HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

KORXONALARDA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH VA XARAJATLARNI OPTIMALLASHTIRISH: TO‘QIMACHILIK KORXONASI MISOLIDA TEXNIK-IQTISODIY TAHLIL

Shomuzaffar Shoyergashov Imom o‘g‘li
Energetika vazirligi huzuridagi Qayta tiklanuvchi energiya manbalari milliy ilmiy-tadqiqot instituti katta ilmiy xodimi
Shahzod Safarov Shavkat o‘g‘li
Energetika vazirligi huzuridagi Qayta tiklanuvchi energiya manbalari milliy ilmiy-tadqiqot instituti bosh mutaxassisi
Doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.22931510

Annotatsiya: Mazkur maqolada sanoat korxonalarida energiya samaradorligini oshirish va energiya xarajatlarini optimallashtirishning texnik-iqtisodiy yondashuvi ishlab chiqildi. Tadqiqot obyekti sifatida O‘zbekistondagi o‘rta quvvatli to‘qimachilik korxonasining hisobiy modeli qabul qilindi. Bazaviy holatda korxonaning yillik elektr energiyasi iste’moli 2,40 GWh, yillik ishlab chiqarish hajmi 12 ming tonna va solishtirma energiya sarfi 200 kWh/t deb olindi. Energetik audit natijalariga asoslanib, nasos va ventilyatorlarda chastota o‘zgartirgichlardan foydalanish, siqilgan havo tizimidagi yo‘qotishlarni kamaytirish, yuqori samarali elektr dvigatellarni joriy etish, LED yoritish va energiya menejmenti tizimini tashkil etish bo‘yicha beshta chora-tadbir shakllantirildi. Taklif etilgan tadbirlarning umumiy investitsiya qiymati 1,05 mlrd so‘m, yillik energiya tejalishi 474 MWh yoki 19,75% ni tashkil etdi. 2026-yil uchun amaldagi 1 100 so‘m/kWh elektr energiyasi tarifi asosida yalpi yillik iqtisod 521,4 mln so‘m, qo‘shimcha ekspluatatsion xarajatlarni hisobga olganda sof pul oqimi 501,4 mln so‘m deb baholandi. 18% diskont stavkasi va 5 yillik hisob davrida sof joriy qiymat NPV=518,0 mln so‘m, ichki daromadlilik normasi IRR=38,3%, oddiy qoplanish muddati 2,09 yil va diskontlangan qoplanish muddati 2,87 yil bo‘ldi. Natijalar korxonalarda energiya auditini ISO 50001 tamoyillari, submetering va investitsion tahlil bilan birlashtirish xarajatlarni pasaytirishning samarali mexanizmi ekanini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: energiya samaradorligi, energiya auditi, ISO 50001, energiya menejmenti, VFD, siqilgan havo, NPV, IRR, payback period, energiya xarajatlari.

Kirish

Sanoat korxonalarida energiya resurslari ishlab chiqarish tannarxining muhim tarkibiy qismi bo‘lib, energiya iste’molining ortishi korxonaning operatsion xarajatlari, mahsulot raqobatbardoshligi va ishlab chiqarish barqarorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ilmiy adabiyotlarda energiya samaradorligi faqat yangi uskunani o‘rnatish masalasi sifatida emas, balki strategik rejalashtirish, o‘lchash, nazorat, tashkiliy madaniyat va uzluksiz takomillashtirishni birlashtiruvchi boshqaruv tizimi sifatida qaraladi [1–4]. Energiya menejmenti korxonaning real energiya oqimlarini aniqlash, asosiy energiya iste’molchilarini ajratish va texnik tadbirlarni iqtisodiy mezonlar bilan ustuvorlashtirishga imkon beradi.

O‘zbekistonda sanoat energiya samaradorligi masalasi amaliy ahamiyatga ega. Jahon banki ko‘magida amalga oshirilgan sanoat korxonalari energiya samaradorligi loyihalari doirasida 30 dan ortiq yirik korxonada energiya tejamkor texnologiyalar joriy etilib, 2017-yil yakuniga kelib yillik energiya tejalishi 360 mln kWh ekvivalentiga yetgani qayd etilgan [17]. 2026-yil 1-iyundan I, II va IV

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

guruh iste'molchilari uchun elektr energiyasi tarifi 1 100 so‘m/kWh etib belgilangan [18]. Shu sababli energiyaning har bir foiz tejalishi korxona xarajatlariga sezilarli moliyaviy ta'sir ko‘rsatadi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi energiya auditi natijalarini energiya menejmenti va investitsion tahlil bilan birlashtirgan holda sanoat korxonasida energiya samaradorligini oshirish chora-tadbirlarining texnik va moliyaviy samaradorligini baholashdan iborat. Maqolada to‘qimachilik korxonasi uchun hisobiy case-study ishlab chiqilib, energiya balansi, solishtirma energiya sarfi, tadbirlar portfeli, NPV, IRR va qoplanish muddati ko‘rsatkichlari hisoblandi. Ushbu raqamlar real korxonaning maxfiy ma'lumotlari emas, balki metodik tahlil uchun sanoatdagi tipik yuklamalar va amaldagi tarif asosida shakllantirilgan hisobiy model ekanini alohida ta'kidlash lozim.

Sanoat energiya menejmenti bo‘yicha tizimli sharhlar korxonalarda energiya samaradorligini oshirish uchun beshta o‘zaro bog‘liq element — strategiya va rejalashtirish, amalga oshirish, nazorat, tashkiliy tuzilma va energiya madaniyati — birgalikda ishlashi zarurligini ko‘rsatadi [1]. Ishlab chiqarish tizimlarida energiya baholash usullari ISO 50001 mantiqiga mos ravishda energiya tahlili, energiya samaradorligini baholash va energiya tejash tadbirlarini tanlash bosqichlariga ajratiladi [2]. Energiya menejmenti modellarini tahlil qilgan Hasan va Trianni energiya siyosati, bazaviy energiya ko‘rsatkichi, EnPI, audit va hujjatlashtirish korxona darajasidagi boshqaruvning asosiy elementlari ekanini ko‘rsatgan [3].

Elektr dvigatel tizimlari sanoat elektr yuklamasining katta qismini tashkil etgani sababli yuqori samarali dvigatellar va o‘zgaruvchan tezlikli yuritmalar ko‘plab korxonalarda ustuvor chora sifatida ko‘riladi [5–9]. VFD tizimlari nasos va ventilyatorlarda yuklamaga mos tezlikni ta'minlab, drosellash yoki mexanik boshqaruvdagi yo‘qotishlarni kamaytiradi [8]. Siqilgan havo tizimlarida esa sizib chiqishlar, ortiqcha bosim, bosim tushuvi va samarasiz kompressor boshqaruvi sezilarli energiya yo‘qotishlari manbai bo‘lishi mumkin [7]. Shu sababli energiya auditi nafaqat uskunaning nominal samaradorligini, balki butun tizimning ishlash rejimini qamrab olishi kerak.

So‘nggi tadqiqotlar issiqlikni qayta tiklash, issiqlik nasoslari va ortiqcha issiqlik oqimlarini texnik-iqtisodiy optimallashtirishga ham katta e'tibor qaratmoqda [11–14]. Bu yo‘nalishlar issiqlik yuklamasi yuqori korxonalar uchun muhim bo‘lsa-da, mazkur maqoladagi case-study elektr energiyasi iste'moli ustun bo‘lgan korxona modeliga qaratildi. ISO 50001 bo‘yicha tadqiqotlar doimiy takomillashtirish tamoyili energiya tejamkorligini bir martalik loyiha emas, balki uzluksiz boshqaruv jarayoniga aylantirishini ko‘rsatadi [4,15,16].

Hisobiy korxona sifatida yillik ishlab chiqarish hajmi 12 000 tonna bo‘lgan o‘rta quvvatli to‘qimachilik korxonasi qabul qilindi. Korxonaning elektr energiyasi iste'moli 12 oylik hisobiy profil asosida 2,40 GWh/yil deb olindi. Elektr energiyasining 2026-yil amaldagi tarifi 1 100 so‘m/kWh sifatida qabul qilindi [18]. Korxonaning bazaviy solishtirma energiya sarfi (SEC) quyidagi ifoda bilan aniqlandi:

$$SEC = E / Q$$

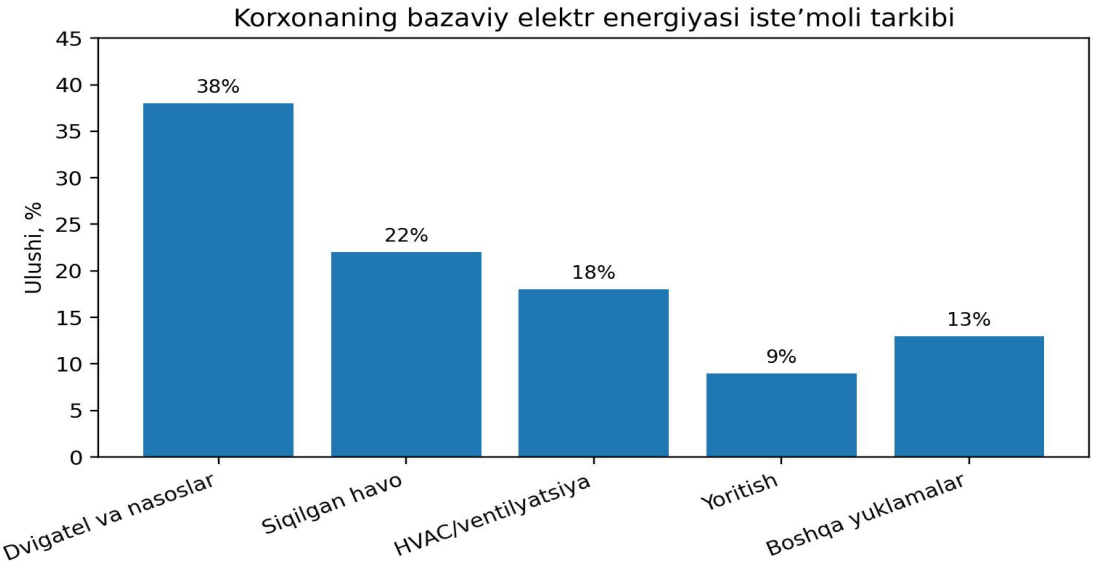
bu yerda E — yillik elektr energiyasi iste'moli, kWh; Q — yillik mahsulot ishlab chiqarish hajmi, t. Bazaviy holat uchun SEC=2 400 000/12 000=200 kWh/t ni tashkil etadi.

Energetik audit algoritmi to‘rtta bosqichga ajratildi: (1) energiya balansini shakllantirish va sezilarli energiya iste'molchilarini ajratish; (2) texnik energiya tejash imkoniyatlarini aniqlash; (3) yillik energiya va xarajat iqtisodini hisoblash; (4) investitsion ko‘rsatkichlar — NPV, IRR, oddiy va

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

diskontlangan qoplanish muddatini aniqlash. Ushbu yondashuv energiya auditining texnik natijalarini boshqaruv qaroriga aylantirishga xizmat qiladi [2,10].

Ko‘rsatkich	Bazaviy qiymat
Yillik ishlab chiqarish hajmi	12 000 t/yil
Yillik elektr energiyasi iste’moli	2 400 MWh/yil
Elektr energiyasi tarifi	1 100 so‘m/kWh
Yillik elektr xarajati	2 640 mln so‘m
Solishtirma energiya sarfi, SEC	200 kWh/t
Investitsion hisob davri	5 yil
Diskont stavkasi	18%



1-rasm. Bazaviy elektr energiyasi iste’molining asosiy tizimlar bo‘yicha taqsimoti

Hisobiy energiya balansida elektr dvigatellar va nasoslar 38%, siqilgan havo tizimi 22%, HVAC va ventilyatsiya 18%, yoritish 9% hamda boshqa yordamchi yuklamalar 13% ulushga ega deb qabul qilindi. Bu taqsimot energiya auditi davomida asosiy e’tiborni dvigatel tizimlari, siqilgan havo va boshqariladigan mexanik yuklamalarga qaratish zarurligini ko‘rsatadi.

Energetik auditning hisobiy natijalari asosida beshta chora-tadbir shakllantirildi. Birinchi tadbir nasos va ventilyatorlarga VFD o‘rnatish bo‘lib, yuklamaning real talabiga mos tezlikda ishlash hisobiga 180 MWh/yil energiya tejash potensialiga ega deb baholandi. Ikkinchi tadbir siqilgan havo sizib chiqishlarini bartaraf etish, tarmoq bosimini optimallashtirish va samarasiz bo‘sh ishlashni qisqartirishdan iborat. Siqilgan havo tizimlarida bunday chora-tadbirlarning iqtisodiy samaradorligi adabiyotlarda muntazam qayd etilgan [7].

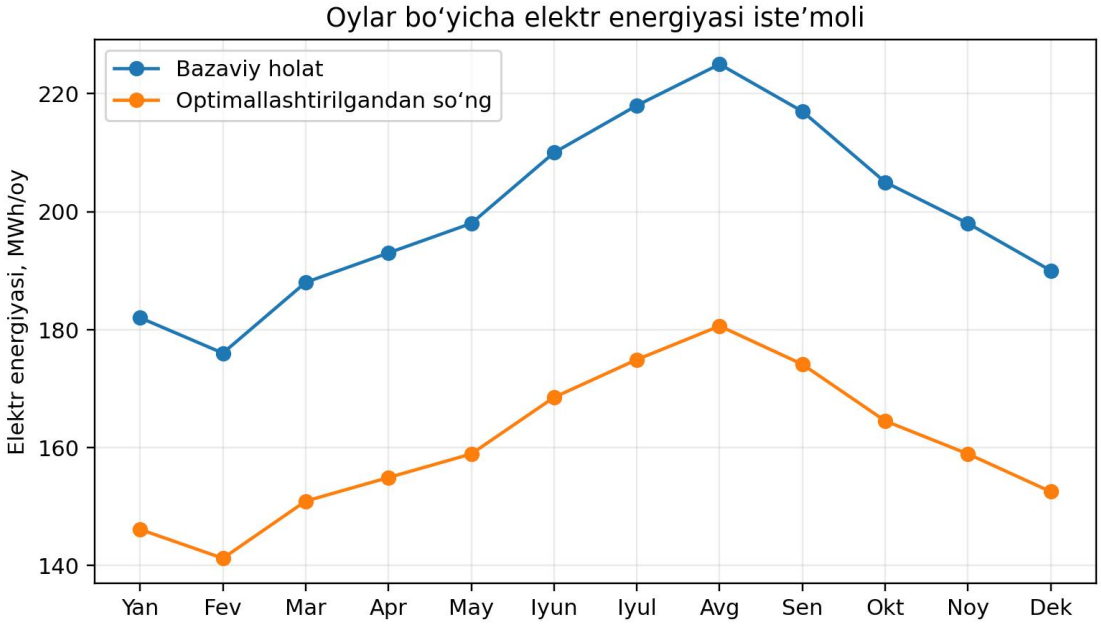
Uchinchi tadbir doimiy yuqori yuklamada ishlaydigan ayrim standart dvigatellarni IE3/IE4 samaradorlik sinfidagi dvigatellarga almashtirishni nazarda tutadi. To‘rtinchi tadbir yoritishni LED

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

texnologiyasiga o‘tkazish va zonal boshqaruvni joriy etishdir. Beshinchi tadbir submetering, sexlar kesimida energiya monitoringi, bekor ishlashni aniqlash va EnPI kuzatuvini birlashtirgan energiya menejmenti tizimini joriy etishdan iborat. Oxirgi tadbir to‘g‘ridan-to‘g‘ri uskunaviy modernizatsiyadan tashqari, energiya boshqaruvi intizomini shakllantiradi [1,3,4].

Chora-tadbir	Investitsiya, mln so‘m	Energiya tejalishi, MWh/yil	Yalpi iqtisod, mln so‘m/yil	Oddiy qoplanish, yil
Nasos va ventilyatorlarga VFD o‘rnatish	420	180	198.0	2.12
Siqilgan havo sizib chiqishini bartaraf etish va bosimni optimallashtirish	140	110	121.0	1.16
Tanlangan dvigatellarni IE3/IE4 sinfiga almashtirish	260	70	77.0	3.38
LED yoritish va zonal boshqaruv	85	44	48.4	1.76
Submetering, EnMS va bekor ishlashni avtomatik cheklash	145	70	77.0	1.88
Jami	1050	474	521.4	2.01

Taklif etilgan chora-tadbirlarning umumiy elektr energiyasi tejalishi 474 MWh/yilni tashkil etadi. Bu bazaviy 2 400 MWh/yil iste’molga nisbatan 19,75% kamayishdir. Optimallashtirishdan so‘ng yillik elektr energiyasi iste’moli 1 926 MWh/yilga tushadi va solishtirma energiya sarfi 200 kWh/t dan 160,5 kWh/t gacha kamayadi. Shu tariqa mahsulot birligiga energiya sarfi 39,5 kWh/t ga qisqaradi.



HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

2-rasm. Bazaviy va optimallashtirilgan holatlarda oylik elektr energiyasi iste'moli

2-rasmda energiya iste'molining yil davomida mavsumiy o'zgarishi saqlangan holda, barcha oylar bo'yicha tizimli pasayish kuzatiladi. Bu yondashuv energiya tejamkorligi ishlab chiqarish hajmini kamaytirish orqali emas, balki texnologik va yordamchi tizimlarning samaradorligini oshirish hisobiga erishilishini anglatadi. Amaliyotda bazaviy va hisobot davrlarini ishlab chiqarish hajmi, tashqi harorat, smena soni kabi relevat o'zgaruvchilar bo'yicha normallashtirish ISO 50001 nuqtayi nazaridan muhim hisoblanadi [16].

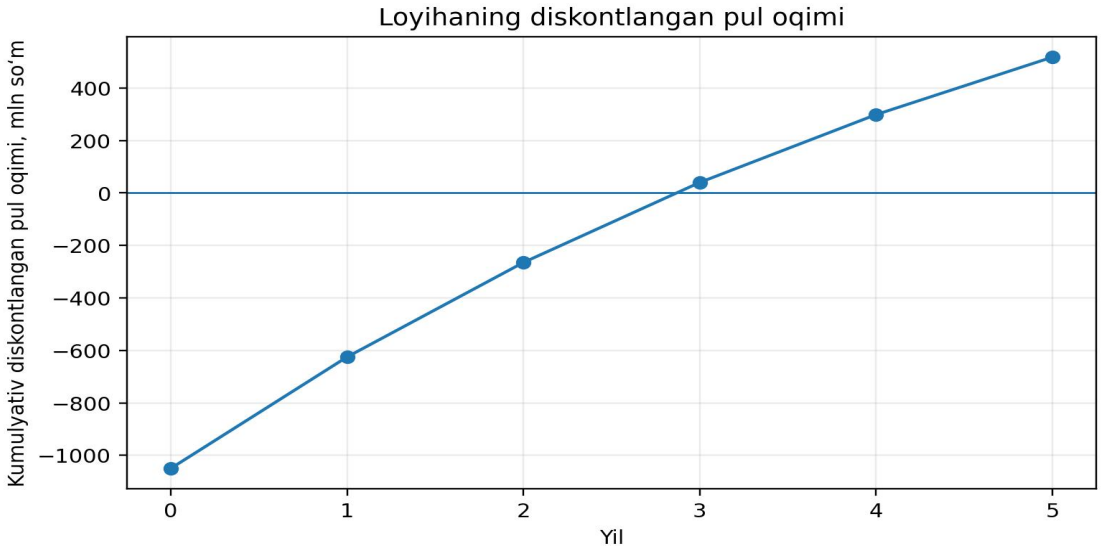
Yillik 474 000 kWh energiya tejalishi 1 100 so'm/kWh tarifda 521,4 mln so'm yalpi iqtisod beradi. Energiya monitoring tizimi, VFD va yangi dvigatellar uchun yiliga 20 mln so'm qo'shimcha servis va texnik xizmat xarajati qabul qilinib, sof yillik pul oqimi 501,4 mln so'm deb olindi. Investitsiya samaradorligini baholash uchun quyidagi asosiy formulalar qo'llanildi:

$$NPV = -I_0 + \Sigma\, CF_t / (1 + r)^t$$

$$SPP = I_0 / CFannual$$

bu yerda I_0 — boshlang'ich investitsiya; CF_t — t-yildagi sof pul oqimi; r — diskont stavkasi. IRR esa NPV ni nolga tenglashtiruvchi diskont stavkasi sifatida aniqlandi.

Moliyaviy ko'rsatkich	**Natija**
Umumiy investitsiya	1050 mln so'm
Yillik yalpi xarajat iqtisodi	521.4 mln so'm/yil
Yillik qo'shimcha O&M	20.0 mln so'm/yil
Yillik sof pul oqimi	501.4 mln so'm/yil
NPV (5 yil, 18%)	518.0 mln so'm
IRR	38.3%
Oddiy qoplanish muddati	2.09 yil
Diskontlangan qoplanish muddati	2.87 yil



HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

3-rasm. 18% diskont stavkasida kumulyativ diskontlangan pul oqimi

Diskontlangan pul oqimi uchinchi yil davomida musbat qiymatga o‘tadi. Hisob natijasida NPV 518,0 mln so‘m va IRR 38,3% bo‘ldi. IRR qabul qilingan 18% diskont stavkasidan ancha yuqori bo‘lgani uchun loyiha bazaviy ssenariyda iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq. Oddiy qoplanish muddati 2,09 yil, diskontlangan qoplanish muddati esa 2,87 yilni tashkil etdi. Sanoat energiya auditlariga oid case-study tadqiqotlarida ham ko‘plab energiya tejash tadbirlari qisqa yoki o‘rta qoplanish muddatiga ega ekani qayd etilgan [10].

Energiya tejash loyihalarida hisobiy potensialning to‘liq amalga oshmasligi mumkin. Shu sababli bazaviy tejash miqdorining 85%, 100% va 115% darajada ro‘yobga chiqishi bo‘yicha sezgirlik tahlili o‘tkazildi. Diskont stavkasi 18%, hisob davri 5 yil va qo‘shimcha O&M 20 mln so‘m/yil darajada o‘zgarmas deb qabul qilindi.

Ssenariy	**Yalpi iqtisod, mln so‘m/yil**	**Sof pul oqimi, mln so‘m/yil**	**NPV, mln so‘m**	**Qoplanish, yil**
Konservativ (85%)	443.2	423.2	273.4	2.48
Bazaviy (100%)	521.4	501.4	518.0	2.09
Yuqori natija (115%)	599.6	579.6	762.5	1.81

Konservativ ssenariyda ham NPV musbat bo‘lib qoladi, bu loyiha natijalarining energiya tejalishi bo‘yicha ma’lum darajadagi og‘ishlarga chidamli ekanini ko‘rsatadi. Shunga qaramay, amaliy loyihada VFD quvvatlari, kompressor ish grafigi, sizib chiqish darajasi, dvigatel yuklanishi va yoritish ish soatlari o‘lchash asosida aniqlanishi lozim. Ushbu parametrlar aniq bo‘lmasa, iqtisodiy natijalar ortiqcha baholanishi mumkin.

Korxonalarda energiya samaradorligini oshirish chora-tadbirlarini faqat alohida uskunalar ro‘yxati sifatida emas, balki bosqichli investitsiya dasturi shaklida amalga oshirish maqsadga muvofiq. Birinchi bosqichda submetering, energiya bazaviy chizig‘i va EnPI shakllantiriladi. Ikkinchi bosqichda kam xarajatli operatsion tadbirlar — siqilgan havo sizib chiqishini bartaraf etish, bekor ishlashni qisqartirish, setpoint va ish grafiklarini optimallashtirish amalga oshiriladi. Uchinchi bosqichda VFD, yuqori samarali dvigatellar va boshqa kapital tadbirlar joriy etiladi. To‘rtinchi bosqichda o‘lchash va verifikatsiya orqali real tejalish tasdiqlanadi.

ISO 50001 tamoyillarini joriy etish ayniqsa muhim, chunki bu standart rahbariyat mas’uliyati, energiya siyosati, energiya tahlili, maqsadlar, EnPI va doimiy takomillashtirishni bitta boshqaruv sikliga birlashtiradi [4,15,16]. Yangi uskuna sotib olishdan oldin tizim darajasidagi sabablarni aniqlash ko‘pincha iqtisodiy jihatdan foydaliroq. Masalan, nasosni yuqori samarali modelga almashtirish foyda beradi, biroq nasos doimiy ravishda ortiqcha sarfga qarshi drosellansa, VFD bilan tizimni optimallashtirish kattaroq natija berishi mumkin [8,9].

Ushbu maqoladagi hisobiy modelda issiqlik energiyasi va tabiiy gaz alohida tahlil qilinmadi. Issiqlik jarayonlari yuqori bo‘lgan korxonalarda chiqindi issiqlikni qayta tiklash, issiqlik nasoslari va issiqlik almashinuvi integratsiyasi qo‘shimcha potensial berishi mumkin [11–14]. Demak, korxona darajasida eng maqbul energiya samaradorligi portfeli ishlab chiqarish texnologiyasi, yuklama profili, tarif, kapital qiymati va texnik cheklovlarga bog‘liq holda shakllantirilishi kerak.

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

Xulosa

O‘rta quvvatli to‘qimachilik korxonasining hisobiy modeli asosida o‘tkazilgan tahlil energiya auditi va investitsion baholashni birlashtirish energiya xarajatlarini optimallashtirish uchun samarali yondashuv ekanini ko‘rsatdi. Bazaviy 2,40 GWh/yil elektr energiyasi iste’moli beshta chora-tadbir natijasida 1,926 GWh/yilgacha kamayib, yillik energiya tejalishi 474 MWh yoki 19,75% ni tashkil etdi. Solishtirma energiya sarfi 200 kWh/t dan 160,5 kWh/t gacha kamaydi.

Umumiy investitsiya 1,05 mlrd so‘m bo‘lgan holda, amaldagi 1 100 so‘m/kWh tarifda yalpi yillik iqtisod 521,4 mln so‘m, sof yillik pul oqimi 501,4 mln so‘mni tashkil etdi. 18% diskont stavkasi va 5 yillik davr uchun NPV 518,0 mln so‘m, IRR 38,3%, oddiy qoplanish 2,09 yil va diskontlangan qoplanish 2,87 yilga teng bo‘ldi. Shu asosda VFD, siqilgan havo tizimini optimallashtirish va submetering/EnMS kombinatsiyasi eng ustuvor chora-tadbirlar sifatida ajratildi.

Maqolaning amaliy ahamiyati shundan iboratki, taklif etilgan hisoblash ketma-ketligi korxonalarning energiya auditida bevosita qo‘llanishi mumkin: energiya balansini tuzish, EnPI ni aniqlash, chora-tadbirlarni texnik jihatdan baholash, yillik xarajat iqtisodini hisoblash va investitsiyani NPV–IRR–payback mezonlari bo‘yicha saralash. Kelgusi tadqiqotlarda ushbu metodikani real korxonaning 15 daqiqalik yuklama profili, ishlab chiqarish hajmi, tashqi harorat va uskunalar yuklanishi bilan bog‘langan regressiya modeli asosida verifikatsiya qilish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Schulze M., Nehler H., Ottosson M., Thollander P. Energy management in industry – a systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework. Journal of Cleaner Production, 2016, 112, 3692–3708. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.060.
2. Menghi R., Papetti A., Germani M., Marconi M. Energy efficiency of manufacturing systems: A review of energy assessment methods and tools. Journal of Cleaner Production, 2019, 240, 118276. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118276.
3. Hasan A.S.M.M., Trianni A. A Review of Energy Management Assessment Models for Industrial Energy Efficiency. Energies, 2020, 13(21), 5713. https://doi.org/10.3390/en13215713.
4. Pandin M., Sumaedi S., Yaman A., Ayundyahrini M., Supriatna N.K., Hesty N.W. ISO 50001 based energy management system: a bibliometric perspective. International Journal of Energy Sector Management, 2024, 18(6), 1938–1963. https://doi.org/10.1108/IJESM-08-2023-0001.
5. Abdelaziz E.A., Saidur R., Mekhilef S. A review on energy saving strategies in industrial sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011, 15(1), 150–168. https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.003.
6. Saidur R. A review on electrical motors energy use and energy savings. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010, 14(3), 877–898. https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.018.
7. Saidur R., Rahim N.A., Hasanuzzaman M. A review on compressed-air energy use and energy savings. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010, 14(4), 1135–1153. https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.013.
8. Saidur R., Mekhilef S., Ali M.B., Safari A., Mohammed H.A. Applications of variable speed drive (VSD) in electrical motors energy savings. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012, 16(1), 543–550. https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.08.020.

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

9. Trianni A., Cagno E., Accordini D. A review of Energy Efficiency Measures Within Electric Motors Systems. Energy Procedia, 2019, 158, 3346–3351. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.964.
10. Thakare H.R., Patil S.U., Patil S.R. Techno-economic assessment of manufacturing process in small scale industry to evaluate energy saving potential. Materials Today: Proceedings, 2022, 57(5), 2317–2324. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.105.
11. Farhat O., Faraj J., Hachem F., Castelain C., Khaled M.M. A recent review on waste heat recovery methodologies and applications: Comprehensive review, critical analysis and potential recommendations. Cleaner Engineering and Technology, 2022, 6, 100387. https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100387.
12. Nandhini R., Sivaprakash B., Rajamohan N. Waste heat recovery at low temperature from heat pumps, power cycles and integrated systems – Review on system performance and environmental perspectives. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 2022, 52, 102214. https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102214.
13. Jovet Y., Lefèvre F., Laurent A., Clausse M. Combined energetic, economic and climate change assessment of heat pumps for industrial waste heat recovery. Applied Energy, 2022, 313, 118854. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.118854.
14. Kumar S., Thakur J., Gardumi F. Techno-economic modelling and optimisation of excess heat and cold recovery for industries: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2022, 168, 112811. https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112811.
15. McKane A., Therkelsen P., Scodel A., Rao P., Aghajanzadeh A., Hirzel S., et al. Predicting the quantifiable impacts of ISO 50001 on climate change mitigation. Energy Policy, 2017, 107, 278–288. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.04.049.
16. ISO 50001:2018. Energy management systems — Requirements with guidance for use. International Organization for Standardization, Geneva, 2018.
17. World Bank. World Bank Contributes to Industrial Energy Efficiency in Uzbekistan. 22 May 2018.
18. O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi. 2026-yil 1-iyundan elektr energiyasi va tabiiy gazning yangi tariflari joriy etiladi. 15 may 2026.