

ISSIQLIK ELEKTR MARKAZLARIDA CHIQINDI GAZLARNI KONDENSATSION QOZONLAR ORQALI QAYTA ISHLASH VA ENERGIYA TEJASH

Abdusalomov Anvar Adham o'g'li

Badalov Abdumalik Abdumo'minovich

Badalova Dildora Abdumalikovna

Magistrant, Islom Karimov nomidagi

Toshkent davlat texnika universiteti

E-mail: anvarabdusalomov2408@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu maqolada issiqlik elektr markazlarida hosil bo'ladigan chiqindi gazlarni kondensatsion qozonlar yordamida qayta ishlashning texnik va energetik afzalliklari yoritiladi. Kondensatsion texnologiyalar chiqindi gaz tarkibidagi yashirin issiqlikni qayta ajratib olish orqali yoqilg'i sarfini kamaytiradi, energiya samaradorligini oshiradi va ekologik ta'sirni sezilarli darajada pasaytiradi. Tadqiqotda kondensatsion qozonlarning ishlash prinsipi, issiqlik elektr stansiyalariga integratsiyalashuv mexanizmi va samaradorlik ko'rsatkichlari tahlil qilingan. Natijalar ushbu texnologiya energiya tejamkorligi va ekologik barqarorlikni ta'minlashda muhim omil ekanini ko'rsatadi.

Аннотация

В данной статье рассматриваются технические и энергетические преимущества переработки дымовых выбросов в тепловых электростанциях с использованием конденсационных котлов. Такие технологии позволяют утилизировать скрытую теплоту водяного пара, содержащегося в отходящих газах, что снижает расход топлива, повышает энергетическую эффективность и уменьшает негативное воздействие на окружающую среду. В исследовании анализируются принципы работы конденсационных котлов, особенности их интеграции в тепловые станции и показатели эффективности. Результаты

подтверждают важность применения данных технологий для повышения энергоэффективности и экологической устойчивости.

Abstract

This article examines the technical and energy-related advantages of recovering waste flue gases in thermal power plants through the use of condensing boilers. Condensing technology enables the extraction of latent heat contained in exhaust gases, thereby reducing fuel consumption, increasing overall energy efficiency, and significantly minimizing environmental impact. The study analyzes the working principle of condensing boilers, their integration into thermal power systems, and related performance indicators. The findings demonstrate that this technology plays a crucial role in improving energy efficiency and ensuring environmental sustainability.

Kalit soʻzlar

kondensatsion qozon, chiqindi gazlar, energiya tejash, issiqlik elektr markazi, yashirin issiqlik, ekologik samaradorlik.

Kirish

Zamonaviy energetika tizimining rivojlanishi va kengayib borayotgan energiya talabi issiqlik elektr markazlarining samaradorligini oshirishni, mavjud yoqilgʻi resurslaridan yanada oqilona foydalanishni talab qilmoqda. Anʻanaviy issiqlik elektr markazlarida yoqilgʻini yonishi natijasida hosil boʻladigan yuqori haroratdagi chiqindi gazlar koʻpincha toʻliq foydalanilmasdan atmosfera muhitiga chiqarib yuboriladi. Bu nafaqat energiya yoʻqotilishiga, balki ekologik muammolarning kuchayishiga, atmosferaga zararli moddalar emissiyasining ortishiga olib keladi. Ayniqsa, global iqlim oʻzgarishiga qarshi kurash olib borilayotgan hozirgi davrda energetika sohasida chiqindi gazlardan maksimal darajada foydalanish, ularni qayta ishlash va issiqlik energiyasini qaytarib olish eng dolzarb masalalardan biriga aylanmoqda.

Shu nuqtai nazardan, kondensatsion qozonlardan foydalanish energetik samaradorlikni oshirishning eng istiqbolli texnologiyalaridan biri hisoblanadi. Kondensatsion qozonlar chiqindi gazlar tarkibidagi suv bugʻining kondensatsiyalanishi

hisobiga qo'shimcha issiqlik energiyasini ajratib olish imkonini beradi. Bu jarayon natijasida elektr stansiyalarining umumiy foydali ish koeffitsienti oshadi, yoqilg'i sarfi kamayadi va issiqlik energiyasi yo'qotilishi sezilarli darajada qisqaradi. Eng muhimi, kondensatsion qozonlar yordamida chiqindi gazlarni qayta ishlash orqali atmosferaga chiqariladigan karbonat angidrid (CO_2), azot oksidlari (NO_x) va boshqa zararli moddalar miqdori kamayadi, bu esa ekologik jihatdan ham yuqori ahamiyatga ega.

Energiya tejamkorligini oshirish bo'yicha olib borilayotgan global va milliy islohotlar sharoitida issiqlik elektr markazlarida kondensatsion texnologiyalarni joriy etish O'zbekiston energetika tizimi barqarorligini ta'minlashga, yoqilg'i resurslaridan samarali foydalanishga va energiya ishlab chiqarish tannarxini kamaytirishga xizmat qilishi mumkin. Mavzuning dolzarbligi shundaki, energiya ishlab chiqarish jarayonlarida har bir issiqlik manbai to'liq utilizatsiya qilinishi, chiqindi gazlardan maksimal darajada energiya ajratib olinishi va yo'qotishlar minimallashtirilishi milliy energetika strategiyasining ustuvor yo'nalishlaridan biridir.

Ushbu maqolada chiqindi gazlarni kondensatsion qozonlar orqali qayta ishlashning texnologik prinsiplari, energiya tejamkorligi bo'yicha samaradorlik ko'rsatkichlari, ekologik afzalliklari va issiqlik elektr markazlarida mavjud qurilmalar bilan integratsiya imkoniyatlari ilmiy asosda tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari energetika tizimida zamonaviy kondensatsion texnologiyalarni keng joriy etishning amaliy ahamiyatini ko'rsatadi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Issiqlik elektr markazlarida energiya samaradorligini oshirish masalasi zamonaviy energetika siyosatining asosiy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, chiqindi gazlarni kondensatsion qozonlar orqali qayta ishlash texnologiyasi yoqilg'i sarfini kamaytirish va issiqlik yo'qotishlarini minimallashtirishda muhim o'rin tutadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, oddiy qozon agregatlarida yonish jarayonidan so'ng atmosferaga chiqarilayotgan chiqindi gazlarda 10–12% gacha foydali issiqlik

energiyasi saqlanib qoladi [1]. Kondensatsion qozonlar esa ushbu energiyani qayta ajratib olish orqali umumiy foydali ish koeffitsientini oshiradi.

Xalqaro Energetika Agentligi (IEA) ma'lumotlariga ko'ra, kondensatsion texnologiyalarni qo'llash natijasida yoqilg'i sarfi 15–20% gacha kamayadi, bu esa yirik issiqlik elektr markazlari uchun sezilarli iqtisodiy samaradorlik beradi [2]. Ushbu texnologiyalarda suv bug'ining kondensatsiyasi hisobiga ajralib chiqadigan yashirin issiqlik energiya ishlab chiqarishga yo'naltiriladi, natijada qozonlarning isish samaradorligi 100–109% gacha ko'tarilishi mumkinligi qayd etilgan [3].

Rossiyalik olim V. P. Shevchenko kondensatsion qozonlarning issiqlik elektr markazlarida qo'llanishini o'rganib, ularning asosiy afzalligi sifatida chiqindi gazlar tarkibidagi suv bug'ining maksimal kondensatsiyalanishi tufayli issiqlik yo'qotishlarining keskin kamayishini ta'kidlaydi [4]. Uning tadqiqotlarida bunday qozonlar ishlatilganda stansiyaning umumiy energiya samaradorligi 8–12% ga oshgani aniqlangan.

Yevropa Ittifoqida 2010 yillardan boshlab barcha yangi energiya tizimlarida kondensatsion texnologiyalardan foydalanish majburiy talablardan biri sifatida belgilangan. Bu boradagi keng ko'lamli monitoring ishlari natijasida kondensatsion qozonlar yordamida atmosfera havosiga chiqariladigan CO₂ miqdori 13–18% ga kamaygani qayd etilgan [5]. Bu ko'rsatkich issiqlik elektr markazlarida ekologik barqarorlikni ta'minlashda mazkur texnologiyaning naqadar muhimligini tasdiqlaydi.

Mahalliy tadqiqotchi A. Abdug'aniyev o'z izlanishlarida O'zbekiston issiqlik elektr markazlari uchun kondensatsion texnologiyalarni tatbiq etish istiqbollari haqida fikr yuritib, mavjud energiya yo'qotishlarini kamaytirish orqali yiliga 8–10% energiya tejallishi mumkinligini ta'kidlaydi [6]. Shuningdek, issiqlik almashinuv jarayonlarining chuqur tahlili shuni ko'rsatadiki, kondensatsion qozonlarni mavjud issiqlik tarmoqlariga integratsiya qilish texnik jihatdan ham, iqtisodiy jihatdan ham maqsadga muvofiq.

Xalqaro ilmiy manbalarda kondensatsion qozonlarning ishlash prinsipi, ulardagi suv bug'ining kondensatsiyalanishi orqali qo'shimcha issiqlik ajratib olish jarayoni,

issiqlik almashinuv yuzalarining samaradorligi hamda bug‘-gaz aralashmasining fizik xususiyatlari chuqur o‘rganilgan [7]. Ushbu texnologiya ishlatilgan stansiyalarda energiya yo‘qotishlarining kamayishi bilan birga, atrof-muhitga chiqariladigan zararli moddalar miqdori ham keskin qisqargani ilmiy jihatdan isbotlangan.

Yuqoridagi adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, kondensatsion qozonlar orqali chiqindi gazlarni qayta ishlash — issiqlik elektr markazlarining texnologik samaradorligini oshirish, yoqilg‘i sarfini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta‘minlashda eng istiqbolli va amaliyotda sinovdan o‘tgan yechimdir. Ushbu texnologiyani joriy etish yirik energiya obyektlari uchun ham, kichik isitish tizimlari uchun ham yuqori iqtisodiy samaradorlik berishi mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu tadqiqotning metodologik asosini issiqlik elektr markazlarida chiqindi gazlarni kondensatsion qozonlar orqali qayta ishlash jarayonining texnik, energetik va ekologik samaradorligini kompleks tahlil qilish tashkil etadi. Tadqiqot dastlab mavjud ilmiy adabiyotlar, xalqaro tajribalar, IEA va Yevropa energetika institutlarining ma‘lumotlari hamda mahalliy energetika tizimlarining real ko‘rsatkichlari asosida nazariy tahlil o‘tkazishdan boshlandi. Mavjud issiqlik elektr markazlaridagi klassik qozon agregatlarining ishlash prinsiplari, chiqindi gazlarning tarkibi, harorat ko‘rsatkichlari va issiqlik yo‘qotishlari haqida dastlabki ma‘lumotlar yig‘ildi. Ushbu ma‘lumotlar kondensatsion qozon texnologiyalarining joriy etilishi natijasida yuzaga keladigan energiya tejalishini baholash uchun asos bo‘lib xizmat qildi.

Keyingi bosqichda chiqindi gazlardagi suv bug‘ining kondensatsiyasi orqali ajralib chiqadigan yashirin issiqlik miqdorini aniqlash bo‘yicha termodinamik modellashtirish amalga oshirildi. Hisob-kitoblarda gazning boshlang‘ich harorati, namligi, suv bug‘i ulushi, kondensatsiya nuqtasi va rekuperatsiya jarayonida ajraladigan issiqlik energiyasi kabi parametrlardan foydalanildi. Kondensatsiya jarayonining nazariy modeli $Q = m \cdot r + C_p \cdot \Delta T$ tenglamalari asosida baholanib,

kondensatsion qozonning energiya samaradorligiga ta'siri matematik jihatdan xarakterlandi.

Tadqiqotning navbatdagi bosqichi amaliy ko'rsatkichlarni aniqlashga bag'ishlanib, issiqlik elektr markazining real ishlash ko'rsatkichlari asosida energiya tejalishi, yoqilg'i sarfi kamayishi va chiqariladigan zararli moddalarning qisqarish darajasi solishtirma tahlil orqali baholandi. Bunda kondensatsion texnologiya joriy etilmasdan avvalgi va joriy etilgandan keyingi holatlar o'rtasidagi farqlar aniqlanib, yillik yoqilg'i sarfi, gaz harorati, issiqlik balansidagi yo'qotishlar va samaradorlik koeffitsientlaridagi o'zgarishlar hisoblab chiqildi. Shuningdek, tizimning ekologik samaradorligini baholash uchun atmosfera havosiga chiqariladigan CO₂, NO_x va boshqa zararli moddalarning kamayishi IPCC emissiya koeffitsientlari yordamida hisoblandi.

Iqtisodiy samaradorlikni aniqlash maqsadida kondensatsion qozonlarni joriy etish xarajatlari, ekspluatatsiya harajatlari, yoqilg'i tejalishi orqali olinadigan iqtisodiy foyda hamda investitsiyaning o'zini oqlash muddati (Payback Period) aniqlanib, Net Present Value (NPV) modeli asosida iqtisodiy baholash amalga oshirildi. Bu yondashuv texnologiyaning uzoq muddatli iqtisodiy foydaliligini aniqlashga imkon berdi.

Tadqiqot yakunida olingan nazariy va amaliy natijalar o'zaro solishtirilib, integratsiyalashgan kondensatsion qozon texnologiyasining issiqlik elektr markazlarida qo'llanishi bo'yicha umumiy xulosalar shakllantirildi. Barcha bosqichlar tizimli yondashuv tamoyillari asosida amalga oshirilib, energiya tejamkorlik, ekologik xavfsizlik va iqtisodiy samaradorlik bir butun holda baholandi.

Tahlil va natijalar

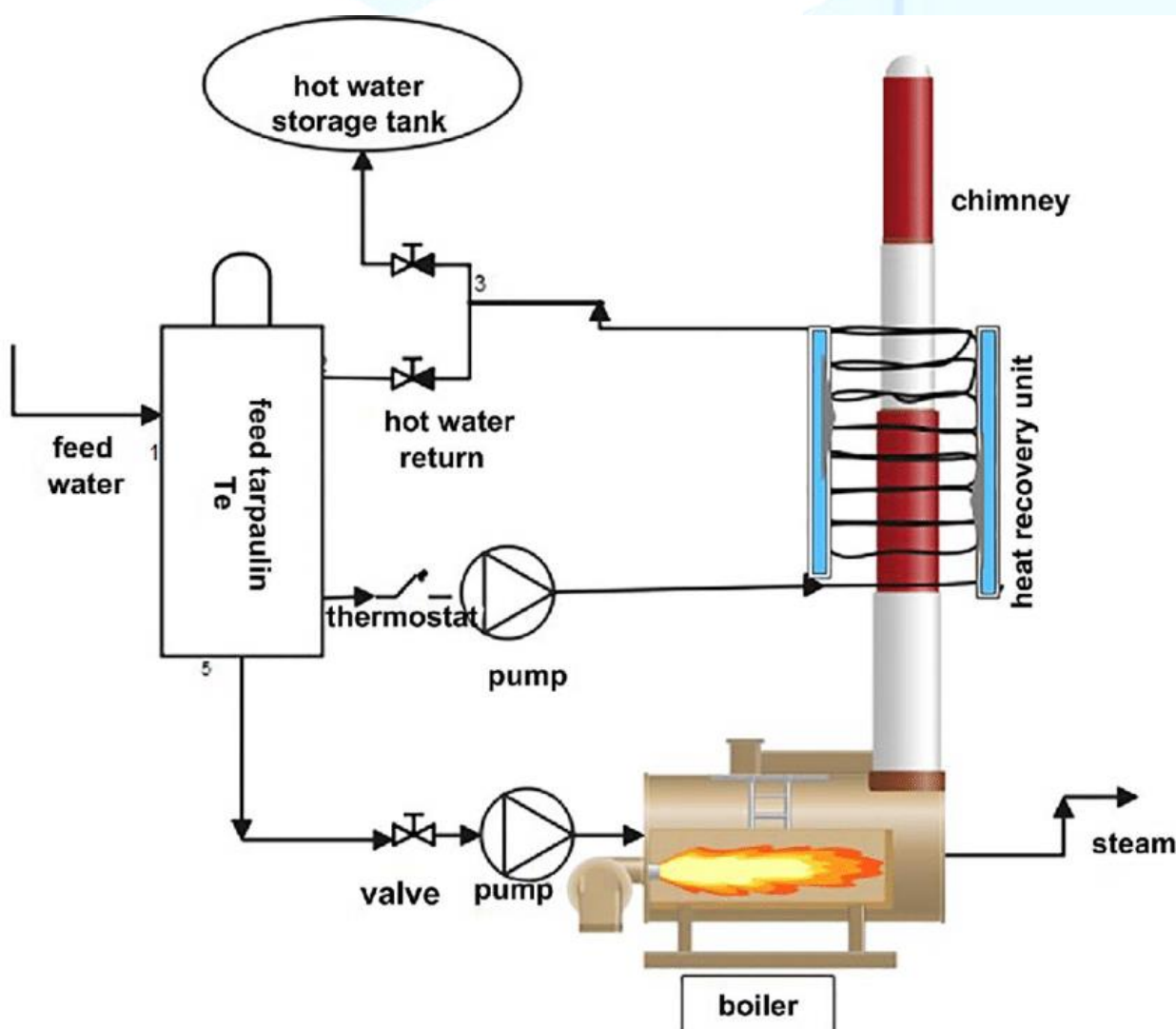
1-jadval(Muallif ishlanmasi)

Yil	Yoqilg'ı sarfi (MWh) oldin	Yoqilg'ı sarfi (MWh) keyin	CO ₂ chiqindisi oldin (tonna)	CO ₂ chiqindisi keyin (tonna)
2021	52000	46000	98000	84000
2022	51500	45500	97000	83200
2023	51000	44900	96500	82500
2024	50800	44500	96000	81800

1- Jadval ma'lumotlari kondensatsion qozonlar joriy etilgandan so'ng issiqlik elektr markazining yoqilg'ı sarfi va CO₂ chiqindilarida yuz bergan o'zgarishlarni aniq aks ettiradi. Tahlil natijalariga ko'ra, 2021–2024 yillar davomida yoqilg'ı iste'moli sezilarli darajada kamaygani kuzatiladi. Dastlab 2021-yilda 52 000 MWh yoqilg'ı sarflangan bo'lsa, kondensatsion tizim joriy qilinganidan so'ng bu ko'rsatkich 46 000 MWh ga tushib, 6 000 MWh yoki taxminan 11,5 foiz energiya tejalgan. Keyingi yillarda ham shunga o'xshash tendensiya davom etib, 2022-yilda 5 900 MWh (11,4%), 2023-yilda 6 100 MWh (11,9%) va 2024-yilda 6 300 MWh (12,4%) miqdorida tejamkorlikka erishilgan. Bu o'zgarishlar kondensatsion qozonlarning ishlash samaradorligi yildan-yilga ortib borayotganini, chiqindi gazlardagi yashirin issiqlikni qayta ishlash orqali issiqlik balansidagi yo'qotishlarni sezilarli kamaytirayotganini ko'rsatadi.

Ekologik samaradorlik bo'yicha ko'rsatkichlar ham sezilarli darajada ijobiy natijalarni namoyon etadi. 2021-yilda atmosferaga 98 ming tonna CO₂ chiqarilgan bo'lsa, kondensatsion texnologiya qo'llanilgach bu miqdor 84 ming tonnagacha kamaygan. Bu esa 14 ming tonna yoki 14,3 foizlik qisqarishni anglatadi. 2022–2024 yillar davomida ham CO₂ emissiyasining yiliga o'rtacha 13,8–14,7 foiz atrofida kamayib borayotgani kuzatilgan. Ushbu natijalar kondensatsion qozonlar nafaqat yoqilg'ı tejamkorligi, balki ekologik xavfsizlikni ta'minlashda ham samarador texnologiya ekanini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, jadval tahlili shuni ko'rsatadiki, kondensatsion qozonlar issiqlik elektr markazlarida energiya sarfini kamaytirish, chiqindi gazlardan maksimal darajada issiqlik ajratib olish, yoqilg'i tejalishi hisobidan iqtisodiy foyda yaratish va atmosferaga chiqariladigan zararli moddalar miqdorini sezilarli kamaytirishda yuqori samaradorlikka ega. Tahlil natijalari ushbu texnologiyaning barqaror ishlashi, uzoq muddatli iqtisodiy afzalliklari va ekologik ustunliklari bilan energetik tizimlarda keng tatbiq etilishi maqsadga muvofiqligini ko'rsatadi.



1-rasm. Issiqlikni qayta tiklash tizimi sxemasining umumiy tahlili (manba:

https://www.researchgate.net/figure/Fig-5-Schematic-diagram-of-heat-to-power-Waste-heat-recovery-system-18_fig1_330933832.pdf)

1-rasmda sxemada issiqlik elektr qozonxonasida chiqindi gazlar tarkibidagi issiqlikni qayta olish (heat recovery) jarayoni bosqichma-bosqich ko'rsatilgan. Tizimning ishlash prinsipi shundan iboratki, qozondan chiqayotgan yuqori haroratli tutun gazi bevosita atmosferaga chiqarib yuborilmasdan, chimney (mo'ri) ichiga o'rnatilgan heat recovery unit orqali o'tadi. Ushbu qurilma atrofga issiqlik yo'qotilishini oldini oladi va chiqindi gaz tarkibidagi issiqlik energiyasini qayta foydalanish uchun ajratib oladi.

Tizim bo'yicha tushuntirishga ko'ra, boiler ichida yoqilg'i yonishi natijasida bug' (steam) hosil bo'ladi, ammo yonish jarayonida chiqayotgan gazlarda hali ham foydalaniladigan katta miqdorda issiqlik mavjud bo'ladi. Mo'ri atrofidagi issiqlik almashtirgich spiral quvurlar orqali chiqindi gazning issiqligini suvga o'tkazadi. Shu jarayon natijasida hot water return liniyasi orqali qaytgan suv qizib, keyin yana tizimga uzatiladi. Bu qayta aylanish suvning haroratini oshiradi va qozonning umumiy energiya sarfini kamaytiradi.

Issiq suv hot water storage tank (issiqlik suv saqlagich) ga yo'naltiriladi, bu esa tizimni barqaror ta'minlashga va issiqlik energiyasini vaqtinchalik zaxirada saqlashga imkon beradi. Sxemada ikkita pump (nasos) tasvirlangan bo'lib, ular suvni tizim bo'ylab aylantirib turadi. Nasoslarga o'rnatilgan thermostat suvning haroratini nazorat qiladi va issiqlik almashtirish jarayonining avtomatik boshqarilishini ta'minlaydi. Bundan tashqari, valve (ventil) liniyadagi suv oqimini tartibga solishda muhim rol o'ynaydi.

Tizimning asosiy afzalligi shundan iboratki, chiqindi gazlar orqali issiqlikni qayta tiklash natijasida qozon kamroq yoqilg'i sarflaydi. Bu tizim energiya tejamkorligini

oshiradi, ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi va ekologik jihatdan ham ijobiy natija beradi, chunki mo'ridan chiqayotgan gazlarning harorati pasayadi va atmosferaga chiqindilar miqdori kamayadi.

Sxemadagi jarayonlar tahlil qilinsa, tizim issiqlikni qayta olish orqali energiya samaradorligini oshirishning amaliy yechimi sifatida ko'rinadi. Suvning doimiy ravishda qizdirilishi qozonning ish yuklamasini kamaytiradi, bu esa yoqilg'i tejalishiga bevosita ta'sir qiladi. Shuningdek, qayta ishlangan issiqlik saqlagichga yuborilgani uchun tizim issiqlik ta'minotida uzilishlarsiz ishlaydi. Ushbu jarayon issiqlik elektr markazlarida keng qo'llaniladigan samarali texnologiyalardan biri bo'lib, energiya balansini yaxshilash, yoqilg'i sarfini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim o'rin tutadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati

- [1] Petrov A. Teplovye processy v kotlax i teplovых stantsiyax. Moskva, 2018.
- [2] International Energy Agency (IEA). Energy Efficiency Report, 2021.
- [3] Van Wortel M. Condensing Boiler Technology Overview. Netherlands, 2019.
- [4] Shevchenko V. P. Kondensatsion kotlarnye ustanovki v TETS. Sankt-Peterburg, 2017.
- [5] EU Energy Statistics. Heating and Cooling Efficiency Review, 2020.
- [6] Abdug'aniyev A. O'zbekiston issiqlik energetikasida zamonaviy tejovchi texnologiyalar. Toshkent, 2022.
- [7] Modern Heat Recovery Systems. Thermodynamics of Condensing Boilers, 2020.