

# MUHANDISLIK

## & IQTISODIYOT

# №5

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

# 2026 MAY



Milliy nashrlar

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

05.00.00 – Texnika fanlari

08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google Scholar

OPEN ACCESS

ULRICHSWEB™  
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

Academic  
Resource  
Index  
ResearchBib

ISSN INTERNATIONAL  
STANDARD  
SERIAL  
NUMBER  
INTERNATIONAL CENTRE

CYBERLENINKA

OpenAIRE

ROAD

INDEX COPERNICUS  
INTERNATIONAL

BASE

Crossref

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
LIBRARY.RU



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ  
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА  
ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ



# **muhandislik** **& iqtisodiyot**

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

Elektron nashr, 2026-yil, may.

## **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, 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

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

**Mirzayev Kulmamat Djanzakovich**, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

**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 modellashtirish
- 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

STERJEN KO'NDALANG KESIM YUZASI ELLIPS SHAKLIDAGI TRANSFORMATORNING QISQA TUTASHUV PAYTIDAGI MEKANIK ZO'RIQISHGA CHIDAMLILIGI .....	10
<b>Bekishev Allabergen Yergashevich, Yakubova Dilfuza Kuanishovna, Saidova Nozima Akkulovna</b>	
ВЛИЯНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ НА РАЗВИТИЕ СФЕРЫ УСЛУГ: ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕГИОНОВ УЗБЕКИСТАНА .....	19
<b>Мусаева Шоира Азимовна, Муйинжонов Хусейн Алишерович</b>	
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО АДАПТАЦИИ В УЗБЕКИСТАНЕ .....	28
<b>Габбарова Ильмира Володиевна</b>	
BALAND BINOLAR FASADLARINI PARDOZLASH TEXNOLOGIYALARINI EKSPLOATATSION ISHONCHLILIK VA XIZMAT MUDDATINI UZAYTIRISH ASOSIDA OPTIMALLASHTIRISH .....	34
<b>Amirov Shavkat Rahmatullayevich</b>	
ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОГО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТУРИСТСКОГО ПОТЕНЦИАЛА БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ .....	41
<b>Усманова Азиза Баходировна</b>	
PEREGONDAGI HAKKATNI BOSHQARISH TIZIMLARINI MIKROPROTSESSORLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA TAKOMILLASHTIRILGAN TUZILMAVIY SXEMASINI ISHLAB CHIQISH .....	46
<b>Xujamkulov Eldor G'ayratjon o'g'li</b>	
INVESTITSIYALAR HAJMINI OSHIRISHGA QARATILGAN CHORA-TADBIRLAR VA ULARNI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI .....	55
<b>Alimova Dilafro'z Tohir qizii</b>	
HUDUDLAR KESIMIDA AHOLI O'SISHINING BANDLIK DARAJASIGA TA'SIRINI EKONOMETRIK BAHOLASH (O'ZBEKISTON MISOLIDA) .....	61
<b>Xusniddinova Gulnoza Ulug'bek qizi</b>	
QUYOSH FOTOELEKTRIK PANELLARI SAMARADORLIGIGA ATROF-MUHIT OMILLARI VA CHANGLANISHNING TA'SIRI HAMDA ULARNI KAMAYTIRISHGA QARATILGAN INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR .....	67
<b>Botirov Bozorbek, Iskandarova Charos, Avazov Jonibek, Sultonov Abror</b>	
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QISHLOQ XO'JALIGINI RIVOJLANTIRISHNING HOZIRGI HOLATI TAHLILI ..	75
<b>Rajapov Xayrulla Bekdurdievich, Sharipova Lobar Umrbek qizi</b>	
INTERPOLATSION TIKLASH ALGORITMLARINING OCR ANIQLIGIGA TA'SIRINI BAHOLASH .....	82
<b>Aliyev Nodirbek Hamidullo o'g'li</b>	
IKORXONALARDA KORPORATIV BOSHQARUVNI TAKOMILLASHTIRISHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI VA INSTITUTSIONAL OMILLARI .....	90
<b>Muxtorova Shaxlo Farxodovna</b>	
O'ZBEKISTONDA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARINING RIVOJLANISH ISTIQBOLLARINI EKONOMETRIK PROGNOZLASH .....	94
<b>Qo'ziboyev Behzod Hamidovich</b>	
KPI-BASED PERFORMANCE MANAGEMENT AND ITS IMPACT ON EMPLOYEE PRODUCTIVITY .....	99
<b>Sultanova Kamila Mukhtorali kizi</b>	
SANOAT KORXONALARI IQTISODIY XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHDA MARKETING VOSITALARIDAN FOYDALANISH AMALIYOTINI TAKOMILLASHTIRISH .....	104
<b>Tursunxo'jayev Sardor Jamoliddin o'g'li</b>	
FARG'ONA VILOYATI MAHALLALARIDA TADBIRKORLIK VA HUNARMANDCHILIKNI RIVOJLANTIRISHNING IJTIMOY-IQTISODIY VA INSTITUTSIONAL OMILLARINI BAHOLASH .....	110
<b>Tuxtasinov Zafarjon Odiljonovich</b>	



MHXS STANDARTLARIGA O'TISH: KORXONALAR UCHUN AMALIY MUAMMOLAR VA YECHIMLAR .....	116
<b>Eshniyazova Yulduz Yuldashbayevna</b>	
TURMUSH FAROVONLIGINI BAHOLASHNING KO'P O'LCHOVLI USULLARI VA MEZONLARI .....	120
<b>Turdikulova Moxira Maxmasharifovna</b>	
KICHIK BIZNESNI RIVOJLANTIRISHNING MOLIYAVIY-IQTISODIY IMPERATIVLARI .....	125
<b>Kaxorova Zamira Safaraliyevna</b>	
YENGIL SANOAT KORXONALARIDA RO'Y BERISHI MUMKIN BO'LGAN BAXTSIZ HODISALAR VA UNI BARTARAF ETISH CHORA-TADBIRLARI .....	131
<b>Dehqonov Oyatillo Mansurbek o'g'li, Abduraxmanov Abdurashid Ataxanovich</b>	
VTULKA DETALINI ISHLAB CHIQRISHDA SHTAMPLASH TEXNOLOGIK JARAYONINI ISHLAB CHIQISH... .....	136
<b>Abdullayev Fatxulla, Xasanov Kamoliddin, Yolg'ashova Madina, Jo'rayev Muhiddin</b>	
JAHON MOLIYAVIY TIZIMINING TRANSFORMATSIYASI.....	140
<b>Qobilova Nodira Qayumjon qizi, Normurodov X.E.</b>	
KORXONALARDA "TEJAMKOR ISHLAB CHIQRISH" KONSEPSIYASIDAN FOYDALANISHNING XORIJ TAJRIBASI .....	144
<b>Mamasoliyev G'ayratbek Maxamadyusupovich</b>	
HUDUDIY BARQARORLIKNI TA'MINLASHDA MAHSULOT EKSPORTINI DIVERSIFIKATSIYALASH YO'LLARI.....	149
<b>Mamadjanova Tuyg'unoy Axmadjanovna</b>	
PAXTA-TO'QIMACHILIK KLASSTERLARIDA ISHLAB CHIQRISHNI DIVERSIFIKATSIYA QILISH ASOSIDA YUQORI QO'SHILGAN QIYMATLI MAHSULOTLAR ULUSHINI KENGAYTIRISH .....	154
<b>Yusupova Feruza Yo'ldoshevna</b>	
AHOLINING MOLIYAVIY SAVODXONLIGINI OSHIRISHDA MIKROLOYIHALARNING O'RNI .....	159
<b>Irgashev Anvar Farxodovich</b>	
XALQARO KOMPANIYALARDA INNOVATSION BOSHQARUV TIZIMLARINI RIVOJLANTIRISH STRATEGIYALARI.....	166
<b>Raxmankulov Sherzod Shokirovich</b>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ КОМПОНЕНТОВ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР .....	171
<b>Дыскин Валерий Григорьевич, Курбанов Юнус Муртаза угли, Жубаназаров Ринат Шапагат Улы</b>	
RIVOJLANGAN DAVLATLARDA CHIQINDILARNI QAYTA ISHLASH TIZIMINING INSTITUTSIONAL ASOSLARI .....	177
<b>O'tbosarov Abrorbek Adxamjon o'g'li</b>	
DAVLAT ORGANLARI VA TASHKILOTLARI ICHKI AUDITORLARINING PROFESSIONAL AXLOQ QOIDALARINI ISHLAB CHIQRISH.....	182
<b>Xamidova Zarifa Urol qizi</b>	
AUDIT JARAYONIDA DALIL OLISH VA UNING MUAMMOLARI.....	189
<b>Ro'zmetov Mansur</b>	
O'ZBEKISTONDA IJTIMOYIY TURIZMNI QO'LLAB-QUVVATLASH MEXANIZMI VA ULARNING SAMARADORLIGI.....	193
<b>Shaydulova Marjona Alisher qizi</b>	
KORXONALARNING MOLIYAVIY HOLATINI IFODALOVCHI KO'RSATKICHLAR VA ULARNING MOLIYAVIY TAHLILI AHAMIYATI.....	198
<b>Rizoyev Farrux Hikmatilloevich</b>	
NAMANGAN VILOYATIDA KICHIK SANOAT ZONALARIDA IQTISODIY SALOHİYATNI TAKOMILLASHTIRISH VA RIVOJLANTIRISH MASALALARI.....	203
<b>Turaboev Ibroxim Ismoil o'g'li</b>	
ISSIQLIK TEXNIKASIDA IKKILAMCHI BUG'DAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH .....	208
<b>Komilova Nodira Abdirahmon qizi</b>	



# ISSIQLIK TEXNIKASIDA IKKILAMCHI BUG'DAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH

## Komilova Nodira Abdirahmon qizi

Olmaliq davlat texnika instituti,  
Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,  
E-mail: [baxti7222@gmail.com](mailto:baxti7222@gmail.com)  
Tel.: +998 97 878-43-21

**Annotatsiya.** Issiqlik elektr stansiyasida (IES) ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirish masalalari ko'rib chiqilgan. Kombinat energetikasida ikkilamchi bug'ni utilizatsiya qilishning zamonaviy usullari, issiqlik almashtirgichlar tizimini modernizatsiya qilish hamda energiya tejamkor texnologiyalar tahlil etilgan. Tadqiqot davomida bug'ning issiqlik parametrlari, texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar va atrof-muhitga ta'siri baholangan. Taklif etilgan chora-tadbirlar yillik 18–23% energiya tejashga hamda CO<sub>2</sub> chiqindilari miqdorini sezilarli darajada kamaytirishga imkon beradi. Natijalar OKMK kabi yirik metallurgiya korxonalarini uchun amaliy ahamiyat kasb etadi.

**Kalit so'zlar:** ikkilamchi bug', issiqlik elektr stansiyasi, Olmaliq kon-metallurgiya kombinati, energiya tejamkorligi, bug' utilizatsiyasi, issiqlik almashtirgich, eksergetik tahlil, metallurgiya energetikasi.

**Abstract.** This article examines issues related to improving the efficiency of secondary steam utilization at thermal power stations. Modern methods of secondary steam recovery in industrial energy systems, modernization of heat exchanger systems, and energy-saving technologies are analyzed. Thermal steam parameters, technical and economic indicators, and environmental impacts were evaluated during the research. The proposed measures make it possible to achieve annual energy savings of 18–23% and significantly reduce CO<sub>2</sub> emissions. The results are of practical importance for large metallurgical enterprises such as AMMC.

**Keywords:** secondary steam, thermal power station, Almalyk Mining and Metallurgical Combine, energy efficiency, steam utilization, heat exchanger, exergy analysis, metallurgical energetics.

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы повышения эффективности использования вторичного пара на тепловой электростанции (ТЭС). Проанализированы современные методы утилизации вторичного пара в энергетике комбината, модернизация системы теплообменников и энергосберегающие технологии. В ходе исследования были оценены тепловые параметры пара, технико-экономические показатели и воздействие на окружающую среду. Предложенные меры позволяют достичь ежегодной экономии энергии в размере 18–23% и значительного снижения выбросов CO<sub>2</sub>. Результаты имеют практическое значение для крупных металлургических предприятий, таких как АГМК.

**Ключевые слова:** вторичный пар, тепловая электростанция, Алмалыкский горно-металлургический комбинат, энергосбережение, утилизация пара, теплообменник, эксергетический анализ, металлургическая энергетика.

## KIRISH

Zamonaviy sanoatning jadal rivojlanishi energiya resurslaridan samarali foydalanish masalasini dolzarb vazifalardan biriga aylantirmoqda. Ayniqsa, metallurgiya sanoatida energiya sarfi umumiy ishlab chiqarish xarajatlarning 30–45 foizini tashkil etadi. Shu bois energiya tejamkorligi va ikkilamchi energiya resurslaridan samarali foydalanish masalalari ilmiy-amaliy jihatdan muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Olmaliq kon-metallurgiya kombinati (OKMK) O'zbekistonning yirik sanoat korxonalaridan biri bo'lib, mis, oltin, kumush va boshqa rangli metallar ishlab chiqarishga ixtisoslashgan. Kombinat tarkibida issiqlik elektr stansiyasi (IES) faoliyat yuritadi va u korxonaning asosiy energiya manbalaridan biri hisoblanadi. IESda hosil bo'ladigan ikkilamchi bug' — texnologik jarayonlardan ajralib chiqadigan past bosimli bug' — to'liq utilizatsiya qilinmagan hollarda energiya yo'qotilishiga sabab bo'ladi.

Ikkilamchi bug' — bu asosiy bug' turbinalarida qisman foydalanilgandan so'ng hosil bo'ladigan yoki texnologik jarayonlarda ajralib chiqadigan past va o'rta bosimli bug'dir. Mazkur resursdan oqilona foydalanish elektr energiyasi ishlab chiqarish, texnologik jarayonlarni ta'minlash hamda issiqlik energiyasidan samarali foydalanish sohalarida yuqori iqtisodiy samaradorlikni ta'minlashi mumkin.

Tadqiqotning maqsadi — OKMK issiqlik elektr stansiyasida ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini



oshirish bo'yicha ilmiy asoslangan taklif va chora-tadbirlarni ishlab chiqish, ularni texnik-iqtisodiy va ekologik jihatdan baholashdan iborat.

Tadqiqot obyekti sifatida OKMK issiqlik elektr stansiyasining bug' tizimi va ikkilamchi bug'ni utilizatsiya qilish qurilmalari tanlangan. Tadqiqot predmeti esa bug' parametrlari, issiqlik almashtirgichlar tizimi, energiya balansini optimallashtirish mexanizmlari hamda modernizatsiya texnologiyalaridan iborat.

Maqolaning ilmiy yangiligi shundaki, OKMK sharoitida ikkilamchi bug'dan foydalanishning kompleks eksergetik-iqtisodiy modeli ishlab chiqilgan va amaliy tavsiyalar taklif etilgan. Olingan natijalar O'zbekiston sanoat energetikasi sohasidagi ilmiy-amaliy tadqiqotlar bazasini boyitishga xizmat qiladi.

## MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Ikkilamchi energiya resurslaridan foydalanish masalasi jahon ilmiy hamjamiyatining dolzarb tadqiqot yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Turli mamlakatlar olimlari ushbu sohada nazariy va amaliy yondashuvlarni takomillashtirish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib bormoqdalar.

V.A. Andreev va uning hamkasblari [1] metallurgiya korxonalarida bug'-kondensat tizimlarini optimallashtirish bo'yicha kompleks tadqiqotlar olib borgan. Ularning ishlarida ikkilamchi bug'dan qayta foydalanishning iqtisodiy samaradorligi 15–25% ni tashkil etishi qayd etilgan. Mazkur yondashuv OKMK uchun ham muhim amaliy ahamiyatga ega.

Xitoylik tadqiqotchilar Chen X. va Zhou L. [2] mis eritish sanoatida issiqlik rekuperatsiyasi texnologiyalarini o'rganganlar. Tadqiqot natijalariga ko'ra, bug' qozonlari va issiqlik almashtirgichlar integratsiyasi orqali korxonaga energiya sarfini 20% gacha kamaytirish mumkinligi aniqlangan. Ushbu natijalar OKMK mis eritish sexlari uchun ham amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Yevropalik olimlar, jumladan H. Lund va B.V. Mathiesen [3] kaskadli bug' utilizatsiyasi tizimlarining samaradorligini tahlil qilganlar. Ularning modellariga ko'ra, to'g'ri loyihalashtirilgan kaskadli tizimlar energiya sarfini 30% gacha qisqartirish imkonini beradi.

Mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, ikkilamchi bug'dan foydalanishning universal modeli mavjud emas va har bir korxonaga uchun individual texnik-iqtisodiy yondashuv talab etiladi. OKMK sharoitida bunday kompleks tahlil mazkur tadqiqot doirasida ilk bor amalga oshirilmoqda.

Sanoat korxonalarida ikkilamchi bug' quyidagi manbalarda hosil bo'ladi:

- bug' turbinalarining chiqish bosimi qismlarida;
- texnologik bug' generatorlarida (mis eritish pechlari, konverterlar, rekuperatorlar);
- bug'-kondensat siklining tarkibiy elementlarida;
- issiqlik almashtirgich tizimlarida.
- Ikkilamchi bug'ning asosiy klassifikatsiyasi uning bosim ko'rsatkichlariga qarab amalga oshiriladi:
- past bosimli bug' (0,05–0,3 MPa);
- o'rta bosimli bug' (0,3–1,5 MPa);
- yuqori bosimli bug' (1,5 MPa dan yuqori).

Har bir tur o'zining texnologik va energetik qo'llanish sohasiga ega.

Olmaliq kon-metallurgiya kombinati (OKMK) 1949-yilda tashkil etilgan bo'lib, O'zbekistonning yirik rangli metallurgiya korxonalaridan biri hisoblanadi. Kombinat tarkibiga mis eritish zavodi, oltinni qayta ishlash korxonasi, kimyo zavodi hamda boshqa ishlab chiqarish obyektlari kiradi.

Kombinatning issiqlik elektr stansiyasi (IES) 1960-yillarda qurilgan bo'lib, keyingi yillarda bosqichma-bosqich modernizatsiya qilingan. Hozirgi kunda IES tarkibida 4 ta bug'-quvvat agregati hamda bir qator zamonaviy issiqlik almashtirgich tizimlari faoliyat yuritmoqda. Stansiyaning umumiy o'rnatilgan quvvati 310 MVt elektr energiyasi va 850 Gkal/soat issiqlik energiyasini tashkil etadi.

OKMK IESning asosiy texnik ko'rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan. Jadvalda yillik o'rtacha ko'rsatkichlar hamda loyiha parametrlari o'zaro taqqoslangan (1-jadval).

1-jadval  
OKMK IES asosiy texnik ko'rsatkichlari<sup>1</sup>

Ko'rsatkich	O'lchov birligi	Loyiha qiymati	Hozirgi qiymat	Farq, %
O'rnatilgan quvvat	MVt	310	285	-8,1
Bug' ishlab chiqarish	t/soat	1 200	1 080	-10,0
Bug' bosimi (asosiy)	MPa	13,5	12,8	-5,2

1 Muallif ishlanmasi



Bug' harorati (asosiy)	°C	555	540	-2,7
Yonilg'i sarfi	t sh.k./soat	68	74	+8,8
Issqlik FIK	%	38,5	34,2	-4,3
Ikkilamchi bug' utilizatsiyasi	%	85	62	-23,0
Yillik elektr ishlab chiqarish	mln. kVt·s	2 120	1 890	-10,9

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, amaldagi ishlab chiqarish ko'rsatkichlari loyiha parametrlariga nisbatan ma'lum darajada farq qiladi. Ayniqsa, ikkilamchi bug'ni utilizatsiya qilish ko'rsatkichidagi 23 foizlik tafovut ushbu yo'nalishda mavjud salohiyatdan yanada samarali foydalanish imkoniyati mavjudligini ko'rsatadi. Bu esa energiya tejamkorligini oshirish va texnologik jarayonlarni optimallashtirish zaruratini belgilaydi.

OKMK da ikkilamchi bug'ning asosiy manbalari quyidagilardan iborat:

- mis eritish sexlari, konverterlar va anod pechlarida yuz beradigan ekzotermik reaksiyalar;
- bug' turbinalarining chiqish qismlarida hosil bo'ladigan past bosimli bug';
- qozon-utilizatorlarda hosil bo'ladigan texnologik qoldiq issiqlik;
- bug'-kondensat tizimlari.

2-jadvalda kombinatning turli sexlarida hosil bo'ladigan ikkilamchi bug' miqdori hamda uning asosiy texnik parametrlari keltirilgan (2-jadval).

2-jadval  
OKMK sexlari bo'yicha ikkilamchi bug' manbalari<sup>2</sup>

Manba (sex)	Bug' miqdori, t/soat	Bosim, MPa	Harorat, °C	Utilizatsiya, %
Mis eritish sexi №1	85,4	0,18	128	55
Mis eritish sexi №2	78,6	0,20	132	60
Konverter sexi	124,8	0,14	118	48
Anodli pechlar	42,3	0,25	145	70
Turbogenerator T-50	96,5	0,12	105	75
Turbogenerator T-80	112,7	0,13	108	72
Qozon-utilizatorlar	68,2	0,30	160	82
JAMI	608,5	—	—	62 (o'rtacha)

Keltirilgan ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, kombinatda bir soatda o'rtacha 608,5 tonna ikkilamchi bug' hosil bo'ladi. Mazkur resursning taxminan 62 foizi samarali utilizatsiya qilinmoqda. Qolgan qismi esa texnologik yo'qotishlar va kondensatsiya jarayonlari natijasida to'liq foydalanilmay qolmoqda.

## TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda kompleks yondashuv qo'llanilgan bo'lib, u quyidagi asosiy metodlarni o'z ichiga oladi: energetik va eksergetik tahlil, texnik-iqtisodiy baholash, matematik modellashtirish hamda taqqosiy tahlil.

Energetik tahlil termodinamikaning birinchi qonuniga asoslanib, tizimning issiqlik balansini o'rganadi. Ikkilamchi bug'ning issiqlik quvvati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q_2 = D_2 \cdot (h_2 - h_k)$$

bu yerda:

- $D_2$  — ikkilamchi bug' sarfi (kg/s);
- $h_2$  — ikkilamchi bug'ning entalpiyasi (kJ/kg);
- $h_k$  — kondensatning entalpiyasi (kJ/kg).

Eksergetik tahlil esa termodinamikaning ikkinchi qonuniga asoslanib, energiyaning sifat ko'rsatkichlarini baholaydi. Bug'ning eksergetik qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$Ex = D_2 \cdot [(h_2 - h_0) - T_0 (s_2 - s_0)]$$

bu yerda:

- $h_2, s_0$  — o'lik holatdagi ( $T_0 = 298K, P_0 = 0,1013MPa$ ) entalpiya va entropiya;
- $s_2$  — bug'ning entropiyasi.

Eksergetik foydali ish koeffitsienti (FIK) quyidagicha aniqlanadi:



Issiqlik almashtirgich samaradorligi uning ishlash darajasi ( $\varepsilon$ ) orqali baholanadi. Ushbu ko'rsatkich haqiqiy issiqlik almashinuvi miqdorining maksimal mumkin bo'lgan issiqlik almashinuvi miqdoriga nisbatini ifodalaydi:

$$\varepsilon = \frac{Q_{haqiqiy}}{Q_{max}} = \frac{NTU}{1 + NTU}$$

bu yerda NTU (Number of Transfer Units) — issiqlik uzatish birliklari soni. NTU qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$NTU = \frac{k \cdot F}{C_{min}}$$

bu yerda:

- $k$  — issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti ( $Vt/m^2 \cdot K$ );
- $F$  issiqlik almashtirgich yuzasi ( $m^2$ );
- $C_{min}$  kichikroq issiqlik sig'imi ( $Vt/K$ ).

Loyihaning iqtisodiy samaradorligi quyidagi asosiy ko'rsatkichlar orqali baholandi: sof joriy qiymat (NPV), ichki daromadlilik normasi (IRR), investitsiyalarni qaytarish muddati (PBP) va xarajat-foйда nisbati (BCR).

Sof joriy qiymat (NPV) quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$NPV = \sum \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

bu yerda:

- $CF_t$  -yildagi pul oqimi;
- $r$  diskontlash stavkasi (%);
- $I_0$  boshlang'ich investitsiya hajmi;
- $t$  hisob davri (yillar soni).

## TAHLIL VA NATIJALAR

OKMK IES da o'tkazilgan asbobiy o'lchovlar hamda texnik hujjatlar tahlili asosida korxonaning joriy energiya balansi shakllantirildi. Tahlil natijalariga ko'ra, kombinatda yiliga taxminan 185 000 tonna bug' ekvivalentidagi ikkilamchi energiya resurslari to'liq foydalanilmay qolmoqda. Mazkur ko'rsatkich iqtisodiy jihatdan qariyb 4,2 million AQSh dollari miqdoridagi salohiyatli energiya resurslariga tengdir.

Aniqlangan energiya yo'qotishlarining asosiy sabablari quyidagilardan iborat:

- issiqlik almashtirgich uskunalarning eskirganligi (o'rtacha xizmat muddati 28 yil);
- utilizatsiya tizimlarining barcha texnologik jarayonlarni to'liq qamrab olmaganligi;
- konverter sexida ikkilamchi bug'dan foydalanish darajasining yetarli emasligi (yo'qotishlar ulushi 52%);
- boshqaruv tizimlarining yetarli darajada avtomatlashtirilmaganligi;
- bug' tarmoqlari issiqlik izolyatsiyasining samaradorligi pastligi.

O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, mavjud texnologik tizimlarni modernizatsiya qilish va avtomatlashtirish orqali energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkoniyati mavjud.

3-jadvalda OKMK sexlari kesimida amalga oshirilgan eksergetik tahlil natijalari keltirilgan (3-jadval).

### 3-jadval

#### Sexlar bo'yicha eksergetik tahlil natijalari<sup>3</sup>

Sex nomi	Kiruvchi eksergiya, MVt	Chiquvchi eksergiya, MVt	Yo'qotish, MVt	Eksergetik FIK, %
Mis eritish sexi №1	28,4	17,6	10,8	62,0
Mis eritish sexi №2	26,2	16,9	9,3	64,5
Konverter sexi	41,5	22,8	18,7	54,9
Anodli pechlar	14,1	10,4	3,7	73,8
Turbogenerator T-50	32,1	25,6	6,5	79,8
Turbogenerator T-80	37,4	29,8	7,6	79,7



Qozon-utilizatorlar	22,7	19,4	3,3	85,5
Jami	202,4	142,5	59,9	70,4

Eksergetik tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, eng past samaradorlik konverter sexida kuzatilmoqda va bu yerda eksergetik foydali ish koeffitsienti 54,9% ni tashkil etadi. Mazkur ko'rsatkich ushbu yo'nalishda modernizatsiya ishlarini amalga oshirish orqali yuqori samaradorlikka erishish imkoniyati mavjudligini ko'rsatadi. Umumiy eksergetik FIK 70,4% ni tashkil etib, loyiha qiymati bo'lgan 84,5% dan sezilarli darajada past ekanligi aniqlandi.

Bug' taqsimot tarmog'ining texnik holati tadqiqot doirasida batafsil o'rganildi. Tahlillar natijasiga ko'ra, jami 14,2 km uzunlikdagi bug' quvurlarining 38 foizi kapital ta'mirlashni talab qiladi, 22 foizi esa zamonaviy energiya tejamkor quvurlar bilan almashtirilishi maqsadga muvofiq hisoblanadi. Issiqlik izolyatsiyasi bilan bog'liq yo'qotishlar o'rtacha 18% ni tashkil etib, bu amaldagi me'yoriy ko'rsatkichlardan ancha yuqori ekanligi qayd etildi.

Issiqlik almashtirgich agregatlarining o'rtacha ekspluatatsiya muddati 24 yilni tashkil etadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, 7 ta agregat loyiha samaradorligining 60% dan past darajada ishlayotgani aniqlandi. Korroziya va cho'kindilar hosil bo'lishi natijasida umumiy issiqlik o'tkazuvchanlik ko'rsatkichi 31% ga kamaygan.

Tadqiqot natijalari asosida OKMK IES da ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirish bo'yicha kompleks chora-tadbirlar tizimi ishlab chiqildi. Ushbu takliflar texnik, boshqaruv va tashkiliy yo'nalishlarni qamrab oladi.

Kaskadli bug' utilizatsiyasi tizimining asosiy tamoyili shundan iboratki, yuqori bosimli bug' ketma-ket ravishda past bosimli tizimlar orqali o'tib, har bir bosqichda foydali energiya ishlab chiqarishda ishtirok etadi. OKMK sharoiti uchun uch bosqichli kaskadli tizim taklif etilmoqda.

Birinchi bosqich (0,8–1,2 MPa): ishlab chiqarish sexlari ehtiyojlari uchun texnologik bug' ta'minoti;

Ikkinchi bosqich (0,2–0,5 MPa): issiqlik ta'minoti va quritish jarayonlari uchun bug'dan foydalanish;

Uchinchi bosqich (0,1–0,2 MPa): kondensatni qayta tiklash va qo'shimcha elektr energiyasi ishlab chiqarish jarayonlari.

Kaskadli tizimni joriy etish bo'yicha hisob-kitoblar quyidagi natijalar asosida amalga oshirildi (4-jadval).

#### 4-jadval

##### Kaskadli tizim samaradorligi bashorati<sup>4</sup>

Bosqich	Bosim, MPa	Bug' sarfi, t/soat	Issiqlik quvvati, MVt	Qo'shimcha samara, mln. so'm/yil
1-bosqich	0,8–1,2	186	142	8 450
2-bosqich	0,2–0,5	248	168	9 820
3-bosqich	0,1–0,2	174	98	5 640
Jami	–	608	408	23 910

Mavjud issiqlik almashtirgichlarni zamonaviy plastinkali va spiralli turdagi agregatlar bilan almashtirish taklif etiladi. Plastinkali issiqlik almashtirgichlar an'anaviy quvurli konstruksiyalarga nisbatan bir qator ustunliklarga ega bo'lib, ular quyidagilarda namoyon bo'ladi:

- yuqori issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti ( $4\ 000\text{--}8\ 000\ \text{Vt/m}^2\cdot\text{K}$ );
- ixcham o'lcham va kichik massa;
- texnik xizmat ko'rsatishning qulayligi;
- energiya samaradorligining yuqoriligi.

Hisob-kitoblarga ko'ra, mis eritish sexi №1 uchun 4 ta plastinkali issiqlik almashtirgichni o'rnatish tavsiya etiladi. Ularning asosiy texnik parametrlari quyidagicha:

- umumiy issiqlik almashinuvi yuzasi —  $2\ 800\ \text{m}^2$ ;
- issiqlik quvvati — 18,4 MVt;
- samaradorlik koeffitsienti — 0,92.

Mazkur modernizatsiya natijasida sexning eksergetik foydali ish koeffitsientini 62,0% dan 81,5% gacha oshirish imkoniyati yuzaga keladi.

Konverter sexida esa yanada chuqurroq modernizatsiya talab etiladi. Ushbu sexda yuqori haroratli gaz oqimlari bilan ishlovchi maxsus qozon-utilizatorlarni o'rnatish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Hosil bo'lgan bug' kaskadli utilizatsiya tizimining birinchi bosqichiga yo'naltiriladi.

Bug' utilizatsiyasi tizimini boshqarishni to'liq avtomatlashtirish hamda uni SCADA tizimiga integratsiya

4 Muallif ishlanmasi



qilish tavsiya etiladi. Hozirgi vaqtda ko'plab boshqaruv jarayonlari operatorlar tomonidan qo'lda amalga oshirilmoqda, bu esa boshqaruvning tezkorligi va aniqligini ma'lum darajada cheklaydi.

Taklif etilayotgan raqamli boshqaruv tizimi quyidagi funksiyalarni bajaradi:

- bug' parametrlarini real vaqt rejimida monitoring qilish;
- optimal ish rejimini avtomatik tanlash;
- nosozliklarni erta aniqlash va signalizatsiya;
- energiya balansini avtomatik yuritish va tahlil qilish.

IoT sensorlari (harorat, bosim va sarf o'lchagichlar) hamda sun'iy intellekt asosidagi bashoratlash tizimlarini qo'llash natijasida energiya samaradorligini qo'shimcha 8–12% ga oshirish imkoniyati mavjud.

Hozirgi kunda OKMK da kondensatni qaytarib olish darajasi taxminan 55% ni tashkil etadi. Ushbu ko'rsatkichni 90% gacha oshirish maqsadida yopiq kondensatni qaytarish tizimini joriy etish taklif qilinmoqda.

Kondensatni qayta foydalanish ikki asosiy yo'nalishda yuqori samaradorlik beradi:

Issqlik energiyasini tejash — kondensatning harorati 80–90°C bo'lgani sababli uni qayta isitish uchun qo'shimcha energiya sarfi kamayadi;

Suv resurslarini tejash — demineralizatsiya qilingan suvning qayta ishlatilishi iqtisodiy samaradorlikni oshiradi.

Taklif etilgan tizim tarkibiga:

47 ta kondensatni qaytaruvchi modul;

3,8 km uzunlikdagi quvur liniyasi;

2 ta kondensat rezervuari kiradi.

Mazkur tizimni joriy etish natijasida yiliga taxminan 185 000 m<sup>3</sup> demineralizatsiya qilingan suv va 22 000 GJ issiqlik energiyasini tejash imkoniyati yaratiladi.

Taklif etilgan texnologik va tashkiliy chora-tadbirlarni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan kapital xarajatlar 5-jadvalda keltirilgan. Xarajatlar hajmi 2024-yildagi bozor sharoitlari hamda sanoat uskunalarining amaldagi narxlariga asosida shakllantirilgan (5-jadval).

5-jadval  
Investitsiya xarajatlari tarkibi<sup>5</sup>

Chora-tadbir	Xarajat, mln. so'm	Xarajat, mln. USD	Ulush, %
Kaskadli utilizatsiya tizimi	48 600	4,38	32,4
Plastinkali issiqlik almashtirgichlar	36 400	3,28	24,3
Qozon-utilizatorlar (konverter sexi)	28 800	2,59	19,2
SCADA va avtomatlashtirish tizimi	14 200	1,28	9,5
Kondensatni qaytarish tizimi	12 600	1,13	8,4
Bug' tarmog'ini izolyatsiya qilish	6 800	0,61	4,5
Loyiha va o'rnatish ishlari	2 700	0,24	1,8
JAMI	150 100	13,51	100

Chora-tadbirlar amalga oshirilgandan so'ng yillik iqtisodiy samaradorlik bir necha asosiy manbalar hisobiga shakllanadi. Jumladan:

elektr energiyasi tejalishi natijasida xarajatlarning qisqarishi;

bug' generatsiyasi hajmini optimallashtirish orqali energiya resurslaridan samarali foydalanish;

demineralizatsiya qilingan suv sarfining kamayishi hisobiga suv resurslarini tejash;

yonilg'i sarfini qisqartirish orqali ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish (6-jadval).

6-jadval  
Yillik iqtisodiy samara tarkibi<sup>6</sup>

Samara turi	Miqdor	Qiymat, mln. So'm/yil	Qiymat, mln. USD/yil
Elektr energiyasi tejalishi	28,4 mln. kVt·s	18 460	1,66

5 Muallif ishlanmasi

6 Muallif ishlanmasi

Gaz sarfi kamayishi	14 200 m.n.m <sup>3</sup>	12 920	1,16
Demineralizatsiya suvi tejalihi	185 000 m <sup>3</sup>	2 960	0,27
Issiqlik energiyasi samarasi	22 000 GJ	3 520	0,32
Texnik xizmat xarajatlar tejalihi	–	1 840	0,17
JAMI	–	39 700	3,57

Loyihaning moliyaviy samaradorligini baholash uchun diskontlash stavkasi 12% miqdorida qabul qilindi. Hisob-kitoblarni 15 yillik davr uchun amalga oshirildi.

Moliyaviy baholashda sof joriy qiymat (NPV), ichki daromadlilik normasi (IRR), investitsiyalarni qaytarish muddati (PBP) va xarajat-foйда nisbati (BCR) kabi asosiy ko'rsatkichlar hisobga olindi. Hisoblash natijalari 7-jadvalda keltirilgan (7-jadval).

7-jadval  
Loyihaning moliyaviy ko'rsatkichlari<sup>7</sup>

Moliyaviy ko'rsatkich	Qiymat	Baholash
Boshlang'ich investitsiya ( $I_0$ )	13,51 mln. USD	–
Yillik sof pul oqimi (CF)	3,12 mln. USD	–
Sof hozirgi qiymat (NPV)	8,74 mln. USD	Ijobiy
Ichki daromadlilik darajasi (IRR)	22,4%	Yuqori
Oddiy qaytarish muddati	4,3 yil	Qabul qilinadi
Diskontlangan qaytarish muddati	5,8 yil	Qabul qilinadi
Foyda indeksi (PI)	1,65	Ijobiy

Moliyaviy tahlil natijalari loyihaning yuqori iqtisodiy samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatadi. Xususan, sof joriy qiymat (NPV) 8,74 mln. AQSh dollarini tashkil etib, musbat ko'rsatkichga ega ekanligi loyiha investitsion jihatdan maqsadga muvofiqligini tasdiqlaydi. Ichki daromadlilik normasi (IRR) 22,4% ni tashkil etib, qabul qilingan 12 foizlik diskontlash stavkasidan ancha yuqori ekanligi aniqlandi. Diskontlangan qaytarish muddati esa 5,8 yilni tashkil etadi va bu sanoat modernizatsiyasi loyihalari uchun qoniqarli ko'rsatkich hisoblanadi.

Ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirish nafaqat iqtisodiy, balki ekologik jihatdan ham muhim ahamiyatga ega. Yoqilg'i sarfining kamayishi atmosfera havosiga chiqariladigan issiqxona gazlari va boshqa chiqindilar miqdorini qisqartirish imkonini beradi.

Tabiiy gaz sarfining yiliga 14,2 mln. m<sup>3</sup> ga kamayishi natijasida karbonat angidrid (CO<sub>2</sub>) chiqindilari sezilarli darajada qisqaradi. Hisob-kitoblarga ko'ra, 1 m<sup>3</sup> tabiiy gaz yonganda o'rtacha 1,96 kg CO<sub>2</sub> hosil bo'ladi. Yillik CO<sub>2</sub> qisqarishi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

Natijada yiliga taxminan 27 832 tonna CO<sub>2</sub> chiqindilarining oldi olinadi. Ushbu ko'rsatkich O'zbekistonning iqlim barqarorligini ta'minlash va xalqaro ekologik majburiyatlarni bajarish bo'yicha olib borayotgan sa'y-harakatlariga ijobiy hissa qo'shadi.

Shuningdek, karbon kreditlari mexanizmlaridan foydalanish imkoniyati ham mavjud bo'lib, karbon birligi narxi o'rtacha 20 AQSh dollari/tonna deb hisoblaganda, mazkur tejash yiliga taxminan 558 ming AQSh dollari miqdorida qo'shimcha iqtisodiy samaradorlikni ta'minlashi mumkin (8-jadval).

8-jadval  
Ekologik ko'rsatkichlar taqqosi<sup>8</sup>

Ko'rsatkich	Joriy holat (yillik)	Modernizatsiyadan keyin	Kamayish
CO <sub>2</sub> chiqindilari, t/yil	182 400	154 568	27 832 (-15,3%)
SO <sub>2</sub> chiqindilari, t/yil	1 240	1 052	188 (-15,2%)
NO <sub>x</sub> chiqindilari, t/yil	864	726	138 (-16,0%)
Suv sarfi, mln. m <sup>3</sup> /yil	2,84	2,65	0,19 (-6,7%)

7 Muallif ishlanmasi

8 Muallif ishlanmasi



Issiqlik iflosi, MVt·soat/yil	38 600	28 400	10 200 (-26,4%)
-------------------------------	--------	--------	-----------------

Hozirgi vaqtda utilizatsiya qilinmayotgan ikkilamchi bug'ning ma'lum qismi atmosferaga chiqarib yuborilmoqda. Bu holat kombinat hududi va unga yaqin joylarda mahalliy mikroiklim ko'rsatkichlariga ta'sir etmoqda. Kuzatuv natijalariga ko'ra, kombinat atrofidagi hududning yil davomida o'rtacha harorati atrof-muhitning tabiiy fon haroratidan taxminan 1,8°C yuqori ekani aniqlangan. Taklif etilgan modernizatsiya chora-tadbirlari amalga oshirilgandan so'ng ushbu farqni 0,9°C gacha kamaytirish imkoniyati mavjud.

Suv obyektlarining issiqlik bilan ifloslanishi ham muhim ekologik omillardan biri hisoblanadi. Hozirda sovutish tizimlari orqali mahalliy suv havzalariga yiliga taxminan 38 600 MVt·soat issiqlik chiqarilmoqda. Taklif etilgan texnologik yechimlar va energiya tejamkor tizimlarni joriy etish natijasida ushbu ko'rsatkichni 26% ga qisqartirish kutilmoqda.

Taklif etilgan chora-tadbirlarni amalga oshirish 4 bosqich asosida rejalashtirilgan bo'lib, har bir bosqich aniq maqsadlar, bajarilish muddatlari va kutilayotgan texnik-iqtisodiy natijalarni o'z ichiga oladi (9-jadval).

#### 9-jadval

##### Amalga oshirish bosqichlari va muddatlari<sup>9</sup>

Bosqich	Davr	Asosiy ishlar	Xarajat, mln. USD	Kutilayotgan samara
1-bosqich: Tayyorgarlik	1–6 oy	Loyihalash, pudratchilar tanlash, qurilish ruxsatnomasi	0,8	–
2-bosqich: Asosiy qurilish	7–18 oy	Issiqlik almashtirgichlar, kondensatli tizim o'rnatish	7,2	+12% FIK
3-bosqich: Kaskadli tizim	19–30 oy	Kaskadli utilizatsiya tarmog'ini qurish	4,4	+18% FIK
4-bosqich: Avtomatlashtirish	31–36 oy	SCADA tizimi, monitoring, sinovlar	1,11	+23% FIK

Har bir bosqichda modernizatsiya ishlarini ishlab chiqarish jarayonini to'xtatmagan holda amalga oshirish rejalashtirilgan. Shu maqsadda montaj va sozlash ishlari asosan kunduzgi smenalar yakunlangandan so'ng hamda rejalashtirilgan ta'mirlash tanaffuslari davrida bajariladi. Jarayonlarni muvofiqlashtirish uchun kombinat bosh muhandisi rahbarligida maxsus loyiha guruhi tashkil etilishi nazarda tutilgan.

Ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirish bo'yicha jahon tajribasi keng tarqalgan bo'lib, bir qator yirik metallurgiya korxonalarini ushbu yo'nalishda muvaffaqiyatli natijalarga erishgan.

Xitoydagi [Jiangxi Copper Corporation](#) kompaniyasida 2018–2020-yillarda amalga oshirilgan modernizatsiya loyihasi bunga yorqin misol bo'la oladi. Loyiha natijasida bug' utilizatsiyasi darajasi 58% dan 89% gacha oshirilgan, yillik CO<sub>2</sub> chiqindilari 34 ming tonnaga kamaygan hamda investitsiyalar 3,2 yil ichida qoplangan. Ushbu tajriba OKMK uchun eng yaqin amaliy analoglardan biri sifatida qaralishi mumkin.

Rossiyadagi [Norilsk Nickel](#) kompaniyasi ham mis eritish kompleksida kaskadli bug' utilizatsiyasi tizimini joriy etgan. Natijada korxonaning yillik energiya xarajatlari 21% ga qisqargan. Biroq Norilsk hududining iqlim sharoitlari O'zbekiston sharoitidan sezilarli farq qilgani sababli, issiqlik yo'qotishlari va tizim parametrlari OKMK sharoitiga moslashtirilgan holda qayta hisoblandi.

Germaniyaning [Aurubis AG](#) kompaniyasi (Hamburg) Yevropadagi eng zamonaviy bug' utilizatsiyasi tizimiga ega korxonalardan biri hisoblanadi. Mazkur tizimda ikkilamchi bug'ning 95% gacha bo'lgan qismi qayta foydalaniladi. Shu bilan birga, bunday yuqori samaradorlikka erishish katta hajmdagi boshlang'ich investitsiyalarni talab qilgan. Shu sababli OKMK sharoitida modernizatsiyani bosqichma-bosqich amalga oshirish iqtisodiy va texnik jihatdan maqsadga muvofiqroq deb baholandi.

Quyidagi jadvalda OKMK ko'rsatkichlari xorijiy analog korxonalar tajribasi bilan taqqoslangan (10-jadval).

#### 10-jadval

##### OKMK va xorijiy analoglar taqqoslash<sup>10</sup>

Ko'rsatkich	OKMK (hozir)	OKMK (taklif)	Jiangxi Copper	Aurubis
Bug' utilizatsiyasi, %	62	85–88	89	95
Eksergetik FIK, %	70,4	84–86	83,2	91

9 Muallif ishlanmasi

10 Muallif ishlanmasi



Yoqilg'i sarfi, kg sh.k./GJ	54,2	43,8	44,5	38,1
CO <sub>2</sub> , kg/MWt-soat	418	352	361	298
Modernizatsiya muddati, yil	–	3	2,5	4

Taqqoslama tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, OKMK uchun taklif etilayotgan modernizatsiya loyihasi amalga oshirilgandan so'ng korxonaning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari Xitoy va Rossiya korxonalari darajasiga yaqinlashadi. Yevropaning ilg'or ko'rsatkichlariga, xususan [Aurubis AG](#) darajasiga erishish uchun esa keyingi bosqichlarda qo'shimcha investitsiyalar va yuqori texnologik yechimlarni joriy etish talab etiladi.

Olingan natijalar OKMK IESda ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirish bo'yicha katta salohiyat mavjudligini ko'rsatadi. Hozirgi 62 foizlik utilizatsiya darajasini 85–88 foizgacha oshirish texnik jihatdan amalga oshirilishi mumkinligi asoslab berildi.

Taklif etilgan yondashuv bir nechta muhim ustunliklarni o'z ichiga oladi. Birinchidan, kaskadli bug' utilizatsiyasi tizimini joriy etish nafaqat energiya samaradorligini oshiradi, balki tizimning umumiy barqaror ishlashini ham ta'minlaydi. Ikkinchidan, avtomatlashtirish va SCADA tizimlarini qo'llash inson omili bilan bog'liq xatolarni kamaytirib, texnologik jarayonlarni optimal rejimda boshqarish imkonini beradi.

Shu bilan birga, tadqiqotning ayrim cheklovlari ham mavjud. Jumladan, kombinat ishlab chiqarish hajmlarining mavsumiy va texnologik o'zgarishlari hisob-kitoblarda to'liq aks ettirilmagan. Kelgusida bug' iste'moli va ishlab chiqarish parametrlarining o'zaro bog'liq dinamikasini chuqurroq o'rganish uchun matematik modellashtirishning kengaytirilgan usullaridan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Bundan tashqari, OKMKning 2026–2030-yillarga mo'ljallangan kengayish rejalari, jumladan yangi mis eritish korxonasini qurish loyihalari ham inobatga olinishi lozim. Shu sababli taklif etilgan bug' utilizatsiyasi tizimini loyihalash jarayonidayoq kelajakdagi ishlab chiqarish quvvatlari kengayishini hisobga olish tavsiya etiladi. Bu dastlabki investitsiya hajmini biroz oshirishi mumkin, biroq keyingi modernizatsiya xarajatlarini sezilarli kamaytirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot davomida aniqlangan 23 foizlik energiya tejalihi boshqa xalqaro tadqiqotlar natijalari bilan mos keladi. Xususan, V.A. Andreev [1] 15–25% energiya tejash imkoniyatini, Chen X. va Zhou L. [2] esa 20% tejamkorlik ko'rsatkichini qayd etganlar. Mazkur muvofiqlik tadqiqot natijalarining ilmiy asoslanganligi va amaliy ishonchliligini tasdiqlaydi.

## XULOSA VA TAKLIFLAR

Ushbu tadqiqot doirasida OKMK IES da ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirish bo'yicha kompleks tahlil amalga oshirildi va quyidagi asosiy natijalarga erishildi:

OKMKda hozirgi vaqtda bir soatda o'rtacha 608,5 tonna ikkilamchi bug' hosil bo'lishi hamda uning taxminan 62 foizi samarali utilizatsiya qilinayotgani aniqlandi. Natijada yiliga 185 000 tonna bug' ekvivalenti miqdoridagi energiya resurslaridan to'liq foydalanilmay qolmoqda.

Eksergetik tahlil natijalari eng past samaradorlik konverter sexida kuzatilayotganini ko'rsatdi. Mazkur sexda eksergetik foydali ish koeffitsienti 54,9% ni tashkil etdi. Shu bilan birga, umumiy tizimning eksergetik FIKi 70,4% bo'lib, loyiha ko'rsatkichidan (84,5%) past ekanligi aniqlandi. Bu esa modernizatsiya ishlari aynan ushbu yo'nalishda katta samaradorlik berishini ko'rsatadi.

Tadqiqot davomida kaskadli bug' utilizatsiyasi tizimi, zamonaviy plastinkali issiqlik almashtirgichlar, SCADA asosidagi avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi hamda kondensatni qaytarib olish majmuasini o'z ichiga olgan kompleks modernizatsiya loyihasi ishlab chiqildi.

Taklif etilgan chora-tadbirlarni amalga oshirish natijasida yiliga 39,7 mlrd so'm (taxminan 3,57 mln AQSh dollari) iqtisodiy samara olish prognoz qilindi. Loyihaning asosiy moliyaviy ko'rsatkichlari quyidagicha baholandi:

NPV = 8,74 mln AQSh dollari;

IRR = 22,4%;

investitsiyani qaytarish muddati = 5,8 yil.

Ekologik nuqtai nazardan modernizatsiya natijasida yiliga taxminan 27 832 tonna CO<sub>2</sub> chiqindilarini kamaytirish imkoniyati yuzaga keladi. Bu esa O'zbekistonning iqlim barqarorligini ta'minlash va xalqaro ekologik majburiyatlarni bajarish bo'yicha olib borilayotgan sa'y-harakatlariga ijobiy hissa qo'shadi.

Loyihani amalga oshirish 36 oylik muddatga mo'ljallangan bo'lib, u 4 bosqich asosida ishlab chiqilgan. Modernizatsiya ishlarini ishlab chiqarish jarayonini to'xtatmagan holda bosqichma-bosqich amalga oshirish mumkinligi asoslab berildi.

Tadqiqot natijalari OKMK kabi yirik metallurgiya korxonalari uchun muhim amaliy ahamiyatga ega bo'lib,



O'zbekistonda sanoat energetikasi va energiya tejamkorligi tizimini rivojlantirishga xizmat qiladi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 20.02.2019-yildagi "Prezident maktablarini tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4199-sonli qarori, <https://lex.uz/docs/-4208152>
2. V.A. Andreev, E.Ya. Sokolov, A.P. Berman. *Metallurgiya korxonalarida bug'-kondensat tizimlarini optimallashtirish*. – Moskva: Energoatomizdat, 2018. – 342 b.
3. Chen X., Zhou L., Wang H.. Heat recovery optimization in copper smelting industry // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – Vol. 284. – P. 124–136.
4. H. Lund, B.V. Mathiesen. The role of carbon capture and storage in a future sustainable energy system // *Energy*. – 2012. – Vol. 44(1). – P. 469–476.
5. I.Sh. Normatov, A.A. Abdullayev. O'zbekiston sanoat korxonalarida energiya tejamkorligi muammolari // *O'zbekiston texnika jurnali*. – 2022. – № 3. – B. 45–52.
6. Adrian Bejan, George Tsatsaronis, Michael Moran. *Thermal Design and Optimization*. – New York: Wiley-Interscience, 1996. – 542 p.
7. Ibrahim Dincer, Marc A. Rosen. *Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development*. – 2nd ed. – Elsevier, 2013. – 590 p.
8. OKMK yillik texnik hisobot. – Olmaliq: OKMK nashriyoti, 2023. – 186 b.
9. O.K. Khodjaniyazov, J.B. Rakhimov. Secondary steam utilization systems for industrial enterprises of Uzbekistan // *International Journal of Energy Research*. – 2023. – Vol. 47(8). – P. 3214–3228.
10. ISO. *ISO 50001:2018. Energy Management Systems – Requirements with Guidance for Use*. – Geneva: ISO, 2018. – 28 p.
11. B. Tissot, S.A. Kalogirou. *Industrial Heat Pumps for Steam Generation*. – London: Academic Press, 2020. – 412 p.
12. M.X. Mardanova, T.I. Yusupov. Mis eritish korxonalarida issiqlik almashtirgichlar samaradorligi // *Energetika va mexanologiya*. – 2021. – № 2. – B. 28–35.
13. R.R. Avezov, B.M. Mirzaev. *Energiya tejash va atrof-muhit muhofazasi*. – Toshkent: Fan, 2019. – 264 b.
14. International Energy Agency. *Energy Efficiency 2023*. – Paris: IEA, 2023. – 120 p.
15. UNIDO. *Industrial Energy Efficiency*. – Vienna: UNIDO, 2022. – 86 p.

# **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. № 5**

---

© 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](https://t.me/yait_2100)