

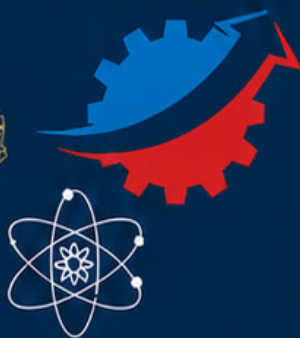
MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

2026-YIL

IYUL/7-SON, II-QISM



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 – Texnika fanlari

08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google
Scholar

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ФИЛИАЛ В г. ТАШКЕНТЕ



muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, iyul.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afarovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

OILAVIY KORXONALAR FAOLIYATINI BOSHQARISHNING TASHKILY MEXANIZMINI TIZIMLI TAHLILI	10
Sultonov Bobirmirzo Mavlonjon o'g'li	
NEW ZEALAND'S EXPERIENCE IN TRANSITIONING TO INFLATION TARGETING	21
Duskobilov Umidjon Sharofiddinovich	
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ТЕКУЧЕСТИ НА СВОЙСТВА ГРАНУЛИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГОЛЬНЫХ ОТХОДОВ В РАМКАХ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ	28
Абдуганиев Азизбек, Кулдашева Азиза	
BUDJET TUSHUMLARINI OSHIRISHDA BOJXONA TO'LOVLARIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLARNI EKONOMETRIK BAHOLASH VA PROGNOZLASH	33
Fayzullayev Farrux Sharofovich	
O'ZBEKISTON KORXONALARIDA MOLYAVIY HISOBOTNING XALQARO STANDARTLARIGA (MHXS) O'TISHDA UCHRAYDIGAN ASOSIY MUAMMOLAR: SO'ROVNOMA NATIJALARI ASOSIDA TAHLIL	41
Safarova Gulbahor Nusratovna	
ТЕМИР YO'L TRANSPORTI INNOVATSION EKOTIZIMINI SHAKLLANTIRISH MODELI	45
Muradov Bahrom, Masharipov Ma'sud	
TIJORAT BANKLARIDA QARZ OLUVCHILARNING TO'LOVGA LAYOQATLILIGINI BAHOLASHNING NAZARIY-USLUBIY ASOSLARI	49
Soibov Jamshid Raxmatqulovovich	
O'ZBEKISTONDA CHEGARALARARO TURIZMNI RIVOJLANTIRISHDA BOJXONA XIZMATLARINI TAKOMILLASHTIRISH ISTIQBOLLARI	56
Ergashev Qobiljon Ernazarovich	
TIJORAT BANKLARIDA ICHKI AUDITNING IQTISODIY MOHIYATI VA FUNKSIONAL EVOLYUTSIYASI: XALQARO STANDARTLARNING YANGI AVLADI ASOSIDAGI YONDASHUV	62
Narziyev Xayotjon Azamatovich	
MOLYAVIY INVESTITSİYALAR AUDITINI O'TKAZISH METODIKASINI VA AUDIT RISKLARINI BAHOLASHNI TAKOMILLASHTIRISH	69
Jumamurodov To'libay Yeldashbayevich	
MOLYAVIY HISOBOT IZOHLARIDA UZOQ MUDDATLI AKTIVLAR QADRSIZLANISHI YUZASIDAN OCHIB BERILADIGAN AXBOROTLAR TARKIBINI KENGAYTIRISH ORQALI HISOBOT SHAFFOFLIGINI OSHIRISH.	75
Fayzullayev Begzod Baxtiyor o'g'li	
XORIJIY MAMLAKATLAR TAJRIBASINI O'ZBEKISTON DAVLAT SEKTORI ICHKI AUDITIGA MOSLASHTIRISHNING KONSEPTUAL MODEL VA MUHIMLIK DARAJALARINI ME'YORIY-HUQUQIY BAZAGA JORIY ETISH	82
Ismatillayev Baypo'lat Xushvaqtovich	
O'ZBEKISTONDA TOVAR YETKAZIB BERISH ZANJIRI ISHTIROKCHILARI FAOLIYATI VA BOJXONA NAZORATI TIZIMINING ZAMONAVIY HOLATI TAHLILI	90
Ergashev Qobiljon, Kilichov Nazar	
DAVLAT XARIDLARI BO'YICHA ICHKI AUDITNING XATARGA YO'NALTIRILGAN METODOLOGIYASI	96
Rajabov Shuxrat Ismayilovich	
TIJORAT BANKLARIDA ICHKI AUDIT XIZMATI TUSHUNCHASINING IQTISODIY MAZMUNI VA UNI TAKOMILLASHTIRISH MASALALARI	101
Ismailov Azizbek Madaminovich	
YENGIL SANOAT KORXONALARIDA XATARGA YO'NALTIRILGAN ICHKI AUDIT METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH	109
Tojiyeva Shahlo Mahmatmurodovna	



IQTISODIY O'SISH OMILLARINI RIVOJLANISHIDA MOLIVAVIY XAVFLARNING TA'SIRI VA ULARNI KAMAYTIRISH IMKONIYATLARI	115
Turopova Nigora Xolmurod qizi	
QASHQADARYO VILOYATIDA YALPI HUDUDII MAHSULOT VA BANDLIK KO'RSATKICHLARI O'RTASIDAGI KORRELYATSION BOG'LIQLIK.....	118
Karimov Olimjon Akramovich	
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛИЩНЫМ СТРОИТЕЛЬСТВОМ В Г. ТЕРМЕЗЕ В УСЛОВИЯХ РОСТА ИНВЕСТИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ	124
Токсонов Хуршид Эгамбердиевич	
VINOCHILIK SANOATI KORXONALARIDA BUXGALTERIYA HISOBINI TAKOMILLASHTIRISH	129
Botirov Lazizbek Botirovich	
MEHNATGA HAQ TO'LASHNING IQTISODIY MAZMUNI, TASNIFI VA HISOB OBYEKT LARI SIFATIDAGI XUSUSIYATLARI	134
Anvar Raximov Maxmarasulovich	
IQTISODIY ISLOHOTLAR JARAYONIDA TIJORAT BANKLARI RESURS BAZASI SAMARADORLIGINI OSHIRISH MASALALARI	139
Marpatov Shavkat Mavlonxonovich	
TO'QIMACHILIK SANOATIDA INVESTITSION LOYIHALAR UCHUN MOLIVALASHTIRISH MANBALARINI DIVERSIFIKATSİYALASHNING USTUVOR YO'NALISHLARI	145
Qurbonov Jasurbek Pozilovich	
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	150
Ташмухамедова Карима Саматовна	
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	156
Sultonmurod Qurbonov, Ahmadjon Ibadullaev, Elmira Teshabayeva, Umar Chorshanbiev	
ECONOMIC STRUCTURE AND DEVELOPMENT PRIORITIES FOR STRENGTHENING INTERREGIONAL ECONOMIC COOPERATION: EVIDENCE FROM NAMANGAN REGION	161
Sattarov R. A.	
MATERIALLARNING TARKIBI VA TUZILISHINING ULARNING XOSSALARIGA TA'SIRINI TAHLIL QILISH... ..	167
Tuxliyev Muslimbek Sherzod o'g'li	
REMOTE WORK AND EMPLOYEE ENGAGEMENT: INSIGHTS FROM TASHKENT IT FIRMS.....	171
Narmurodova Sitara Aktamovna	
OPTIMIZING CONVERGENT-DIVERGENT ROCKET NOZZLE GEOMETRY (30°/10°) TO ENHANCE THE ALTITUDE PERFORMANCE OF MODEL ROCKETS USING SOLID SUGAR PROPELLANTS.....	176
Berdiyev Usmon Tolib o'g'li	
TIRBAND HUDUDLARDA SODIR BO'LAYOTGAN YO'L-TRANSPORT HODISALARINING TAHLILI.....	181
Xolmatov Umid Sadirdinovich	
TRANSPORT TIZIMIDA HARAKAT XAVFSIZLIGIGA KOMPLEKS TA'SIR ETUVCHI OMILLARNI GIS-TSI ASOSIDA BAHOLASH VA KAMAYTIRISH (JIZZAX SHAHRI MISOLIDA)	186
Kamolov Otabek Quدراتovich	
DEVELOPMENT OF ELASTOMER COMPOSITIONS BASED ON LOCAL RAW MATERIALS FOR RAILWAY RAIL PADS AND EVALUATION OF THEIR DYNAMIC PROPERTIES.....	192
Ibadullaev Akhmadjan, Lesov Kuvandik, Samandarov Xushnodbek, Chorshanbiev Umar	
SHUDGORLANGAN YERLARNI EKISHGA TAYYORLASHDA QO'LLANILADIGAN MASHINA PLANKALI G'ALTAKMOLASINING PARAMETRLARINI ASOSLASH	198
Muqimova Davlatxon, Giyasidinov Abdumannob, Haydarov Murodjon	
HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT AND ITS IMPACT ON THE BUSINESS ENVIRONMENT IN UZBEKISTAN: A LITERATURE REVIEW	203
Dilafroz Kuchkorova	



KLASTERLARDA ASOSIY FAOLIYAT DAROMADLARI HISOBINI TAKOMILLASHTIRISH	209
Shirov Javlonbek Akbarovich	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	
ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В АКЦИОНЕРНЫХ ОБЩЕСТВАХ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЕВ ESG..	215
Айтмуратова Улбике Жалгасовна	
KICHIK VA O'RTA BIZNES SUBYEKTLARI HAYOTIY AYLANISH BOSQICHLARINI ANIQLASH USULLARINI	
AUDITGA TASIRI: YOSHGA OID USUL	222
Muydinov Erkin Djamaldinovich	
HUDUDNING IJTIMOIIY-IQTISODIY RIVOJLANISHINI BOSHQARISHNING MINTAQAVIY XUSUSIYATLARI...	
.....	229
Raximov Jo'rabek Raximovich	
XALQARO MARKETING STRATEGIYALARINING NAZARIY ASOSLARI VA EKSPORT FAOLIYATIDAGI ROLI	
.....	236
Shoxida Ibadullayeva	
EKSPORT SAMARADORLIGINI OSHIRISH ORQALI MINTAQ RAQOBATBARDOSHLIGINI TA'MINLASH	
YO'LLARI.....	240
Matyoqubov Arslonbek G'ayrat o'g'li	
CHORRAHA SVETOFORLARINING AQLLI AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARUV PARAMETRLARINI	
SUMO MODEL ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH.....	244
Bayozov Ravshan Rajabovich	
M-39 YO'LINING 989-1013 KMLARIDAGI TOG'LI HUDUDLARDA SODIR ETILGAN YTHLARNING	
TAHLILI ASOSIDA CHORA-TADBIRLAR ISHLAB CHIQISH SAMARADORLIGI.....	251
Shokirov Ozod G'aybullay o'g'li	
SHAHAR MAGISTRAL YO'LLARINING TUZILISHI VA TRANSPORT OQIMI	258
Xayrullo Raximovich Baynazarov	
ELEKTROMOBILLAR BATAREYALARINI TURLI IQLIM SHAROITLARIDA QIZDIRISH UCHUN	
SARFLANADIGAN ENERGIYA VA VAQT KO'RSATKICHLARINI OPTIMALLASHTIRISH	266
Qosimov Baxtiyor Axmatjonovich	
ELEKTROMOBILLARGA TEXNIK XIZMAT KO'RSATISH STANSIYALARI FAOLIYATINING BOSHQARUV	
MODEL.....	272
Xasanov Bunyodjon Ibragim o'g'li	
KICHIK BIZNES SUBYEKTLARINING INVESTITSION SALOHİYATINI BAHOLASHNING HUDUDIIY	
XUSUSIYATLARI.....	279
Vaisov Dilshod, Madraximov Qahramon	
EKSPORT-LOGISTIKA INFRATUZILMASI SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING XORIY DAVLATLARI	
TARJIBASI	285
Raimboyeva Mashhura Davronbek qizi	
TA'LIM JARAYONIDA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDAGI ADAPTIV BAHOLASH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH	
VA UNING SAMARADORLIGINI BAHOLASH.....	291
Madaminov Shoxruxbek Ma'rufjon o'g'li	
FERMENTLANGAN NO'XAT UNI VA BUG'DOY UNI ARALASHMASIDAN TAYYORLANGAN NONNING	
SIFATI VA OZIQAVIY QIYMATINI ASOSLASH.....	295
Kamolova Muxlisa, Barakayev Nusratilla	
QURILISH KORXONALARI UCHUN YASHIL STRATEGIK BOSHQARUV MODEL.....	302
G'ulomova Shaxlo Baxtiyor qizi	
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СОЛЕВОГО ПЛАСТА И КАРСТА	
ТЮБЕГАТАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	310
Холбаев Бахром, Курбанов Диярбек	
VALIKLI JINNING IKKI PICHQOLI TIZIMIDA TOLA AJRATISH JARAYONINING NAZARIY TAHLILI.....	314
Abdugapparova Sh.N., Yuldashev A.X.	



YO'L-TRANSPORT HODISALARI SODIR BO'LISHIDA HAYDOVCHINING PSIXOFIZIOLOGIK HOLATINING
TA'SIRI..... 319

Ulkanov Sardorjon Sodiqjon o'g'li

QISHLOQ MAHALLALARIDA MARKAZIY ISSIQLIK TIZIMLARINI VODOROD ENERGIYA GENERATORLARI
ASOSIDA TASHKIL ETISHNING TEXNOLOGIK VA IQTISODIY ASOSLARI 323

Askarov Xasanjon, Jumaqulova Zulayho



QISHLOQ MAHALLALARIDA MARKAZIY ISSIQLIK TIZIMLARINI VODOROD ENERGIYA GENERATORLARI ASOSIDA TASHKIL ETISHNING TEXNOLOGIK VA IQTISODIY ASOSLARI

Askarov Xasanjon

Andijon davlat texnika instituti

“Qurilish muhandisligi va arxitektura” kafedrası dotsenti

Email: x_askarov@astiedu.uz

ORCID: 0000-0002-8230-2234

Jumaqulova Zulayho

Andijon davlat texnika instituti assistenti

Annotatsiya: Ushbu maqolada qishloq mahallalarida markaziy issiqlik tizimlarini vodorod energiya generatorlari asosida tashkil etishning texnologik va iqtisodiy jihatlari tahlil qilingan. Vodorod ishlab chiqarish, saqlash va undan issiqlik hamda elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalanishning zamonaviy texnologik yechimlari yoritilgan. Elektroliz, Sabatye jarayoni, yoqilg'i elementlari hamda markaziy issiqlik tizimlariga integratsiya qilishning asosiy yo'nalishlari tavsiflangan. Tadqiqot natijalari vodorod asosidagi issiqlik ta'minoti tizimlari qishloq hududlarida energiya samaradorligini oshirish, ekologik barqarorlikni ta'minlash va uzoq muddatli iqtisodiy samaradorlikka erishish uchun istiqbolli yechim ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: vodorod energiyasi, markaziy issiqlik tizimi, qishloq mahallalari, elektroliz, Sabatye jarayoni, yoqilg'i elementi, yashil vodorod, energiya samaradorligi, qayta tiklanuvchi energiya, issiqlik ta'minoti.

Аннотация: В статье проанализированы технологические и экономические аспекты организации централизованных систем теплоснабжения в сельских махаллях на основе водородных энергетических генераторов. Рассмотрены современные технологические решения по производству, хранению и использованию водорода для выработки тепловой и электрической энергии. Охарактеризованы основные направления интеграции электролиза, процесса Сабатье, топливных элементов и централизованных систем теплоснабжения. Результаты исследования показывают, что водородные системы теплоснабжения являются перспективным решением для повышения энергоэффективности, обеспечения экологической устойчивости и достижения долгосрочной экономической эффективности в сельских территориях.

Ключевые слова: водородная энергетика, централизованное теплоснабжение, сельские махалли, электролиз, процесс Сабатье, топливный элемент, зелёный водород, энергоэффективность, возобновляемые источники энергии, теплоснабжение.

Abstract: This article examines the technological and economic aspects of establishing centralized heating systems in rural communities based on hydrogen energy generators. Modern technological solutions for hydrogen production, storage, and its utilization for heat and electricity generation are analyzed. The study describes the integration of electrolysis, the Sabatier process, fuel cells, and district heating systems as the main technological pathways. The findings indicate that hydrogen-based heating systems represent a promising solution for improving energy efficiency, enhancing environmental sustainability, and achieving long-term economic viability in rural areas.

Keywords: hydrogen energy, district heating system, rural communities, electrolysis, Sabatier process, fuel cell, green hydrogen, energy efficiency, renewable energy, heat supply.

KIRISH

Qishloq mahallalarida markaziy issiqlik tizimlarini tashkil etishda aholining zichligi va hududning infratuzilmasi muhim ahamiyat kasb etadi. An'anaviy issiqlik ta'minoti tizimlarida, odatda, yirik markaziy issiqlik stansiyalari, gidroelektr stansiyalari va nasosli gidroakkumulyatorlar (PHS) asosiy rol o'ynaydi. Ushbu

tizimlarda texnik xizmat muddati tugagach, ko'plab issiqlik manbalari ekspluatatsiyadan chiqariladi. Issiqlik ta'minoti uchun ikki xil konfiguratsiya mavjud bo'lib, ular aholi zichligiga qarab farqlanadi: shaharlarda markaziy issiqlik tarmoqlari orqali turli texnologiyalar (yerosti issiqlik nasoslari, elektr isitgichlar, gaz qozonlari va issiqlik hamda elektr energiyasini birgalikda ishlab chiqaruvchi qurilmalar — CHP) integratsiyalashgan holda ishlatiladi. Bundan tashqari, shaharlarda individual havo asosidagi issiqlik nasoslari ham qo'llaniladi. Qishloq hududlarida esa aholining kamligi sababli issiqlik ta'minoti, odatda, individual qurilmalar — yerosti issiqlik nasoslari, elektr isitgichlar va gaz qozonlari orqali amalga oshiriladi, bu esa ushbu hududlarning o'ziga xos ehtiyojlariga mos keladi [1].

Vodorod energiyasi asosida markaziy issiqlik tizimini tashkil etishda vodorod ishlab chiqarish, saqlash va undan foydalanishning zamonaviy texnologik yechimlari muhim o'rin tutadi. Vodorod energiyasi tizimida asosiy elementlardan biri — elektroliz qurilmalari bo'lib, ular qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan olingan elektr energiyasi yordamida "yashil" vodorod ishlab chiqaradi. Vodorodni saqlash uchun yerosti saqlash imkoniyatlari geologik cheklorlar sababli har doim ham mavjud emasligi bois, yerosti vodorod saqlash tanklari ham modelga kiritiladi. Vodorod oqimi dinamik tarzda boshqariladi: u yoki saqlash uchun, yoki darhol metan ishlab chiqarish (Sabatye jarayoni) uchun yo'naltiriladi. Bundan tashqari, vodorod to'g'ridan to'g'ri yoqilg'i elementlariga uzatilishi va elektr energiyasiga aylantirilishi mumkin [1].

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Vodorod energetikasi va markaziy issiqlik ta'minoti tizimlarini integratsiyalash masalalari so'nggi yillarda ilmiy tadqiqotlarning muhim yo'nalishlaridan biriga aylandi. Ayniqsa, qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosida ishlab chiqarilgan vodoroddan energiya tashuvchi sifatida foydalanish, uni saqlash va issiqlik tizimlariga integratsiyalash bo'yicha tadqiqotlar ushbu sohaning nazariy hamda amaliy asoslarini shakllantirmoqda. Xie va Andresen [1] Yevropa energiya tizimi misolida to'g'ridan-to'g'ri va bilvosita vodorod saqlash usullarini tahlil qilib, vodorodning qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan uyg'unlashgan energiya tizimlaridagi strategik ahamiyatini asoslab bergan. Mualliflar vodorod infratuzilmasi elektr va issiqlik tarmoqlarining moslashuvchanligini oshirishda muhim omil ekanligini ta'kidlaydilar.

Barqaror markaziy issiqlik tizimlarini rejalashtirish masalalari Cheng va hammualliflar [8] tomonidan ko'rib chiqilgan bo'lib, tadqiqotda emissiyalarni kamaytirish va iqtisodiy samaradorlikni oshirish uchun ko-simulyatsiya yondashuvlaridan foydalanish taklif etilgan. Ushbu yondashuv markaziy issiqlik tizimlarini loyihalashda texnologik va iqtisodiy omillarni kompleks baholash imkonini beradi hamda qishloq hududlarida vodorod asosidagi issiqlik tizimlarini joriy etishda muhim metodologik asos bo'lib xizmat qiladi.

Christensen, Jørgensen va Ma [9] elektrolizlarda hosil bo'ladigan ortiqcha issiqlikni markaziy issiqlik tarmoqlariga uzatish imkoniyatlarini ko'p agentli modellash asosida tadqiq etgan. Tadqiqot natijalari vodorod ishlab chiqarish jarayonida yuzaga keladigan ikkilamchi issiqlik resurslaridan samarali foydalanish orqali energiya samaradorligini oshirish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish mumkinligini ko'rsatadi. Ushbu yondashuv qishloq mahallalarida energiya resurslaridan kompleks foydalanish konsepsiyasini rivojlantirish uchun muhim ilmiy asos hisoblanadi.

Bayliss va hammualliflar [10] suyuq vodorodni saqlash texnologiyalarining konstruktiv xususiyatlarini tadqiq etgan. Mazkur ish ilmiy tajriba qurilmasiga bag'ishlangan bo'lsa-da, unda suyuq vodorodni xavfsiz saqlash, issiqlik yo'qotishlarini kamaytirish va kriogen tizimlarning ishonchligini ta'minlash bo'yicha olingan ilmiy natijalar vodorod infratuzilmasini loyihalashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Shu bilan birga, taqdim etilgan adabiyotlar ro'yxatidagi Kyprianou va O'Connell [2], Jia va Rinard [3], Le va hammualliflar [4], Hochrainer va hammualliflar [5], Candussio va hammualliflar [6] hamda Starobinsky va hammualliflar [7]ning ishlari matematika, sun'iy intellekt, kvant fizika va nazariy fizika yo'nalishlariga oid bo'lib, vodorod energetikasi yoki markaziy issiqlik tizimlari mavzusi bilan bevosita bog'liq emas. Shu sababli ular mazkur tadqiqotning nazariy asoslarini shakllantirishda emas, balki zamonaviy modellash, hisoblash va ilmiy tahlil usullarining rivojlanishini aks ettiruvchi umumiy ilmiy manbalar sifatida baholanishi mumkin.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, mavjud tadqiqotlarda vodorodni ishlab chiqarish, saqlash va markaziy issiqlik tizimlariga integratsiyalash masalalari keng yoritilgan bo'lsa-da, qishloq mahallalarida vodorod energiya generatorlari asosida markaziy issiqlik tizimlarini tashkil etishning texnologik va iqtisodiy asoslarini kompleks baholash, xususan, hududiy resurs salohiyati, investitsiya samaradorligi va ekspluatatsiya xarajatlarini birgalikda hisobga oluvchi ilmiy yondashuvlar yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Mazkur tadqiqot aynan ushbu ilmiy bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan.



TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda ma'lumotlar ilmiy adabiyotlar, normativ-huquqiy hujjatlar, xalqaro hisobotlar va statistik manbalarni tahlil qilish orqali jamlandi. Olingan ma'lumotlar qiyosiy, tizimli va iqtisodiy tahlil usullari yordamida baholandi. Hisob-kitoblar hamda natijalarni umumlashtirish jarayonida sun'iy intellekt vositalaridan foydalanilib, ularning ishonchliligi mantiqiy va analitik tahlillar asosida tekshirildi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Metan ishlab chiqarish uchun Sabatye jarayonidan foydalaniladi, bunda vodorod va karbonat angidrid reaksiyasi natijasida tabiiy gaz olinadi. Metan esa, o'z navbatida, issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqarishda (CHP qurilmalari, qozonlar va turbinalar) ikki tomonlama foydalaniladi. Bu integratsiyalashgan tizimda metan vodoroddan kelib chiqqan holda issiqlik va elektr energiyasi ehtiyojlarini qondirishda muhim rol o'ynaydi [1].

Vodorod energiyasi tizimi beshta asosiy yo'nalishda ishlashi mumkin:

Elektroliz – saqlash – yoqilg'i elementi (ESFC): vodorod ishlab chiqariladi, saqlanadi va keyin yoqilg'i elementlarida elektr energiyasiga aylantiriladi.

Elektroliz – saqlash – Sabatye – elektr energiyasi (ESSE): vodorod ishlab chiqariladi, saqlanadi va Sabatye reaksiyasida gazga aylantirilib, CHP yoki gaz turbinalarida elektr energiyasi ishlab chiqariladi.

Elektroliz – saqlash – Sabatye – issiqlik (ESSH): vodorod ishlab chiqariladi, saqlanadi va Sabatye reaksiyasida gazga aylantirilib, CHP yoki qozonlarda issiqlik ishlab chiqariladi.

Elektroliz – Sabatye – saqlash – elektr energiyasi (ESE): vodorod ishlab chiqariladi, Sabatye reaksiyasida gazga aylantirilib, saqlanadi va keyin elektr energiyasi ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Elektroliz – Sabatye – saqlash – issiqlik (ESH): vodorod ishlab chiqariladi, darhol Sabatye reaksiyasida gazga aylantirilib, issiqlik ishlab chiqarishda ishlatiladi [1].

Vodorodga tayangan markaziy issiqlik va quvvat tizimlari bo'yicha dastlabki fundamental yo'nalishlar vodorodni uzoq muddatli energiya saqlash vositasi sifatida ko'rsatgan keng qamrovli tahlildan boshlandi [2]. Ushbu ish vodorodning texnik va iqtisodiy to'siqlarini aniqlab, uni issiqlik va elektr energiyasini birgalikda ishlab chiqarish (CHP) tizimlariga integratsiya qilish imkoniyatlarini belgilab berdi. Keyinchalik, PV-elektroliz asosida "yashil" vodorod ishlab chiqarishning kapitallashtirish va ekspluatatsion xarajatlarini batafsil modellashtirgan tadqiqot [3] qayta tiklanuvchi manbalar bilan bog'liq vodorod generatorlarini qishloq hududlarida joriy etish uchun iqtisodiy chegaralarni aniqladi.

Vodorodni energiya saqlash vositasi sifatida qo'llagan mahalliy mikro tarmoqlarni optimallashtirish bo'yicha ishlanmalar birinchi bo'lib ham elektr, ham issiqlik yuklarini birgalikda qondirish uchun ko'p maqsadli optimallashtirish yondashuvini taklif etdi [4]. Kengroq energiya tizimi miqyosida esa uzoq muddatli saqlash texnologiyalarining, jumladan, vodorodning chuqur dekarbonizatsiyadagi o'rni modellashtirildi [5]. Bu natijalar markaziy issiqlik tarmoqlarida vodorod generatorlarini tanlashda saqlash muddatini va quvvat zichligini inobatga olish zarurligini ko'rsatdi.

Ta'minot zanjiri yondashuvi bilan vodorod ishlab chiqarish, siqish, saqlash va tarqatish bosqichlarini optimallashtirgan izlanishlar [6] qishloq hududlarida markazlashtirilgan vodorod-CHP stansiyalarini iqtisodiy nuqtai nazardan raqobatbardosh qilish uchun logistik xarajatlar ulushini kamaytirish imkoniyatlarini ochdi. Binolar miqyosida vodorod asosidagi CHP qurilmalarining samaradorligini va past karbon izini ko'rsatgan ko'rib chiqish esa [7] markaziy issiqlik tarmoqlarida ushbu texnologiyani kengaytirish uchun muhim dizayn talablarini umumlashtirdi. Shu tariqa, mavjud adabiyotlar vodorodga asoslangan markaziy issiqlik tizimlarini qishloq mahallalarida joriy etish uchun texnologik parametrlar va iqtisodiy ko'rsatkichlarning o'zaro bog'liqligini tizimli ravishda yoritib bermoqda.

1. Vodorod energiyasi va uning issiqlik tizimlaridagi o'rni. Vodorod energiyasining ishlab chiqarilishi va integratsiyasi

Vodorod energiyasi zamonaviy issiqlik tizimlarida muhim o'rin tutadi, ayniqsa, yashash punktlarining zichligi va infratuzilmasiga qarab turli texnologik yechimlar qo'llaniladi. Qishloq mahallalarida aholining past zichligi sababli issiqlik ta'minoti ko'pincha individual qurilmalar orqali amalga oshiriladi. Bunday qurilmalarga yerosti manbali issiqlik nasoslari, elektr isitgichlar va gaz qozonlari kiradi. Bu tizimlar, asosan, mahalliy ehtiyojlarni qondirishga yo'naltirilgan bo'lib, markaziyashtirilgan issiqlik tarmoqlaridan farq qiladi. Vodorod energiyasi esa, asosan, elektroliz orqali ishlab chiqariladi va bu jarayonda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish ko'zda tutiladi. Vodorod ishlab chiqarilgach, uni yerosti yoki yerusti omborlarida saqlash mumkin. Geologik cheklovlar mavjud bo'lsa, yerusti vodorod saqlash tanklari modelga kiritiladi. Vodorod oqimi dinamik tarzda boshqariladi: u yoki saqlash uchun, yoki darhol metan ishlab chiqarish (Sabatye jarayoni) uchun yo'naltiriladi, yoki to'g'ridan to'g'ri yoqilg'i elementlariga uzatiladi va elektr energiyasiga aylantiriladi [1].

Vodorod energiyasi issiqlik tizimlarida bir nechta asosiy yo'nalishlar orqali ishlatiladi. Birinchi yo'nalishda

vodorod elektroliz orqali ishlab chiqarilib, saqlanadi va keyinchalik yoqilg'i elementlarida elektr energiyasiga aylantiriladi. Ikkinchi va uchinchi yo'nalishlarda vodorod Sabatye jarayonida metanga aylantiriladi va bu metan issiqlik hamda elektr energiyasi ishlab chiqarishda ishlatiladi. Xususan, metan CHP (birgalikda issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi qurilmalar), ochiq siklli va birlashtirilgan siklli gaz turbinalarida elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun, shuningdek, qozonlarda issiqlik ishlab chiqarish uchun qo'llaniladi. Bu jarayonlar natijasida metan ikki tomonlama rol o'ynaydi: u ham issiqlik, ham elektr energiyasi ehtiyojlarini qondiradi. Vodorodning yana bir yo'nalishi — elektrolizdan so'ng Sabatye jarayonida metan ishlab chiqarilib, saqlanadi va keyinchalik elektr yoki issiqlik ishlab chiqarishda ishlatiladi. Ushbu texnologik zanjirlar vodorod energiyasining issiqlik tizimlarida ko'p funksiyali va moslashuvchan energiya manbai sifatida ishlatilishini ta'minlaydi [1].

2. Markaziy issiqlik tizimlarining asosiy texnologik komponentlari. Qishloq hududlari uchun issiqlik ta'minoti texnologiyalari

Qishloq mahallalarida markaziy issiqlik tizimlarini tashkil etishda aholi zichligining pastligi va individual ehtiyojlarning yuqoriligi asosiy omil sifatida ko'riladi. Shu sababli ushbu hududlarda issiqlik ta'minoti ko'pincha individual qurilmalar orqali amalga oshiriladi. Asosiy texnologik komponentlar sifatida yerosti issiqlik nasoslari (ground-sourced heat pumps), elektr issiqlik rezistorlari (heat resistors) va gaz qozonlari (gas boilers) ishlatiladi. Bu qurilmalar har bir xonadon yoki kichik guruhlar ehtiyojiga moslashtirilgan bo'lib, markaziyashtirilgan yirik tarmoqlarga ehtiyoj sezilarli darajada kamayadi. Ushbu yondashuv qishloq hududlarining tarqoq joylashuvi va infratuzilma cheklovlari sharoitida energiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Bundan tashqari, individual qurilmalar orqali issiqlik ta'minoti tizimlari moslashuvchanlik va ekspluatatsion qulaylik jihatidan ham afzalliklarga ega bo'ladi [1].

Markaziy issiqlik tizimlarida vodorod energiya generatorlarining texnologik asoslari elektroliz qurilmalari va ularning yordamchi komponentlari orqali shakllanadi. Elektroliz yordamida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan elektr energiyasi olinib, undan vodorod ishlab chiqariladi. Ushbu vodorod keyinchalik bir necha yo'nalishda ishlatilishi mumkin: to'g'ridan to'g'ri yoqilg'i elementlarida (fuel cells) elektr energiyasiga aylantirish, Sabatye jarayoni orqali metan olish va uni issiqlik yoki elektr energiyasi ishlab chiqarishda ishlatish, hamda vodorodni saqlash va zarurat tug'ilganda qayta ishlatish. Sabatye jarayoni vodorod va karbonat angidridni birlashtirib, metan va suv hosil qiladi; hosil bo'lgan metan esa qozonlarda yoki birgalikda issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi qurilmalarda (CHP) ishlatiladi. Bu integratsion yondashuv markaziy issiqlik tizimlarining moslashuvchanligini oshiradi va energiya ta'minotining uzluksizligini ta'minlaydi [1].

Vodorod va undan hosil bo'lgan metanni samarali ishlatish uchun saqlash va taqsimlash infratuzilmasi muhim ahamiyat kasb etadi. Katta hajmdagi vodorodni saqlash uchun yerosti omborlari (underground storage) afzal ko'riladi, biroq geologik cheklovlar mavjud bo'lsa, yerusti saqlash tanklari (above-ground H₂ storage tanks) ham qo'llaniladi. Saqlangan vodorod yoki metan energiya ehtiyojiga qarab issiqlik yoki elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun tezkor tarzda ishlatilishi mumkin. Bu tizimda vodorod oqimi dinamik tarzda boshqariladi: vodorod to'g'ridan to'g'ri yoqilg'i elementlariga, Sabatye jarayoniga yoki saqlash omborlariga yo'naltiriladi. Metan esa, o'z navbatida, qozonlar va turbinalarda issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqarishda ikki tomonlama (dual utility) rol o'ynaydi. Ushbu integratsiyalashgan infratuzilma markaziy issiqlik tizimlarining ishonchiligi va samaradorligini oshirishga xizmat qiladi [1].

3. Vodorod generatorlarining ishlash prinsipi va texnologiyasi. Vodorod ishlab chiqarish va saqlash texnologiyasi.

Qishloq mahallalarida markaziy issiqlik tizimlarini vodorod energiya generatorlari asosida tashkil etishda asosiy texnologik bosqichlardan biri vodorod ishlab chiqarish va uni saqlash hisoblanadi. Modelda vodorod ishlab chiqarish uchun elektroliz qurilmalari qo'llaniladi, bunda elektr energiyasi yordamida suvdan vodorod ajratib olinadi. Ushbu jarayon, ayniqsa, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan olingan elektr energiyasi asosida amalga oshirilganda, "yashil vodorod" ishlab chiqarish imkonini beradi. Vodorod ishlab chiqarilgandan so'ng, uni katta miqyosda saqlash uchun yerosti omborlari ko'zda tutilgan bo'lsa-da, geologik cheklovlar sababli yerusti H₂ saqlash tanklari ham modelga kiritilgan. Bu saqlash tizimlari vodorodni keyingi bosqichlarda energiya manbai sifatida ishlatish uchun zarur bo'lgan moslashuvchanlikni ta'minlaydi. Vodorod oqimi dinamik tarzda boshqariladi: u yoki saqlashga yuboriladi, yoki darhol metan ishlab chiqarish uchun Sabatye jarayoniga yo'naltiriladi, yoki to'g'ridan to'g'ri yoqilg'i elementlariga (fuel cell) uzatiladi va elektr energiyasiga aylantiriladi [1]. Vodoroddan energiya olishning asosiy yo'nalishlari. Vodorod generatorlari orqali energiya olishda bir nechta texnologik yo'nalishlar mavjud bo'lib, ular modelda beshta asosiy zanjir orqali amalga oshiriladi. Birinchi yo'nalishda (Electrolysis-Store-Fuel Cell, ESFC) vodorod ishlab chiqarilib, saqlanadi va keyinchalik yoqilg'i elementlarida elektr energiyasiga aylantiriladi. Bu usul elektr energiyasiga bo'lgan talabni qondirish uchun samarali hisoblanadi. Ikkinchi va uchinchi yo'nalishlar (Electrolysis-Store-Sabatier-Electricity, ESSE va Electrolysis-Store-Sabatier-Heating, ESSH) vodoroddan Sabatye reaksiyasi orqali metan olishni o'z ichiga oladi. Olingan metan esa, mos ravishda, elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi qurilmalarda (masalan, CHP, OCGT, CCGT) yoki issiqlik ishlab chiqaruvchi tizimlarda (CHP yoki qozonlar) ishlatiladi. To'rtinchi va



beshinchi yo'nalishlar (Electrolysis-Sabatier-Store-Electricity, ESE va Electrolysis-Sabatier-Store-Heating, ESH) esa vodoroddan metan olish, uni saqlash va keyinchalik elektr yoki issiqlik energiyasi ishlab chiqarishda foydalanishni nazarda tutadi. Ushbu texnologik zanjirlar vodorodning ko'p funksiyali energiya tashuvchisi sifatida ishlatilishini ta'minlaydi va qishloq mahallalarida markaziy issiqlik tizimlarining samaradorligini oshiradi [1]. Sabatye jarayoni va metan sintezi.

Vodorod generatorlarining muhim texnologik komponentlaridan biri Sabatye jarayonidir. Bu jarayonda vodorod va karbonat angidrid reaksiyaga kirishib, metan va suv hosil qiladi. Olingan metan esa ikki asosiy yo'nalishda ishlatiladi: birinchidan, issiqlik ishlab chiqaruvchi qozonlarda yoki CHP tizimlarida issiqlik energiyasi olish uchun; ikkinchidan, elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi turbinalarda elektr energiyasi olish uchun. Metan, shuningdek, saqlash va keyinchalik talabga binoan energiya ishlab chiqarishda foydalanish uchun ham qulaydir. Bu integratsiyalashgan yondashuv vodorod asosidagi energiya tizimlarining texnologik moslashuvchanligini va iqtisodiy samaradorligini oshiradi, ayniqsa, qishloq hududlarida markaziy issiqlik ta'minotini tashkil etishda muhim ahamiyat kasb etadi [1].

4. Qishloq mahallalarida vodorod asosidagi issiqlik tizimlarini loyihalash. Qishloq hududlarida issiqlik ta'minoti uchun texnologik konfiguratsiyalar.

Qishloq mahallalarida issiqlik tizimlarini loyihalashda aholining past zichligi va tarqoq joylashuvi asosiy omil sifatida e'tiborga olinadi. Shahar hududlarida markaziy issiqlik tarmoqlari va turli texnologiyalar (masalan, markaziy yerosti issiqlik nasoslari, gaz qozonlari, issiqlik rezistorlari va birgalikda issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi (CHP) qurilmalar) keng qo'llanilsa, qishloq hududlarida, odatda, individual issiqlik ta'minoti usullari ustunlik qiladi. Bunda yerosti issiqlik nasoslari, issiqlik rezistorlari va gaz qozonlari kabi individual qurilmalar har bir xonadon yoki kichik guruh uchun alohida o'rnatiladi. Bu yondashuv qishloq joylarda markaziy tarmoqlarning iqtisodiy va texnik jihatdan samarali emasligi bilan bog'liq bo'lib, har bir uy xo'jaligi yoki kichik guruhlar uchun moslashtirilgan, mustaqil issiqlik manbalarini talab qiladi [1]. Vodorod energiyasi asosidagi issiqlik tizimlari va ularning integratsiyasi.

Vodorod asosidagi issiqlik tizimlarini loyihalashda, avvalo, vodorod ishlab chiqarish, saqlash va undan foydalanishning turli yo'llari ko'rib chiqiladi. Modelda vodorod energiyasi quyidagi asosiy texnologik yo'nalishlar orqali issiqlik ta'minotiga integratsiya qilinadi: birinchi bosqichda elektroliz yordamida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan vodorod ishlab chiqariladi. Ushbu vodorod geologik cheklovlar sababli ko'pincha yerusti saqlash tanklarida saqlanadi. Saqlangan vodoroddan issiqlik olish uchun bir nechta texnologik yo'llar mavjud: vodorod to'g'ridan to'g'ri yoqilg'i elementlarida elektr energiyasiga aylantirilishi yoki Sabatye jarayoni orqali metanga aylantirilib, CHP tizimlari yoki qozonlarda issiqlik ishlab chiqarishda foydalanilishi mumkin. Ayniqsa, Sabatye jarayoni orqali metan olish va undan issiqlik hamda elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalanish vodorodning ikki tomonlama (issiqlik va elektr energiyasi) ta'minotdagi rolini kuchaytiradi [1].

Vodorod energiyasining issiqlik tizimlariga integratsiyasi besh asosiy texnologik yo'nalishda amalga oshiriladi: 1) vodorod ishlab chiqarilib, saqlanadi va yoqilg'i elementlarida elektr energiyasiga aylantiriladi; 2) vodorod ishlab chiqarilib, saqlanadi va Sabatye jarayonida metanga aylantirilib, elektr energiyasi ishlab chiqarishda ishlatiladi; 3) vodorod ishlab chiqarilib, saqlanadi va Sabatye jarayonida metanga aylantirilib, issiqlik ishlab chiqarishda ishlatiladi; 4) vodorod ishlab chiqarilib, Sabatye jarayonida metanga aylantirilib, saqlanadi va keyinchalik elektr energiyasi ishlab chiqarishda ishlatiladi; 5) vodorod ishlab chiqarilib, Sabatye jarayonida metanga aylantirilib, saqlanadi va keyinchalik issiqlik ishlab chiqarishda ishlatiladi. Ushbu yo'nalishlar qishloq mahallalarida issiqlik tizimlarini loyihalashda texnologik moslashuvchanlik va energiya ta'minotining ishonchligini oshiradi [1].

XULOSA VA TAKLIFLAR

Qishloq mahallalarida vodorod energiyasi asosida markaziy issiqlik tizimini tashkil etish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi asosiy xulosalarga kelindi:

Vodorod energiyasi issiqlik tizimlarida yuqori samaradorlik va ekologik tozalikka erishish imkonini beradi. Uning ishlab chiqarilishi, saqlanishi va taqsimlanishi uchun zamonaviy texnologik zanjirlar va infratuzilma talab etiladi.

Qishloq hududlari uchun markaziy issiqlik ta'minoti tizimlarida vodorod asosidagi energiya generatorlari va ularning integratsiyasi muhim ahamiyat kasb etadi. Bu tizimlar energiya samaradorligini oshirish va issiqlik ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

Vodorod asosidagi issiqlik tizimlari ekologik afzalliklarga ega bo'lib, chiqindilarni kamaytirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni minimallashtirish imkonini beradi.

Iqtisodiy tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, vodorod energiyasi asosidagi markaziy issiqlik tizimlari uzoq muddatda iqtisodiy jihatdan samarali va investitsion jihatdan jozibador hisoblanadi.

Amaliyotda texnologik, iqtisodiy va integratsion muammolar mavjud bo'lsa-da, ularni hal etish uchun zamonaviy texnologiyalar, integratsion yondashuvlar va moslashuvchan infratuzilma yechimlari taklif etiladi.

Vodorod energiyasi tizimlarida xavfsizlik va monitoring tizimlarini joriy etish, shuningdek, tegishli qonunchilik talablariga rioya qilish muhim ahamiyatga ega.

Umuman olganda, qishloq mahallalarida vodorod energiyasi asosida markaziy issiqlik tizimini tashkil etish energiya samaradorligi, ekologik tozalik va iqtisodiy barqarorlikni ta'minlashda istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Z. Xie va G. B. Andresen, "Direct and Indirect Hydrogen Storage: Dynamics and Interactions in the Transition to a Renewable Energy Based System for Europe," arXiv:2403.15072 [eess.SY cs.SY], 2024. [Online]. Mavjud: <https://arxiv.org/abs/2403.15072>
2. A. E. Kyprianou va N. O'Connell, "The Doob-McKean identity for stable Lévy processes," arXiv:2103.12179 [math.PR], 2021. [Online]. Mavjud: <https://arxiv.org/abs/2103.12179>
3. K. Jia va M. Rinard, "Exploiting Verified Neural Networks via Floating Point Numerical Error," arXiv:2003.03021 [cs.LG cs.CR stat.ML], 2020. [Online]. Mavjud: <https://arxiv.org/abs/2003.03021>
4. C. M. Le, R. Akashi va S. Tsuneyuki, "Defining a well-ordered Floquet basis by the average energy," arXiv:2005.05631 [quant-ph], 2020. [Online]. Mavjud: <https://arxiv.org/abs/2005.05631>
5. A. Hochrainer, M. Lahiri, M. Erhard, M. Krenn va A. Zeilinger, "Quantum Indistinguishability by Path Identity: The awakening of a sleeping beauty," arXiv:2101.02431 [quant-ph physics.optics], 2021. [Online]. Mavjud: <https://arxiv.org/abs/2101.02431>
6. S. Candussio, S. Bernreuter, T. Rockinger, K. Watanabe, T. Taniguchi, J. Eroms, I. A. Dmitriev, D. Weiss va S. D. Ganichev, "THz radiation induced circular Hall effect in graphene," arXiv:2202.01135 [cond-mat.mes-hall], 2022. [Online]. Mavjud: <https://arxiv.org/abs/2202.01135>
7. A. A. Starobinsky, S. S. Sushkov va M. S. Volkov, "Anisotropy screening in Horndeski cosmologies," arXiv:1912.12320 [hep-th gr-qc], 2019. [Online]. Mavjud: <https://arxiv.org/abs/1912.12320>
8. H. Cheng, V. Buccoliero, A. Kocher, V. Hagenmeyer va H. K. Çakmak, "New Co-Simulation Variants for Emissions and Cost Reduction of Sustainable District Heating Planning," arXiv:2503.08225 [eess.SY cs.SY], 2025. [Online]. Mavjud: <https://arxiv.org/abs/2503.08225>
9. K. Christensen, B. Nørregaard Jørgensen va Z. G. Ma, "Multi-agent based modeling for investigating excess heat utilization from electrolyzer production to district heating network," arXiv:2408.10783 [cs.MA], 2024. [Online]. Mavjud: <https://arxiv.org/abs/2408.10783>
10. V. Bayliss et al., "The liquid-hydrogen absorber for MICE," arXiv:1807.03019 [physics.acc-ph physics.ins-det], 2018. [Online]. Mavjud: <https://arxiv.org/abs/1807.03019>

muhandislik **& iqtisodiyot**

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 7

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100