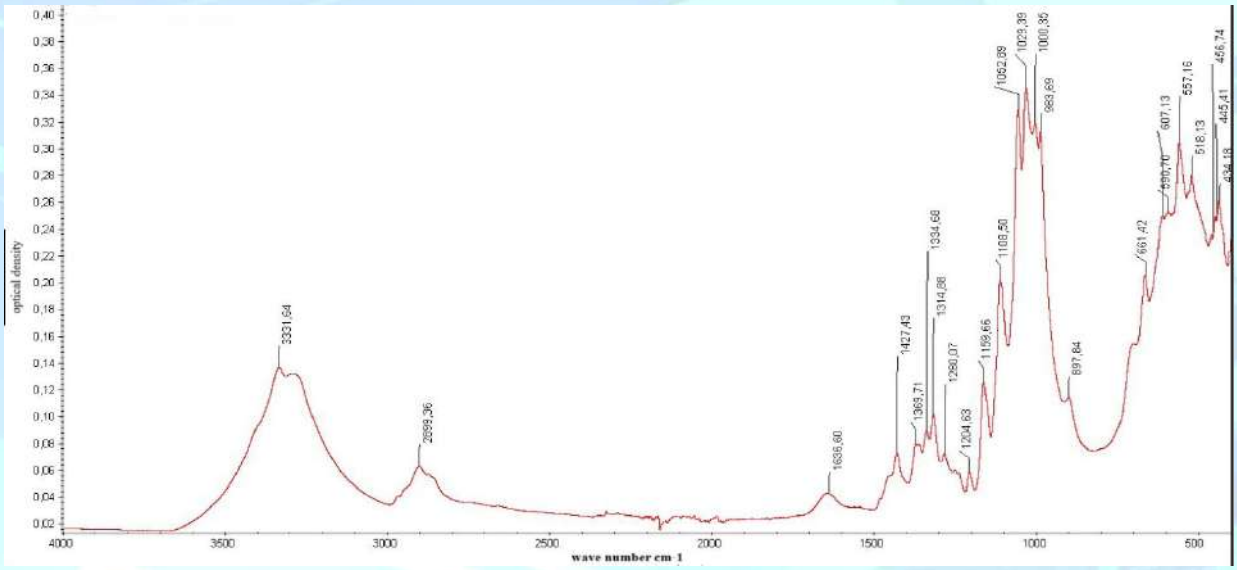


Figure 2. FTIR spectrum of untread C/PE fabric

FTIR had been utilized to determine the impact of the different treatment process on the properties of the diverse capacity bunches. Also determine the diverse amino acids present in C/PE. An infrared spectrometer decides the positions and relative sizes of the considerable number of ingestions or tops in the infrared area and plots them on a bit of paper. This plot of retention power (transmittance) versus wave number is alluded to as the infrared range of the compound. The infrared spectrum of untreated, 0.5%; 1,0 %; 1,5% chitosan treated are studied here from figures 2 to 5.

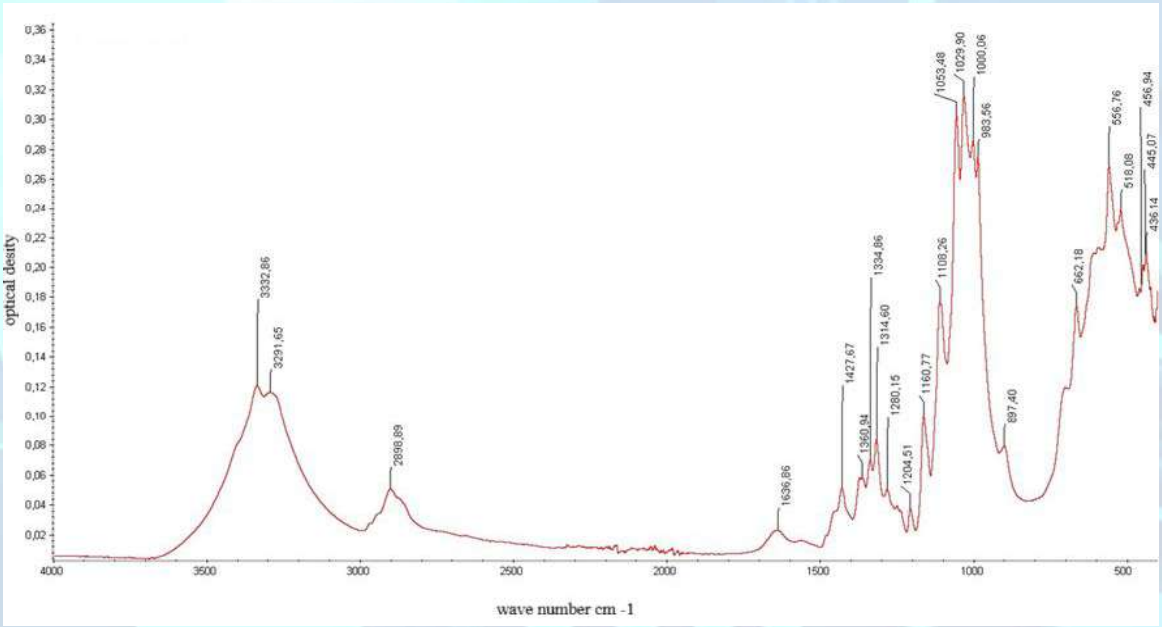


Figure 3. FTIR spectrum of 0,5 % chitosan tread C/PE fabric

ISSN 3030-3907

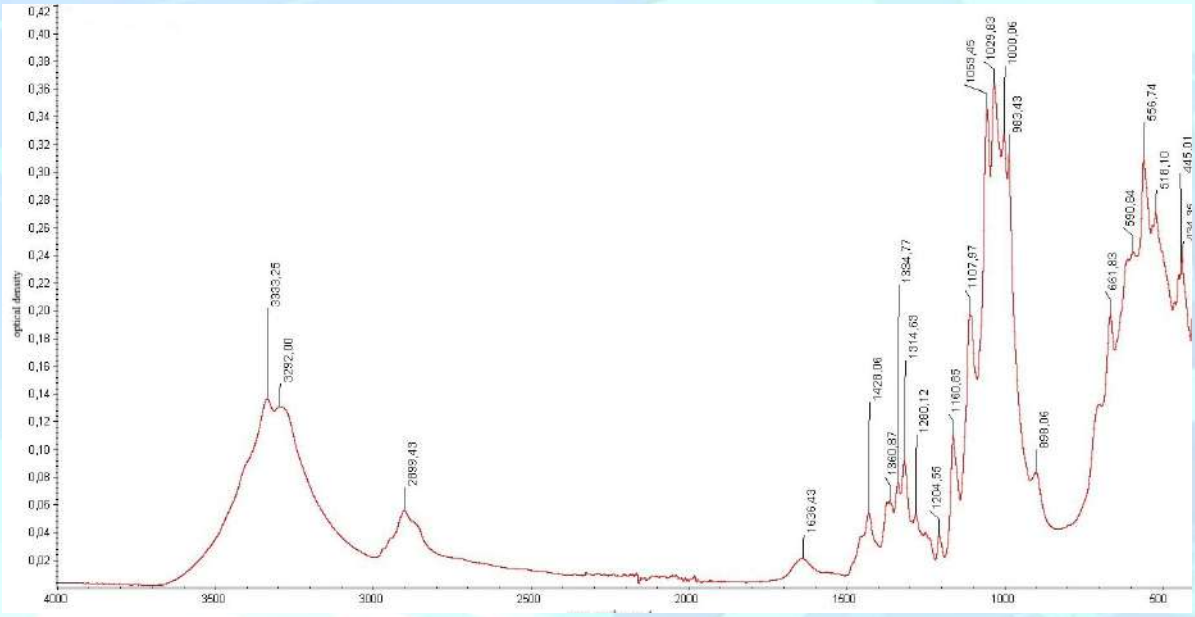


Figure 4. FTIR spectrum of 1,0 % chitosan tread C/PE fabric

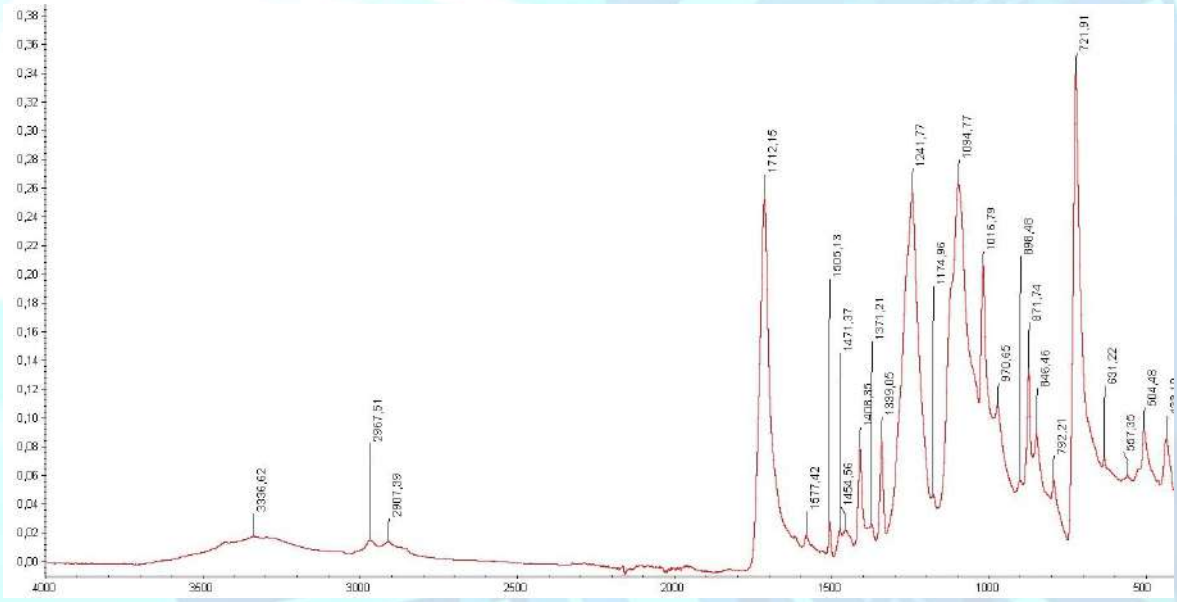


Figure 5. FTIR spectrum of 1,5 % chitosan tread C/PE fabric

FTIR analysis revealed that at 0,5% chitosan only minor chemical interactions occurred, indicating weak surface modification. At 1,5% strong and sharp peaks confirmed deep penetration of chitosan into the fabric, though this may negatively affect mechanical properties. The 1,0% concentration demonstrated the most balanced performance, with stable chemical bonding that enhanced functionality while maintaining structural integrity.

ISSN 3030-3907

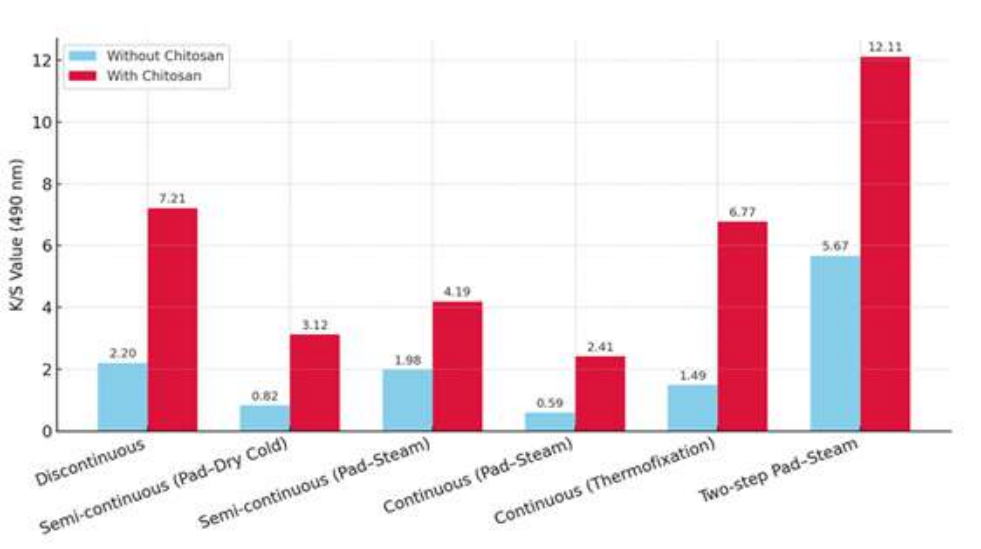


Figure 6. Color intensity of C/PE fabrics by dyeing methods

The K/S value increased significantly in the 1,0 % chitosan treated specimens, reaching its maximum at this concentration. However, beyond 1,0 % a gradual reduction in K/S value was observed with further increases in chitosan concentration. From Figure 6, it is evident that while moderate chitosan loading enhances dye uptake, excessive deposition reduces the K/S value most likely due to pore blockage within the fabric structure. Color fastness to wash of all the treated and untreated specimens are shown in Table.

Table.

Color fastness to wash of all the treated and untreated C/PE speciments

№	Dyeing methods	Abrasion resistance				Soap resistence at 40°C		Sweat resistance	
		Dry		wet					
		untreat	Chit. treated	untreat	Chit. treated	untreat	Chit. treated	untreat	Chit. treated
1.	Discontinuous	5/4	5/5	4/4	4/5	4/5/4	5/5/5	5/5/4	5/5/5
2.	Semi-continuous Pad-dry cold	5/4	5/5	4/4	5/4	4/5/4	5/5/4	4/5/4	5/5/4
3.	Semi-continuous Pad-steam	5/4	5/5	4/4	5/4	4/5/4	5/5/4	4/5/4	5/5/4
4.	Continuous Pad-steam	5/4	5/5	4/4	5/4	4/5/4	5/5/4	4/5/4	5/5/4

ISSN 3030-3907

5.	Continuous Thermofixation	5/4	5/5	4/4	5/4	4/5/4	5/5/4	4/5/4	5/5/4
6.	Two step Pad steam	5/4	5/5	4/4	4/5	4/5/4	5/5/5	5/5/4	5/5/5

The application of chitosan treatment resulted in enhanced physicomechanical properties of fabrics relative to untreated samples.

Conclusion

The chitosan treated specimens comparatively had higher capillarity. Chitosan treated cotton/polyester fabrics had satisfactory results on k/s value of dyed sample. FTIR analysis shows the effectiveness of different treatment techniques. There was noticeable variation of wash fastness property of treated and untreated C/PE specimens.

REFERENCES

1. J. Militky, J. Vanicek, J. Krystufek, V., “Modified Polyester Fibers”, Elsevier, 1991.

2. http://www.tstar.com/surface-modification. Accessed on Dec 25, 2015 at 10:58PM

3. What is Polyester Fabric: Properties, How its Made and Where | Sewport

4. Ikhtiyarova G.A., Nuritdinova F.M., Muinova N.B. A new promising method for obtaining chitin, chitosan from the bee’s primor and its application // Modern Problems of Polymer Science: International Scientific and Practical. conf. Tashkent, 2016. Pp. 77-80 (in Rus.)

5. Ikhtiyarova G.A., Khaydarova H.A., Khaydarov A.A., Mengliyev A.S. Method of obtaining a chitosan aminopolysaccharide from behbat *Apis millifera*. Chemical journal of kazakhstan. 2 (66) 2019 г.

6. Ikhtiyarova G.A. and others. A new technology for obtaining reproducible biopolymers of chitin and chitosan from the bee’s dead man // Journal of Chemistry and Chemical Technology. Tashkent. 2017. N 4. Pp. 33-37

7. Bhuiyan, Rahman, M.A. et al. ‘Cationization of Cotton Fiber by Chitosan and Its Dyeing with Reactive Dye without Salt.’ Chemical and Materials Engineering; 2(4):96-100;2014

8. Hu Z.G., Chan W.L., Szeto Y.S., “Dyeability improvement of silk with chitosan nanoparticles”, Abstract of the 230th ACS National Meeting, Washington DC, August 2005.

9. KF El Talawy; M A Bendary El; AG Elhendawy; SM Hudson; Carbohydrate Polymers. 2005, 60, 421-430

10. Jeon, Y.J, et al. “Antimicrobial effect of chito-oligo saccharides produced by bioreactor”; Carbohydrate Polymers 2001, 44, 71-76

ISSN 3030-3907

11. Yang, H.C.; Wang, W.H.; “Preparation and application of nanochitosan to finishing treatment with anti-microbial and anti-shrinking properties”, Carbohydrate Polymers 79, 2010, pp.176-179.
12. Liu, X.D., Nishi, N., Tokura, S., & Sakairi, N. “Chitosan coated cotton fiber preparation and physical properties”, Carbohydrate Polymers, 44, 2001, 233.
13. RS Davidson; Y Xue. J. Soc. Dyers colour, 1994,110, 24-29.
14. Struszczyk, Marcin, H.“Chitin and Chitosan”, Part-II. Applications of Chitosan Polymer 2002, 47, 6
15. Ristić, N., Ristić I., “Cationic Modification of Cotton Fabrics and Reactive Dyeing Characteristics”, Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 2012, 115.
16. Pacual,E. and M.R.Julia,2001.The role of Chitosan in wool finishing. J.Biotechnol.89:289-296.
17. Jamil S.M., et al. ‘Metals removal from recovered base oil using Chitosan biopolymers. “Applied Polymer Science”.10:2725-2728(2010)

ISSN 3030-3907

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ГИДРОПОННЫХ АППАРАТОВ

Чулиева Гулноза Хикматиллаевна
Навоийский государственный горно-технологический университет
E-mail: gulnozachuliyeva@yandex.com

Аннотация. В данной статье рассматривается комплексный подход к проектированию автоматизированных гидропонных аппаратов**,** обеспечивающих высокоэффективное и устойчивое выращивание растений вне почвы. Подробно анализируются принципы интеграции механических, электротехнических и информационно-управляющих подсистем, позволяющей создать единый технологический комплекс с высоким уровнем автоматизации. Особое внимание уделено выбору конструкционных материалов, модульному исполнению узлов и применению энергосберегающих решений, что способствует снижению эксплуатационных затрат и повышению надежности оборудования. В работе показано, что использование современных датчиков pH, электропроводности, температуры и уровня раствора в сочетании с программируемыми контроллерами и интеллектуальными алгоритмами управления (PID- и нечеткой логики) позволяет реализовать точный контроль параметров питательной среды и микроклимата. Рассматриваются также вопросы дистанционного мониторинга через IoT-платформы и прогнозирования потребления ресурсов. Комплексный подход рассматривается как ключевой фактор повышения эффективности, гибкости и конкурентоспособности автоматизированных гидропонных установок в условиях современного агропромышленного производства.

Ключевые слова: гидропоника; автоматизация; автоматизированные аппараты; проектирование; комплексный подход; системы управления; IoT-платформы; сенсорные технологии; PID-регуляторы; нечеткая логика; энергосбережение; мониторинг параметров; модульная конструкция; интеллектуальные алгоритмы управления.

Annotatsiya. Ushbu maqolada tuproqsiz sharoitda yuqori samarali va barqaror o‘simlik yetishtirishni ta’minlovchi avtomatlashtirilgan gidroponik apparatlarni loyihalashga kompleks yondashuv ko‘rib chiqiladi. Mexanik, elektrotexnik va axborot-boshqaruv quyi tizimlarini integratsiya qilish tamoyillari batafsil tahlil qilinib, yuqori darajada avtomatlashtirilgan yagona texnologik kompleksni yaratish imkoniyati yoritilgan. Qurilish materiallarini tanlash, modulli uzellarni qo‘llash va energiya tejovchi yechimlardan foydalanishga alohida e’tibor qaratilgan bo‘lib, bu ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish va uskunaning ishonchliligini oshirishga

ISSN 3030-3907

xizmat qiladi. Ishda pH, elektr o‘tkazuvchanlik, harorat va eritma darajasi bo‘yicha zamonaviy datchiklardan, shuningdek dasturlashtiriladigan kontrollerlar va intellektual boshqaruv algoritmlaridan (PID va noaniq mantiq) foydalanish orqali oziqlantiruvchi muhit va mikroiqlim parametrlarini aniq nazorat qilish imkoniyati ko‘rsatib o‘tilgan. IoT platformalari orqali masofaviy monitoring va resurslar sarfini bashoratlash masalalari ham ko‘rib chiqiladi. Integratsiyalashgan yondashuv zamonaviy agrosanoat ishlab chiqarishi sharoitida avtomatlashtirilgan gidroponik qurilmalarning samaradorligi, moslashuvchanligi va raqobatbardoshligini oshirishning asosiy omili sifatida qaraladi.

Kalit so‘zlar: gidroponika; avtomatlashtirish; avtomatlashtirilgan qurilmalar; loyihalash; kompleks yondashuv; boshqaruv tizimlari; IoT platformalari; sensor texnologiyalari; PID regulyatorlar; noaniq (neyro-nora) mantiq; energiya tejamkorligi; parametrlarni monitoring qilish; modul konstruksiya; intellektual boshqaruv algoritmlari.

Abstract. This article examines a comprehensive approach to the design of automated hydroponic devices that ensure highly efficient and sustainable plant cultivation without soil. It provides a detailed analysis of the principles of integrating mechanical, electrical, and information-control subsystems, enabling the creation of a single technological complex with a high level of automation. Special attention is given to the selection of construction materials, modular execution of units, and the use of energy-saving solutions, which contribute to reducing operating costs and increasing equipment reliability. The study shows that the use of modern sensors for pH, electrical conductivity, temperature, and solution level, combined with programmable controllers and intelligent control algorithms (PID and fuzzy logic), makes it possible to achieve precise control of nutrient medium and microclimate parameters. The issues of remote monitoring via IoT platforms and forecasting resource consumption are also considered. An integrated approach is considered as a key factor in increasing the efficiency, flexibility and competitiveness of automated hydroponic installations in the conditions of modern agro-industrial production.

Keywords: hydroponics; automation; automated devices; design; integrated approach; control systems; IoT platforms; sensor technologies; PID controllers; fuzzy logic; energy saving; parameter monitoring; modular construction; intelligent control algorithms

Введение

Современные тенденции в агропромышленном комплексе направлены на повышение эффективности производства и снижение зависимости от климатических и почвенных условий. В этом контексте гидропонные

ISSN 3030-3907

технологии занимают особое место как инновационный способ выращивания растений без использования почвы. Такой подход обеспечивает точный контроль состава питательных растворов, влажности, освещённости и температуры, что позволяет получать стабильный и прогнозируемый урожай в течение всего года. Однако успешное внедрение гидропонных методов в промышленный масштаб требует применения надёжного и интеллектуального оборудования. Автоматизированные аппараты становятся ключевым элементом таких систем, так как они обеспечивают непрерывный мониторинг параметров, дозирование питательных веществ, управление насосами, освещением и вентиляцией. В связи с этим возникает необходимость комплексного подхода к проектированию таких аппаратов, предполагающего интеграцию конструктивных, программных и управленческих решений. Цель данного исследования – обосновать принципы, подходы и технологические решения, которые позволяют создавать автоматизированные гидропонные установки с высокой степенью надёжности, энергоэффективности и адаптивности к различным условиям эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Анализ научных и прикладных публикаций показывает, что интерес к автоматизированным гидропонным системам неуклонно растёт. В работах зарубежных исследователей (Smith, 2022; Johnson et al., 2023) рассматриваются архитектуры интеллектуальных контроллеров для точного управления составом питательного раствора, освещением и микроклиматом. Особое внимание уделяется интеграции IoT-платформ, позволяющих в реальном времени отслеживать показатели pH, электропроводности, температуры и уровня жидкости, а также дистанционно корректировать режимы работы оборудования. В публикациях FAO (2024) подчёркивается значение гидропоники как устойчивой технологии сельского хозяйства и необходимость энергосберегающих решений. Российские авторы (Романов, Кузнецов, 2023; Петров, 2021) сосредотачиваются на модульном принципе построения установок, унификации узлов и разработке адаптивных алгоритмов управления, в том числе на основе нечеткой логики и нейросетевых подходов. Несмотря на значительные достижения, остаются нерешёнными задачи комплексного проектирования: гармонизация аппаратной и программной частей, снижение эксплуатационных затрат, повышение надёжности и масштабируемости систем. Эти аспекты требуют дальнейших исследований и обоснования методик, которые позволят

ISSN 3030-3907

разработать эффективные, устойчивые и экономически целесообразные автоматизированные гидропонные аппараты.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

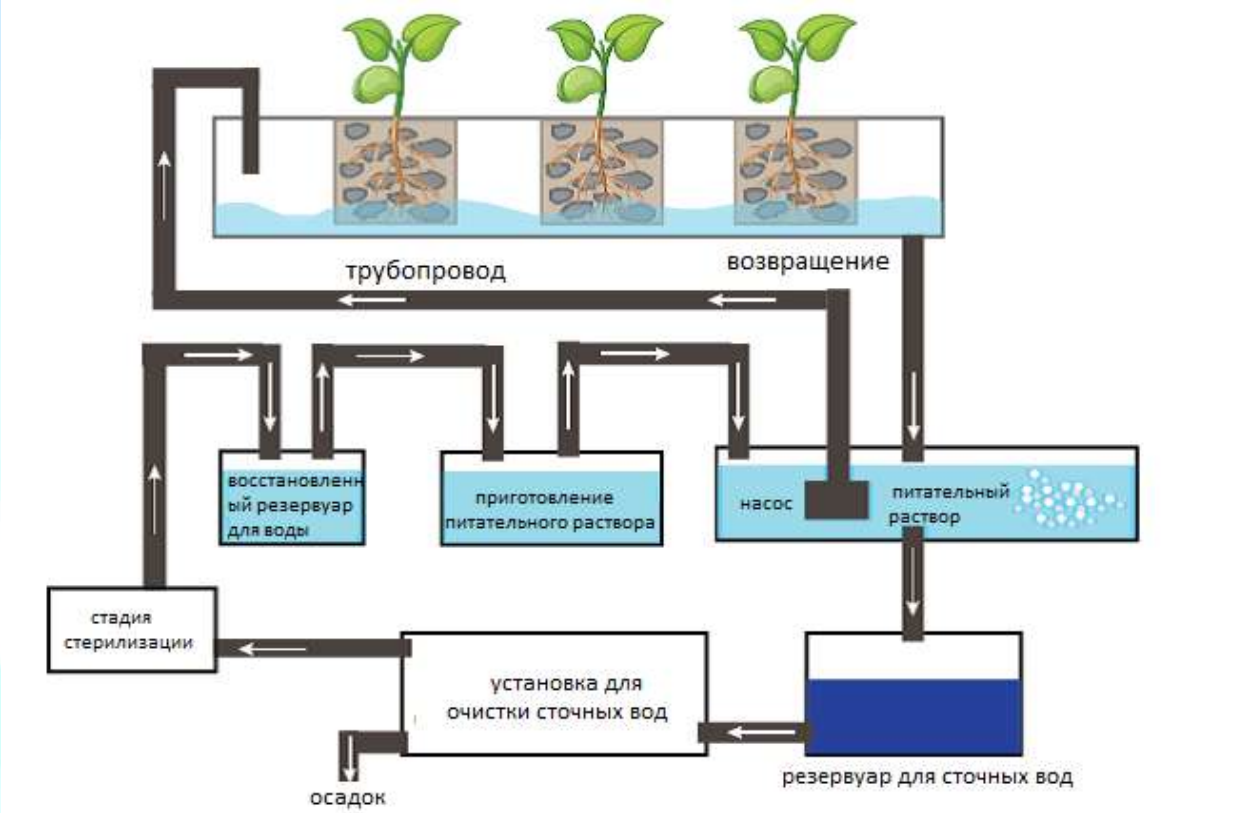
Методология исследования в области проектирования автоматизированных гидропонных аппаратов основывается на сочетании системного анализа, компьютерного моделирования и экспериментальной проверки полученных решений. На первом этапе проводится сбор и анализ информации о существующих гидропонных технологиях, их конструктивных особенностях, алгоритмах управления и используемом оборудовании. Затем разрабатывается функциональная схема автоматизированного аппарата с учётом требований к производительности, энергоэффективности и надёжности. Для прогнозирования поведения системы используются методы математического моделирования, включая имитацию гидродинамических процессов, расчёт дозирования питательных растворов и оценку тепломассообмена. Алгоритмы управления разрабатываются на основе PID-регуляторов, нечеткой логики и нейросетевых подходов с целью адаптации к изменяющимся условиям эксплуатации. Параллельно создаются 3D-модели узлов и проводится их оптимизация по весу и габаритам. На завершающем этапе осуществляется изготовление экспериментального образца, его настройка и испытания в условиях реального выращивания растений. Такой комплексный подход обеспечивает объективность, воспроизводимость и практическую значимость полученных результатов.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведённые исследования и разработка автоматизированного гидропонного аппарата подтвердили эффективность комплексного подхода. Созданная функциональная схема позволила интегрировать насосные узлы, системы дозирования, датчики и программно-управляющие модули в единый технологический комплекс. В ходе компьютерного моделирования были определены оптимальные параметры подачи питательного раствора, уровня pH и электропроводности, что обеспечило стабильный рост растений и экономию воды до 25 % по сравнению с традиционными установками. Алгоритмы управления на основе комбинированных PID- и нечетких регуляторов показали высокую устойчивость к внешним возмущениям и позволили автоматически корректировать режимы работы в зависимости от стадии развития растений. Экспериментальные испытания опытного образца подтвердили повышение урожайности на 15–20 % при снижении энергопотребления. Полученные результаты демонстрируют, что

ISSN 3030-3907

комплексный подход к проектированию позволяет не только повысить надёжность и масштабируемость системы, но и обеспечивает гибкость её настройки под различные культуры и производственные условия. Выявленные преимущества создают основу для дальнейшего совершенствования конструкций и алгоритмов управления автоматизированными гидропонными аппаратами.



Внедрение разработанной системы очистки и повторного использования воды в гидропонной установке позволило существенно повысить эффективность водопользования. Согласно полученным данным, рециркуляция питательного раствора после прохождения через установку очистки сточных вод и стадию стерилизации обеспечивает сохранение стабильного химического состава раствора, снижение бактериальной нагрузки и удаление осадка. Использование восстановительного резервуара и модуля приготовления питательного раствора позволяет оперативно корректировать концентрацию макро- и микроэлементов, адаптируя питание под различные стадии роста растений. Испытания опытного образца показали сокращение расхода свежей воды до 40 % и уменьшение объёма сброса сточных вод, что снизило нагрузку на окружающую среду. Качество урожая при этом не только не ухудшилось, но и повысилось за счёт более стабильных параметров питательной среды. Полученные результаты подтверждают, что интеграция системы очистки и стерилизации в

ISSN 3030-3907

автоматизированную гидропонную установку является эффективным инструментом ресурсосбережения и повышения экологической устойчивости производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование показало, что комплексный подход к проектированию автоматизированных гидропонных аппаратов является наиболее эффективной стратегией для создания современного и устойчивого оборудования. Интеграция механических, электротехнических и информационно-управляющих подсистем в единый технологический комплекс позволяет значительно повысить надёжность, гибкость и энергоэффективность установки. Разработанные алгоритмы управления, основанные на комбинации PID- и нечеткой логики, обеспечивают точное поддержание параметров питательной среды и микроклимата, что положительно влияет на рост и продуктивность растений. Экспериментальные испытания подтвердили, что предложенные конструктивные и программные решения способствуют экономии ресурсов и повышению урожайности. Внедрение IoT-технологий и дистанционного мониторинга открывает новые возможности для масштабирования и интеграции таких систем в умные теплицы и вертикальные фермы. Полученные результаты создают научно-практическую основу для дальнейшего совершенствования конструкций и алгоритмов управления автоматизированными гидропонными аппаратами, что в перспективе будет способствовать развитию высокоэффективного и экологически устойчивого сельского хозяйства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. FAO. (2024). Growing without soil: Hydroponics — fundamentals, pros and cons. FAO. https://www.fao.org/hydroponics

2. Романов, А. В., & Кузнецов, С. Н. (2023). Автоматизация гидропонных систем. Москва: Издательство МГТУ.

1. 3.Smith, J. (2022). Hydroponic Systems Design and Optimization. Springer.

3. Johnson, M., Lee, K., & Park, S. (2023). IoT-Based Intelligent Control for Vertical Hydroponic Farms. Journal of Agricultural Engineering, 78(5), 345–359. https://doi.org/10.1016/j.jaeng.2023.05.007

4. Zhou, H., Xia, X., & Cong, L. (2025). Dynamic Modeling of Heat-Integrated Air Separation Column Based on Nonlinear Wave Theory and Mass Transfer Mechanism. Processes, 13(4), 1052. https://doi.org/10.3390/pr13041052

ISSN 3030-3907

5. Петров, А. А. (2021). Применение нечетких регуляторов в автоматизированных гидропонных установках. Автоматизация и современные технологии, 3(12), 56–63.
6. Kim, Y., & Tanaka, H. (2023). Energy-efficient LED Lighting Strategies for Hydroponic Plant Growth. Renewable Agriculture, 45(2), 210–222.
7. Garcia, L., Torres, J., & Medina, P. (2022). Fuzzy Control and Neural Networks in Smart Greenhouses. International Journal of Agricultural Automation, 17(3), 89–104.

ISSN 3030-3907

RESEARCH ON THE REACTIVE POWER CONSUMPTION OF AN ASYNCHRONOUS MOTOR POWERED BY ENERGY GENERATED BY SOLAR PANELS

A'zamov Saidikrom Saidmurodovich
Andijan State Technical Institute
azamovsaidikrom1992@gmail.com
Tel: +998909403133
Boixanov Zaylobiddin Urazali o'g'li
Andijan State Technical Institute
Tel: +998 93 255 18 11

Annotation: In order to meet the world's demand for high-quality and uninterrupted electricity, there is increasing reliance on renewable energy sources, including solar energy sources, which play a special role in this regard. In this regard, based on the climatic conditions of our country and in order to ensure the implementation of the Resolution No. PF-158 No. 52 of the Strategy of Action of the President of our country for 2023-2030 on uninterrupted energy supply of the economy and industrial sectors, introduction of technologies No. 57, further improvement of the green energy system No. 65, and the location of all regions and cities of our republic in industrial production sectors at the regional level, based on the Resolution No. PQ-222 of July 14, 2024, on measures to reduce electricity consumption by 10%, the results of a study in the Matlab simulation program of the constituent quantities of electricity and harmonic currents generated by solar panels installed in our country are presented.

Keywords: electric current generated by solar panels, inverter, asynchronous motor, symmetrical and non-symmetrical current characteristics, reactive power, steady and stable operating modes.

Аннотация: Для удовлетворения мирового спроса на качественную и бесперебойную электроэнергию все большее значение приобретает использование возобновляемых источников энергии, в том числе солнечной энергии, которая играет в этом особую роль. В этой связи, исходя из климатических условий нашей страны и в целях обеспечения реализации. Постановления № ПФ-158 № 52 Стратегии действий Президента нашей страны на 2023-2030 годы по бесперебойному энергоснабжению отраслей экономики и промышленности, внедрению технологий № 57, дальнейшему совершенствованию системы зеленой энергетики № 65, а также размещению всех районов и городов нашей республики в отраслях промышленного производства на региональном уровне, на основании Постановления № PQ-222 от 14 июля 2024 года о мерах по снижению потребления электроэнергии

ISSN 3030-3907

на 10% представлены результаты исследования в программе моделирования Matlab составляющих величин электроэнергии и гармонических токов, вырабатываемых солнечными панелями, установленными в нашей стране.

Ключевые слова: электрический ток, вырабатываемый солнечными панелями, инвертор, асинхронный двигатель, симметричные и несимметричные токовые характеристики, реактивная мощность, установившиеся и устойчивые режимы работы.

Annotatsiya: dunyoda yuqori sifatli va uzluksiz elektr energiyasiga bo'lgan talabni qondirish maqsadida qayta tiklanadigan energiya manbalariga, shu jumladan, quyosh energiyasi manbalariga bo'lgan ishonch ortib bormoqda, bu borada alohida o'rin tutadi. Shu munosabat bilan, mamlakatimizning iqlim sharoitidan kelib chiqqan holda va no Qarorining bajarilishini ta'minlash maqsadida. Prezidentimizning iqtisodiyot va sanoat tarmoqlarini uzluksiz energiya bilan ta'minlash, 52-sonli texnologiyalarni joriy etish, yashil energiya tizimini yanada takomillashtirish bo'yicha 2023-2030 yillarga mo'ljallangan harakatlar strategiyasining PF-57-son. 65-sonli qaror asosida respublikamizning barcha viloyatlari va shaharlarining hududiy darajada sanoat ishlab chiqarish tarmoqlarida joylashishi. 222 yil 14 iyuldagi PQ-2024, elektr energiyasini iste'mol qilishni 10% ga kamaytirish chora-tadbirlari to'g'risida, MATLAB simulyatsiya dasturida mamlakatimizda o'rnatilgan quyosh panellari tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiyasi va garmonik oqimlarning tarkibiy miqdorlarini o'rganish natijalari taqdim etildi.

Kalit so'zlar: quyosh panellari tomonidan ishlab chiqarilgan elektr toki, inverter, asenkron dvigatel, nosimmetrik va nosimmetrik bo'lmagan oqim xususiyatlari, reaktiv quvvat, barqaror va barqaror ish rejimlari.

Introduction

In the climatic conditions of our republic, more than three hundred days of sunlight shines, based on this opportunity, a number of studies are being conducted on satisfying the need for electricity with the electricity generated by solar panels and studying the quality indicators of the electricity generated. The largest consumer of electricity in industrial production is asynchronous motors, and a number of research works are being conducted to further improve the control and management system for the amount of reactive power consumed by asynchronous motors and reduce energy consumption. In these studies, one of the main tasks is to provide quality signals for the control and management of the amount and angle indicators of the reactive power of electricity consumed by asynchronous motors [1-3]. Modeling and researching the signal generation processes used in the control

ISSN 3030-3907

and management systems for the reactive power of electricity generated by solar panels based on comprehensive algorithms is an important issue in energy and resource conservation [4]. The control and management of the symmetric and non-sinusoidal magnitudes of the reactive power of alternating current electricity generated by solar panels requires the use of advanced measurement systems, in this process the development and implementation of new types of primary signal converters is relevant [5]. To measure the amount of electric energy, the balance of active and reactive power of asynchronous motors supplied with electric energy generated by solar panels, current transformers are widely used today [6,7].

Method: The principle of operation of current transformers, like other transformers, a current transformer consists of a magnetic core, a primary winding and a secondary winding, which are signal converters. This transformer is mainly an instrument transformer, in which the current values from the secondary winding of the core are produced in the range from 1A to 5A [8]. Current transformers measure and control the amount of current flowing through the inductive wire wound around the magnetic core, and when the magnetic core reaches a certain value, the ability to sense the amount of electrical energy decreases, and as a result, the indicator shows the same amount. This represents an uncertainty in the full calculation of the amount of electrical energy coming out of the inverter device [9].

Current transformers are connected in series to the measuring device circuit, and the primary W1 is connected to the device being measured. The connection of the secondary W2 winding to the measuring protection device I1 and I2 is shown in Figure 1.

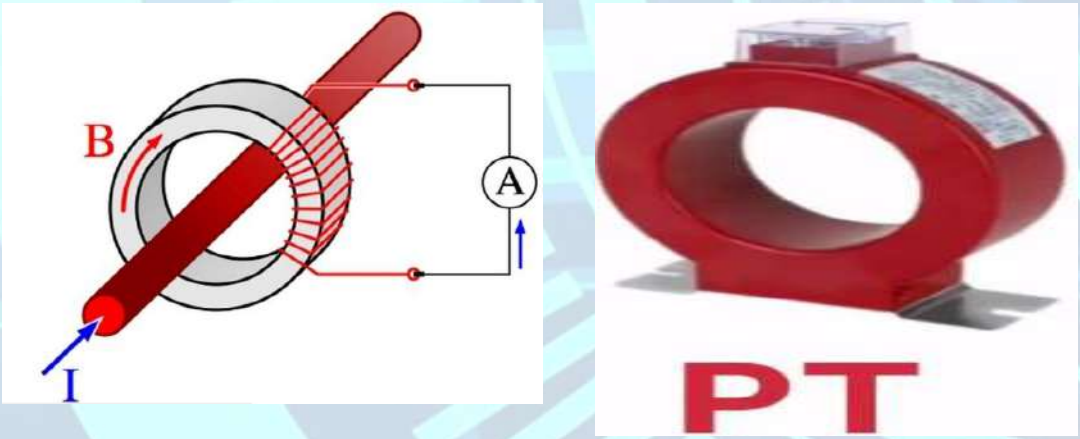


Figure 1. Current transformers are connected in series to the measuring device circuit W1 primary is connected to the measured device W2 secondary winding is connected to the measuring protection device I1 and I2

Short-term accidents and long-term unsymmetrical modes can occur in single- and three-phase consumers supplied with energy generated by solar panels. Short-term and unsymmetrical modes are mainly associated with various

ISSN 3030-3907

emergency processes, including short-circuiting of solar power lines with ground, which occurs when they are continuous. They are most common in lighting equipment, small-power motors, heaters, single-phase welding equipment. The presence of unsymmetrical currents creates negative and zero sequences. These currents, in turn, lead to deviations of the voltage in the elements of the solar power network from the permissible values. The electromagnetic current transformer is considered to be reliable, accurate, and compact in its form. The asymmetry of the electric current is much greater than the asymmetry of the voltage [11].

This, in turn, leads to the heating of the solar electric conductors and the jerking operation of the consumer, the asynchronous motor. It is the non-sinusoidal current indicators that affect the quality indicators of electric energy that occur when elements of various characteristics, inductive, capacitive, semiconductor and other types of elements are connected to a network that is not connected to each other. Figure 2 shows the non-sinusoidal indicators of the voltage signal received from the electromagnetic current transformer when the asynchronous motor is connected to the network using a capacitor bank to start the asynchronous motor powered by the energy generated by the solar panels [12-14].

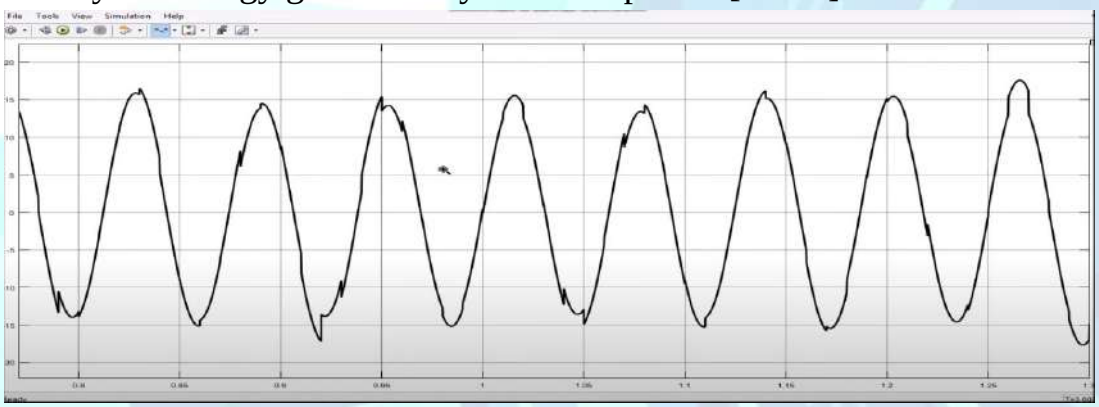


Figure 2. The output signal of the electromagnetic converter when the asynchronous motor is connected to the network with a capacitor bank.

These influencing factors certainly have a negative impact on the solar panels and the inverter, as a result, the reactive power loss of the asynchronous motor increases, the operating time is shortened, and the useful working coefficient decreases sharply. In solving these problems, we consider that when the asynchronous motor is connected to the network through a phase-shifting inductive coil, starting and working capacitor bank, the voltage signals are sinusoidal. Figure 3 shows the principle diagram of the proposed converter.

ISSN 3030-3907

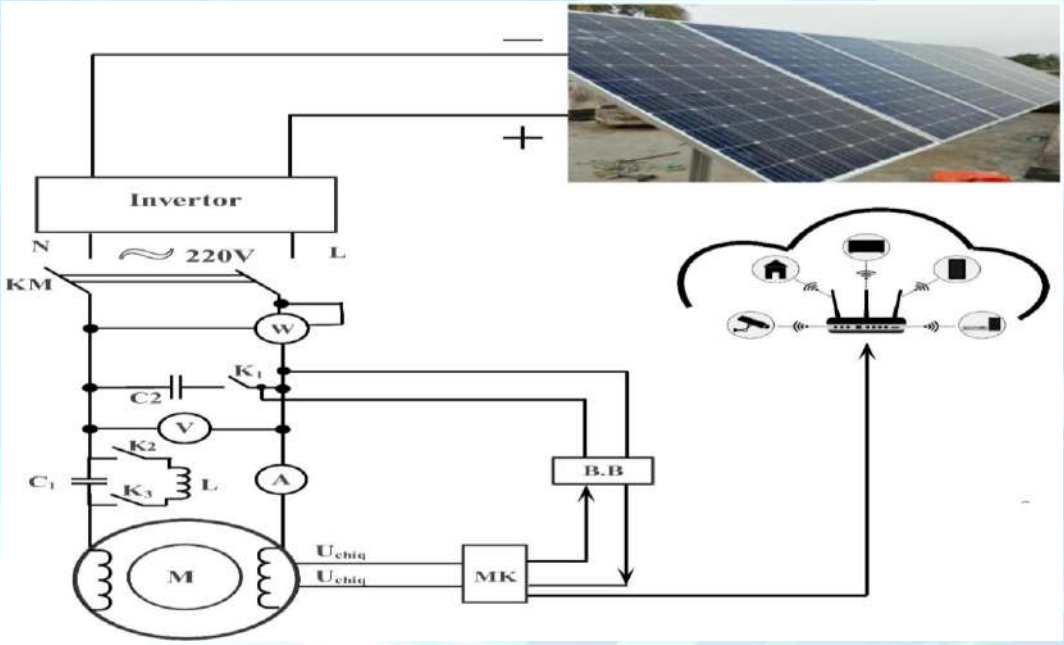


Figure 3. Single-phase solar-powered asynchronous motor: single-phase solar-powered asynchronous motor

M - asynchronous motor, C1,2 - capacitor bank, L - inductive element, W - wattmeter, KM - magnetic starter, K1,K2,K3 - switch, A1 - ammeter, BB - control unit, Uchiq - output voltage of the current transformer MK - microcontroller

When studying the dynamic characteristics of the proposed electromagnetic current transformer, it was found that the voltage signal of the current transformer device, obtained according to the scheme shown in Figure 3 above, is sinusoidal and symmetrical. The results of this study and the assembled scheme obtained in the Matlab simulnik package are presented in Figure 4.

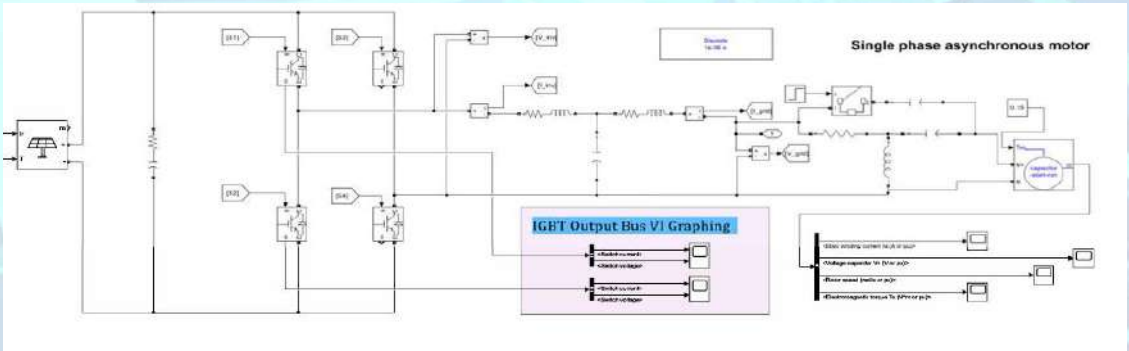


Figure 4. The scheme of the electromagnetic current converter of an asynchronous motor powered by solar panels is presented in the Matlab package.

The result of the study of the dynamic characteristics obtained according to the scheme assembled in order to ensure that the asynchronous motor is designed to be highly efficient and operates according to the data given in the passport indicators is presented in Figure 5.

ISSN 3030-3907

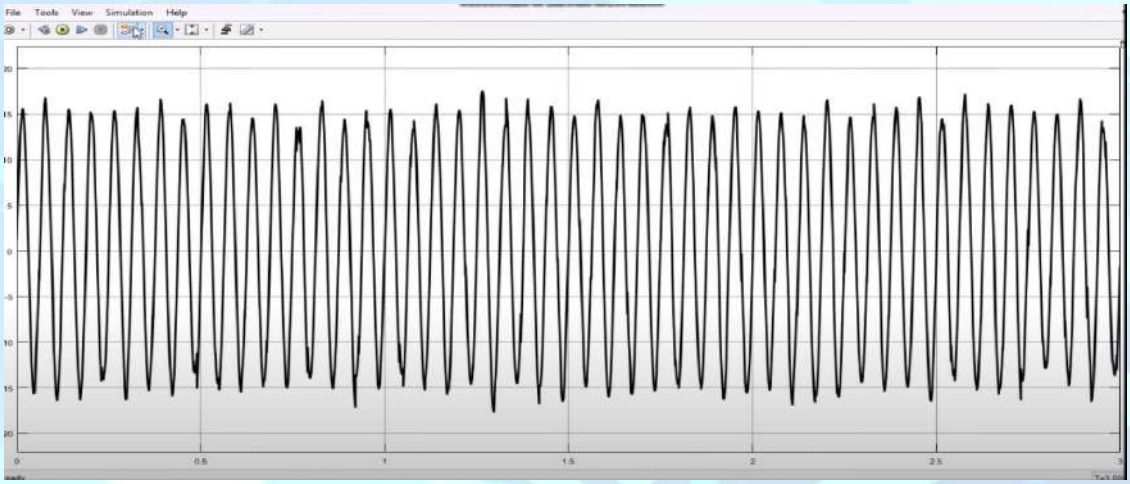


Figure 5. In order to improve the control and management system of the reactive power consumption of the asynchronous motor.

Conclusion: Based on the above descriptions and images, it can be concluded that by improving the control and management system of the reactive power consumption of asynchronous motors supplied with energy generated by solar panels, an asynchronous motor can extend the efficiency and service life of the asynchronous motor, prevent the burning of the inventory and solar panels, which are solar energy supply devices, and increase their economic performance.

REFERENCES.

1. Siddikov I. et al. Analysis of power dissipation in a triangle connection of single-phase asynchronous motor supplied from solar energy source //Science and innovation. – 2023. – T. 2. – №. A11. – C. 14-18.

2. Mirzaev N. N. Study on computerized measurement-control system for determining the condition of electrical network insulation and permitted connections for electrical energy consumption. Scopus conference: 4th International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering (ICECAE 2023) E3S Web of Conferences. Volume 434, 2023, 01021. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343401021

3. Siddikov I. X., Denmuxammadiyev A. M., A'zamov S. S. Muqobil turdan olingan energiyadan istemol qiluvchi asinxron motor quvvat balansini nazorat va monitoring qilish //jizpi xabarnomasi. – 2024. – T. 1. – №. 1. – C. 126-128.

4. Mirzoyev N.N. Information software and devices for energy efficiency management and control, Chemical Technology, Control and Management, 68-75 (2021)

5. Mirzoyev N.N. Analogical Model Development Methodology For Mathematical Modeling Of Energy Efficiency Control System, The American Journal of Engineering and Technology, 55-61 (2020)

ISSN 3030-3907

6. Mirzoyev N.N. Intelligence devices for monitoring and control of energy efficiency of enterprises, Chemical Technology. Control and Management, 172-181 (2020)
7. Siddikov I., Azamov S., Berdiyev D. Reserch of reactive power consumption of single-phases asynchronous motor energy supplied by solar panels (debseuz project activity) //perspectives of higher education development. – 2024. – т. 15. – №. 1. – с. 89-95.
8. Mirzoyev N.N., Sobirov S. Study of violations of quality indicators of electricity supply network, Central Asian Journal of Education and Innovation, 83-86 (2023)
9. Mirzoyev N.N., Sobirov O. Sh. Computerized measurement control system of unauthorized connection to electrical networks and isolation control detection, Science and Education, 488-502 (2023)
10. I.X. Siddikov, N.N. Mirzoyev, M.A. Anarboev. Elektr energiyasini tejash va samaradorligini oshirish uchun gibrid quyosh elektr stansiyasini loyihalash uslubiyoti. “Raqamli energetika tizimini yaratishning istiqbollari, muqobil energiya olishning muammolari va yechimlari-2023” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasining ilmiy maqola va tezislari to‘plami. Jizzax, 2023 yil 19-20 may, 175-181bet
11. M.Q. Xoliqberdiyev, N.N. Mirzoyev. Shamol elektr stansiyasi va quyosh elektr stansiyasi asosida gibrid elektr ta’minoti tizimini loyihalash. Pedagogs jurnali 10 (1), 2022/6/11, 100-108 bet
12. I.X. Siddiqov M.Q. Xoliqberdiyev, N.N. Mirzoyev.WE3000 markali shamol elektr stansiyasining elektr energiyasining sifat ko ‘rsatkichlarining tahlili. PEDAGOGS jurnali 10 (1), 2022/6/11, 93-99 bet
13. I.X. Siddikov, N.N. Mirzoyev, M.A. Anarboev, S.I. Davrboeva. Izolyatsiya holatini monitoring qilish va elektr tarmoqlariga ruxsatsiz ulanishlarni aniqlash uchun kompyterlashgan axborot o ‘lchov tizimiming istiqbollari, “Raqamli energetika tizimini yaratishning istiqbollari, muqobil energiya olishning muammolari va yechimlari-2023” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasining ilmiy maqola va tezislari to‘plami. Jizzax, 2023 yil 19-20 may, 252-257bet.
14. Аъзамов С.С. Анализ устройств и методов удаленного мониторинга энергопотребления потребителей возобновляемых источников энергии. Научный журнал транспортных средств и дорог, №4 Issue 4, 2022 e-mail: nauka@tstu.uz http://transportjournals.uz/.

ISSN 3030-3907