SANOAT KORXONALARIDA CHIQINDI ISSIQLIKDAN QAYTA FOYDALANISH ORQALI ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING ILMIY-TEXNIK ASOSLARI

Yulbarsova Maftunaxon Adxamjon qizi
Farg‘ona shahar 5-son texnikumi
maxsus fan o‘qituvchisi
https://doi.org/10.5281/zenodo.23659498

Annotatsiya. Maqolada sanoat texnologik jarayonlarida tashqariga chiqariladigan issiqlik oqimlarining energetik qiymati, ularni inventarizatsiya qilish, issiqlik almashinuv qurilmalarini tanlash va iqtisodiy samaradorlikni baholash usullari tahlil qilinadi. Manbalarning harorat darajasi, ish rejimi hamda iste’molchi bilan vaqt bo‘yicha muvofiqligi asosiy tanlash mezonlari sifatida ko‘rsatiladi. Shartli hisoblash misoli orqali rekuperator quvvati, yillik tejam va oddiy qoplanish muddati aniqlanadi. Xulosalar eksperiment natijasi emas, adabiyotlar tahlili va muhandislik hisoblariga tayanadi.

Kalit so‘zlar: chiqindi issiqlik, rekuperatsiya, eksergiya, issiqlik almashinuv apparati, energiya samaradorligi, iqtisodiy baholash.

Kirish

Sanoat energetikasida resurs tejamkorlik faqat yoqilg‘i sarfini qisqartirish bilan cheklanmaydi. Texnologik pechlar, quritish uskunalari, kompressorlar, bug‘ qozonlari va sovitish tizimlaridan ajraladigan issiqlik ham qayta foydalanish mumkin bo‘lgan resurs hisoblanadi. Biroq chiqindi oqim mavjudligining o‘zi uni iqtisodiy jihatdan maqbul manbaga aylantirmaydi: harorat, sarf, ifloslanish xususiyatlari, sutkalik grafik va iste’molchi ehtiyoji birgalikda o‘rganilishi lozim.

Jouhara va hammualliflar [1] sanoatning metallurgiya, oziq-ovqat va keramika tarmoqlarida rekuperator, regenerator, ekonomayzer va chiqindi issiqlik qozonlarining imkoniyatlarini tizimlashtirgan. Woolley va hammualliflar [2] issiqlik manbasini aniqlashdan texnologiya tanlashgacha bo‘lgan bosqichma-bosqich yondashuvni asoslaydi. Brückner va hammualliflar [3] esa issiqlikni yuqori foydali haroratga ko‘taruvchi nasoslar va sovuqlik ishlab chiqaruvchi absorbtsion tizimlar iqtisodiy natijasi ish soatlariga sezilarli bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot maqsadi va metodologiyasi

Ishning maqsadi — chiqindi issiqlikni qayta ishlatish loyihasini tanlash uchun energiya balansi, eksergetik muvofiqlik va texniko-iqtisodiy baholashni yagona muhandislik algoritmiga birlashtirish. Metod sifatida ilmiy manbalarni qiyosiy tahlil qilish, statsionar issiqlik balansi va shartli hisoblash stsenariysi qo‘llanadi. Korxonada o‘lchash o‘tkazilmagan; keltirilgan sonlar ta’limiy-loyihaviy namuna hisoblanadi.

Birinchi bosqichda issiq oqimlar reyestri tuziladi: issiqlik tashuvchi turi, kirish va chiqish harorati, o‘rtacha sarf, ish vaqti, tarkibidagi chang yoki agressiv komponentlar. Ikkinchi bosqichda issiqlik iste’molchilari — texnologik havoni, suvni, xom ashyoni oldindan qizdirish

yoki past haroratli quritish — ro‘yxatga olinadi. Uchinchi bosqichda issiqlik manbasi va iste’molchining vaqt grafigi taqqoslanadi.

To‘rtinchi bosqichda harorat farqi va mumkin bo‘lgan issiqlik almashinuvi aniqlanadi. Manba harorati past bo‘lsa, issiqlik nasosini qo‘llash yoki akkumulyator orqali vaqt bo‘yicha nomutanosiblikni yumshatish varianti qaraladi. Beshinchi bosqichda kapital xarajat, ekspluatatsiya sarfi, ishonchlilik, korroziya va changlanishdan kelib chiqadigan cheklovlar baholanadi.

Issiqlik va eksergiyani baholash

Issiqlik tashuvchi fazasi o‘zgarmaydi va issiqlik sig‘imi deyarli o‘zgarmas deb qabul qilinsa, foydalanish mumkin bo‘lgan quvvat massaviy sarf hamda harorat pasayishiga proportsional bo‘ladi. Bu ifoda birinchi baholash uchun yetarli, ammo real loyihada apparatdagi minimal harorat farqi, bosim yo‘qotishi va issiqlik yo‘qotilishi ham hisobga olinadi.

Energiya miqdori yuqori bo‘lgani bilan past haroratli oqimning ish bajarish qobiliyati cheklangan. Shuning uchun energiya bilan bir qatorda eksergiya bahosi qo‘llanadi. Absolyut haroratdagi issiqlik manbai uchun soddalashtirilgan Karno koeffitsiyenti orqali foydali ishga aylanishning nazariy chegarasi ifodalanadi; u real qurilma FIKi emas. Manba harorati atrof-muhit haroratiga yaqinlashganda ushbu koeffitsiyent kamayadi.

Issiqlik almashinuv apparatini tanlashda gaz–gaz, gaz–suyuqlik va suyuqlik–suyuqlik sxemalari farqlanadi. Changli chiqindi gazlar uchun tozalash va yuzalarni tozalash imkoniyati muhim. Agressiv muhitda materialning korroziyaga chidamliligi, kondensatsiya nuqtasi va qizdiriladigan muhitning sanitar xavfsizligi ustuvor ahamiyatga ega.

Issiqlik quvvati: $\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2)$, kVt

Foydali issiqlik: $\dot{Q}f = \eta r \cdot \dot{Q}$, kVt

Eksergetik baholash: $\psi = 1 - T_0 / T$, T va T_0 — K

Oddiy qoplanish: $P = I_0 / (Ct - Ceks)$, yil

Texnologik variantlarni qiyosiy baholash

Rekuperatorda ikki oqim devor orqali uzluksiz issiqlik almashadi; u texnologik havoni yoki suvni qizdirishda qo‘l keladi. Regeneratorda issiqlik avval nasadkada to‘planadi, keyin sovuq oqimga o‘tkaziladi. Ekonomayzer qozondan chiquvchi gaz issiqligi hisobiga oziqlantiruvchi suvni qizdiradi. Chiqindi issiqlik qozoni yuqoriroq haroratli oqimdan bug‘ olishga xizmat qiladi. Har bir variantning qo‘llanish chegarasi jarayon harorati va ifloslanish darajasi bilan belgilanadi.

Past haroratli energiyani to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlatish mumkin bo‘lmasa, issiqlik nasosi orqali uning potentsiali oshiriladi. Bu yechimda elektr energiyasi sarfi e’tibordan chetda qolmasligi shart. Issiqlik akkumulyatori manba va iste’molchi bir vaqtda ishlamaganda foyda beradi, ammo u ham qo‘shimcha kapital sarf va issiqlik yo‘qotishini keltirib chiqaradi [4].

Shartli hisoblash misoli va muhokama

Misol uchun sanoat quritgichining chiqish havosi sarfi 2,0 kg/s, issiqlik sig‘imi 1,05 kJ/(kg·K), kirish harorati 180 °C va texnik jihatdan mumkin bo‘lgan chiqish harorati 100 °C

deb olinsin. Nazariy sezilarli issiqlik oqimi 168 kVt ga teng. Issiqlik almashinuvi va rejim cheklovlarini shartli 0,70 koeffitsiyent bilan hisobga olganda uzatiladigan foydali quvvat 117,6 kVt bo‘ladi.

Qurilma yiliga 6000 soat ishlasa, foydali issiqlik miqdori 705,6 MVt·soatni tashkil etadi. Ushbu energiya almashtirgan yoqilg‘ining shartli narxi 0,055 AQSH dollari/kVt·soat bo‘lsa, yalpi yillik iqtisod 38 808 dollarga teng. Nasos, ventilyator va xizmat ko‘rsatishga yillik 5000 dollar ketadi deb faraz qilinganda, sof tejam 33 808 dollarga tushadi. Kapital investitsiya 95 000 dollar bo‘lsa, oddiy qoplanish muddati taxminan 2,81 yil.

Keltirilgan natijani haqiqiy korxona uchun tayyor biznes-reja sifatida talqin qilish mumkin emas. Yoqilg‘i tarifi, texnologik to‘xtashlar, gaz tarkibi, changlanish, issiqlik almashinuv yuzasining ifloslanishi va valyuta qiymati o‘zgarganda natija farq qiladi. Ayniqsa ish soatlari qisqarishi qoplanish muddatini uzaytiradi; texnik qaror qabul qilishdan avval kamida uch stsenariy — pessimistik, bazaviy va optimistik — hisoblanishi kerak.

1-jadval. Shartli hisoblash uchun qabul qilingan parametrlar va natijalar

Ko‘rsatkich	Shartli qiymat	Izoh
Gaz sarfi	2,0 kg/s	qabul qilingan
Harorat pasayishi	80 °C	180 dan 100 °C gacha
Nazariy quvvat	168 kVt	$\dot{m}\cdot c_p\cdot\Delta T$
Uzatish koeffitsiyenti	0,70	shartli
Foydali quvvat	117,6 kVt	hisob natijasi
Yillik foydali energiya	705,6 MVt·soat	6000 soat/yil
Sof tejam	33 808 $/yil	taxminiy stsenariy
Qoplanish muddati	2,81 yil	diskontsiz

Xulosa

Chiqindi issiqlikdan samarali foydalanish texnologik oqimlarni to‘liq ro‘yxatlash, mos issiqlik iste’molchisini topish va ekspluatatsiyadagi xavflarni hisobga olishdan boshlanadi. Energiya balansi issiqlikning miqdorini, eksergetik tahlil esa uning sifatini ko‘rsatadi; ikki yondashuvni birgalikda qo‘llash noo‘rin texnologiya tanlash ehtimolini kamaytiradi.

Shartli misolda 117,6 kVt foydali quvvat va 2,81 yil oddiy qoplanish muddati olindi. Bu natija faqat tanlangan boshlang‘ich shartlar uchun o‘rinli. Keyingi amaliy tadqiqotlarda haqiqiy korxonada sarf va haroratning vaqt qatorlarini o‘lchash, issiqlik almashinuv apparatini ifloslanishga tekshirish va sezgirlik tahlilini o‘tkazish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Jouhara H., Khordehgah N., Almahmoud S., Delpech B., Chauhan A., Tassou S. A. Waste heat recovery technologies and applications. Thermal Science and Engineering Progress. 2018. Vol. 6. P. 268–289. DOI: 10.1016/j.tsep.2018.04.017. Nashriyot: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451904918300015
2. Woolley E., Luo Y., Simeone A. Industrial waste heat recovery: A systematic approach. Sustainable Energy Technologies and Assessments. 2018. Vol. 29. P. 50–59. DOI: 10.1016/j.seta.2018.07.001. Nashriyot: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213138818301012
3. Brückner S., Liu S., Miró L., Radspieler M., Cabeza L. F., Lävemann E. Industrial waste heat recovery technologies: An economic analysis of heat transformation technologies. Applied Energy. 2015. Vol. 151. P. 157–167. DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.01.147. Nashriyot: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261915004584
4. Miró L., Gasia J., Cabeza L. F. Thermal energy storage (TES) for industrial waste heat (IWH) recovery: A review. Applied Energy. 2016. Vol. 179. P. 284–301. DOI: 10.1016/j.apenergy.2016.06.147. Nashriyot: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261916309357