UGLEVODORODLARNI QIZDIRISHDA QUVURLI ISSIQLIK ALMASHINISH USKUNALARINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI

Murtazayev Feruzbek Ismatovich
Qarshi davlat texnika universiteti, "Neft-gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi" kafedrasi dotsenti,
O'zbekiston. Qarshi.sh.
E-mail: feruz.murtazayev@bk.ru
Qurbonov Ravshanbek Tursunboyevich
Qarshi davlat texnika universiteti, "Neft-gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi" kafedrasi magistranti,
O'zbekiston. Qarshi.sh.

Annotatsiya. Mazkur maqolada uglevodorodlarni qizdirishda qo'llaniladigan quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqot jarayonida issiqlik uzatish jarayonlariga ta'sir etuvchi asosiy konstruktiv va texnologik omillar tahlil qilinib, energiya sarfini kamaytirishga qaratilgan kompleks yondashuv asoslab berilgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, quvur geometriyasini optimallashtirish, oqim rejimini ratsional boshqarish va issiqlik almashinish sirtining faol ishlashini ta'minlash orqali issiqlik uzatish samaradorligini oshirish bilan birga umumiy energiya sarfini kamaytirish mumkin. Tadqiqot natijalari quvurli issiqlik almashinish uskunalarini modernizatsiya qilish va yangi energiya tejamkor qurilmalarni loyihalashda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar. uglevodorodlarni qizdirish, quvurli issiqlik almashinish uskunasi, energiya samaradorligi, issiqlik uzatish, energiya tejamkorlik.

Abstract. This article investigates methods for improving the energy efficiency of tubular heat exchangers used for heating hydrocarbons. The study analyzes key structural and technological factors influencing heat transfer processes and substantiates a comprehensive approach aimed at reducing overall energy consumption. The results demonstrate that optimization of tube geometry, rational control of flow regimes, and enhancement of active heat transfer surfaces lead to increased heat transfer efficiency while simultaneously reducing energy losses. The findings can be applied in the modernization of existing tubular heat exchangers and in the design of new energy-efficient thermal equipment.

Keywords. hydrocarbon heating, tubular heat exchanger, energy efficiency, heat transfer, energy saving.

Аннотация. В данной статье рассматриваются способы повышения энергетической эффективности трубчатых теплообменных аппаратов, применяемых для нагрева углеводородов. В ходе исследования

проанализированы основные конструктивные и технологические факторы, влияющие на процессы теплообмена, и обоснован комплексный подход, направленный на снижение общего энергопотребления. Полученные результаты показали, что оптимизация геометрии труб, рациональное управление режимами течения и обеспечение активной работы поверхности теплообмена позволяют повысить эффективность теплопередачи и одновременно снизить энергетические потери. Результаты исследования имеют практическое значение для модернизации существующих теплообменных аппаратов и проектирования энергоэффективного оборудования.

Ключевые слова: нагрев углеводородов, трубчатый теплообменник, энергетическая эффективность, теплопередача, энергосбережение.

Kirish

Uglevodorod xomashyolarini qayta ishlash jarayonlarida ularni ma’lum haroratgacha qizdirish muhim texnologik bosqichlardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayon neftni dastlabki qayta ishlash, katalitik kreking, piroliz, gidrotozalash hamda boshqa ko‘plab kimyoviy-texnologik tizimlarda asosiy energiya sarfi yuqori bo‘lgan operatsiyalar sirasiga kiradi. Amaliyotda uglevodorod oqimlarini qizdirish uchun keng qo‘llaniladigan qurilmalardan biri quvurli issiqlik almashinish uskunalari bo‘lib, ularning samaradorligi bevosita energiya tejamkorligi, ishlab chiqarish tannarxi va ekologik ko‘rsatkichlarga ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalasi zamonaviy neft-gaz va kimyo sanoati uchun dolzarb ilmiy-texnik muammo sifatida qaralmoqda.

Tadqiqot ob’yekti sifatida uglevodorodlarni qizdirishda ishlatiladigan quvurli issiqlik almashinish uskunalarida kechadigan issiqlik uzatish va energiya almashinish jarayonlari tanlab olindi. Ushbu ob’yekt issiqlik-texnik, gidrodinamik va konstruktiv omillar o‘zaro bog‘langan murakkab tizim bo‘lib, undagi har qanday konstruktiv yoki rejimiy o‘zgarish apparatning umumiy samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Avvalgi tadqiqotlarda asosan issiqlik almashinish sirtini kengaytirish, oqim tezligini oshirish yoki harorat farqini ko‘paytirish orqali natijaga erishish yo‘llari ko‘rib chiqilgan. Biroq bunday yondashuvlar ko‘pincha gidravlik qarshilikning oshishi, qo‘shimcha energiya sarfi va ekspluatatsion ishonchlilikning pasayishiga olib kelgan.

Muammoning markaziga qo‘yilishida shuni ta’kidlash joizki, mavjud ilmiy manbalarda quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligi ko‘pincha faqat issiqlik uzatish intensivligi bilan baholanadi. Bunda umumiy energiya balansi, nasos va yordamchi uskunalar sarfi, issiqlik yo‘qotishlari hamda uzoq muddatli ishlash jarayonida yuzaga keladigan cho‘kindi va ifloslanish

ISSN 3030-3907

omillari yetarlicha hisobga olinmaydi. Ayrim tadqiqotlarda esa energiya samaradorligini oshirish uchun taklif etilgan konstruktiv yechimlar sanoat sharoitida qo‘llash uchun murakkab yoki iqtisodiy jihatdan samarasiz bo‘lib chiqmoqda. Natijada an’anaviy xulosalar ko‘pincha laboratoriya darajasida qolib ketmoqda va amaliyotga tatbiq etish imkoniyati cheklangan.

Mazkur tadqiqotning borish jarayonida asosiy e’tibor quvurli issiqlik almashinish uskunalarida energiya samaradorligini kompleks yondashuv asosida oshirish usullarini aniqlashga qaratildi. Tadqiqotning maqsadi uglevodorodlarni qizdirish jarayonida issiqlik uzatish samaradorligini oshirish bilan birga umumiy energiya sarfini kamaytiruvchi konstruktiv va texnologik yechimlarni ilmiy asoslashdan iborat. Ayni vaqtda olib borilgan tadqiqotlar natijasida quvur geometriyasini optimallashtirish, oqim rejimini boshqarish hamda issiqlik almashinish sirtining faol ishlashini ta’minlash orqali energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkinligi aniqlangan. Ushbu yondashuvlar mavjud uskunalarni modernizatsiya qilish imkonini berishi bilan birga yangi avlod issiqlik almashinish apparatlarini loyihalash uchun ham ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar sharxi: Ilmiy adabiyotlarda quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalalari turli nuqtai nazarlardan yoritilgan. Klassik ishlarda issiqlik uzatish koeffitsientini oshirish uchun oqimni turbulent holatga o‘tkazish asosiy usul sifatida ko‘rib chiqilgan. Bu yondashuv issiqlik almashinish intensivligini oshirgan bo‘lsa-da, gidravlik qarshilikning keskin ortishi sababli umumiy energiya samaradorligi har doim ham ijobiy natija bermagan.

Keyingi tadqiqotlarda quvurlar ichki yuzasini modifikatsiyalash, spiral va profilli quvurlar qo‘llash orqali oqim strukturasini o‘zgartirish usullari taklif etilgan. Ushbu ishlarda issiqlik uzatish sirtining faol ishtiroki ortgani qayd etilgan bo‘lsa-da, uglevodorod xomashyolarining yuqori yopishqoqligi va cho‘kindi hosil qilish xususiyatlari sababli uzoq muddatli ekspluatatsiya masalalari yetarli darajada yoritilmagan.

Zamonaviy tadqiqotlarda energiya samaradorligini oshirish masalasiga tizimli yondashuv kuchaymoqda. Jumladan, issiqlik almashinish apparatining faqat issiqlik-texnik ko‘rsatkichlari emas, balki umumiy energiya balansi, yordamchi uskunalar sarfi va texnik-iqtisodiy samaradorlik ham birgalikda tahlil qilinmoqda. Ba’zi mualliflar CFD modellashtirish yordamida optimal oqim rejimlarini aniqlashga harakat qilgan, biroq ularning natijalari ko‘pincha ideal sharoitlarga asoslangan bo‘lib, real sanoat sharoitlariga moslashuvi cheklangan.

Shu jihatdan, mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, uglevodorodlarni qizdirishda quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalasi hanuzgacha kompleks va amaliy yechimlarni talab etadi.

ISSN 3030-3907

Ayniqsa, konstruktiv takomillashtirishni energiya sarfi bilan muvozanatlash, ekspluatatsion barqarorlikni ta’minlash va iqtisodiy samaradorlikni oshirish yo‘nalishlari yetarli darajada tadqiq etilmagan.

1-jadval.

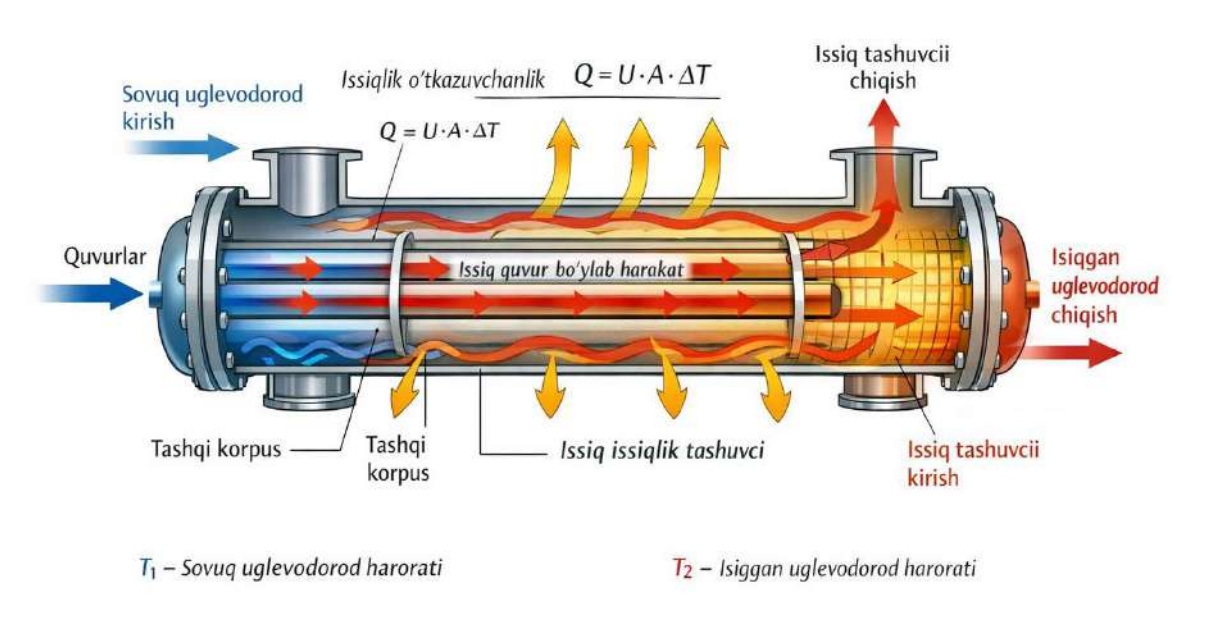
Quvurli issiqlik almashinish uskunalarida energiya samaradorligini oshirish usullarining tahliliy taqqoslanishi

Usul turi	Issiqlik uzatishga ta’siri	Energiya sarfiga ta’siri	Cheklovlari
Oqim tezligini oshirish	Yuqori	Nasos sarfi ortadi	Gidravlik yo‘qotishlar
Spiral/profilli quvurlar	O‘rtacha–yuqori	Nisbatan barqaror	Ishlab chiqarish murakkabligi
Issiqlik sirtini kengaytirish	Yuqori	O‘rtacha	Cho‘kindi hosil bo‘lishi
Oqim rejimini optimallashtirish	Yuqori	Minimal	Aniq hisoblash talab etadi

Metodologiya: Mazkur tadqiqotda uglevodorodlarni qizdirishda qo‘llaniladigan quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalasi kompleks ilmiy yondashuv asosida o‘rganildi. Tadqiqot metodologiyasi issiqlik-texnik tahlil, gidrodinamik hisoblash, konstruktiv yechimlarni taqqoslash hamda energiya balansini baholash bosqichlarini o‘z ichiga oladi. Ushbu yondashuv apparatning faqat issiqlik uzatish ko‘rsatkichlarini emas, balki umumiy energiya sarfi va ekspluatatsion samaradorligini ham aniqlash imkonini beradi.

“Tadqiqot jarayonida quvurli issiqlik almashinish uskunasida issiqlik va oqim jarayonlari sxematik tarzda tahlil qilindi (1-rasm).”

ISSN 3030-3907



1-rasm. Uglevodorod oqimining quvurli issiqlik almashinish uskunasida harakatlanishi va issiqlik uzatish jarayonining sxematik tasviri.

Tadqiqotning birinchi bosqichida quvurli issiqlik almashinish uskunasida uglevodorod oqimining harakat rejimi va issiqlik uzatish sharoitlari tahlil qilindi. Bunda issiqlik tashuvchi va qizdirilayotgan muhitning fizik-kimyoviy xossalari, jumladan zichlik, issiqlik sig‘imi, yopishqoqlik va issiqlik o‘tkazuvchanlik ko‘rsatkichlari hisobga olindi. Issiqlik uzatish jarayoni Nyuton–Rixman qonuni hamda issiqlik almashinish apparatlari uchun qo‘llaniladigan klassik tenglamalar asosida baholandi.

Ikkinchi bosqichda quvurli issiqlik almashinish uskunasining energiya samaradorligi umumiy energiya balansi asosida aniqlandi. Bunda foydali uzatilgan issiqlik miqdori bilan birga nasos va yordamchi uskunalarning elektr energiyasi sarfi, gidravlik qarshiliklar hamda issiqlik yo‘qotishlari hisobga olindi. Energiya samaradorligi ko‘rsatkichi sifatida uzatilgan foydali issiqlikning umumiy energiya sarfiga nisbati qabul qilindi, bu esa taklif etilgan usullarning real samaradorligini baholash imkonini berdi.

Uchinchi bosqichda energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan konstruktiv va texnologik yechimlar tadqiq etildi. Jumladan, quvur geometriyasini optimallashtirish, oqim tezligini ratsional tanlash, issiqlik almashinish sirtining faol ishlashini ta’minlash hamda oqim rejimini barqarorlashtirish usullari tahlil qilindi. Har bir yechim issiqlik uzatish intensivligi va gidravlik yo‘qotishlar nuqtai nazaridan alohida baholandi.

To‘rtinchi bosqichda olingan natijalar mavjud an’anaviy konstruksiyalar bilan solishtirildi. Taqqoslash jarayonida issiqlik uzatish koeffitsienti, energiya sarfi, ekspluatatsion barqarorlik va texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlar asosiy mezon sifatida tanlandi. Ushbu yondashuv energiya samaradorligini oshirishning eng

ISSN 3030-3907

maqbul usullarini aniqlash va ularni sanoat sharoitida qo‘llash imkoniyatlarini asoslashga xizmat qildi.

Mazkur metodologiya uglevodorodlarni qizdirishda quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalasini tizimli ravishda o‘rganish imkonini berib, ilmiy asoslangan va amaliy ahamiyatga ega xulosalar chiqarish uchun zarur shart-sharoitlarni yaratadi.

Tadqiqot natijasi: O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida uglevodorodlarni qizdirishda qo‘llaniladigan quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlari kompleks ravishda aniqlandi. Tadqiqot jarayonida issiqlik uzatish jarayonining intensivligi, umumiy energiya sarfi va apparatning ekspluatatsion ko‘rsatkichlari o‘zaro bog‘liq holda tahlil qilindi.

Birinchi navbatda, quvur geometriyasini ratsional tanlash va oqim rejimini optimallashtirish issiqlik uzatish koeffitsientining sezilarli darajada ortishiga olib kelishi aniqlandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, oqimning haddan tashqari tezlashtirilishi issiqlik uzatishni kuchaytirgan bo‘lsa-da, gidravlik qarshilikning keskin ortishi sababli umumiy energiya samaradorligi pasayadi. Shu bilan birga, oqim tezligini muvozanatli qiymatlarda ushlab turish orqali foydali uzatilgan issiqlik miqdorini oshirish va yordamchi energiya sarfini kamaytirish mumkinligi ilmiy jihatdan asoslandi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, issiqlik almashinish sirtining faol ishlashini ta’minlovchi konstruktiv yechimlar energiya samaradorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Xususan, issiqlik tashuvchi bilan uglevodorod oqimi o‘rtasidagi harorat farqidan maksimal darajada foydalanish, quvur devori orqali issiqlik o‘tishini barqarorlashtirish va mahalliy issiqlik qarshiliklarini kamaytirish apparatning foydali ish koeffitsientini oshirishi aniqlangan. Bu holat energiya balansi hisoblari bilan tasdiqlandi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, energiya samaradorligini oshirish faqat issiqlik uzatish koeffitsientining ortishi bilan emas, balki umumiy energiya sarfining kamayishi bilan ham bog‘liq. Tadqiqot davomida taklif etilgan yondashuvlar natijasida nasoslar tomonidan sarflanadigan elektr energiyasi ulushi qisqargan, issiqlik yo‘qotishlari kamaygan va apparatning barqaror ishlash rejimi ta’minlangan. Bu esa quvurli issiqlik almashinish uskunalarining sanoat sharoitida qo‘llanish samaradorligini oshiradi.

Ilmiy nuqtai nazardan, mazkur tadqiqot natijalari quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini baholashda faqat alohida issiqlik-texnik ko‘rsatkichlarga tayanish yetarli emasligini ko‘rsatadi. Taklif etilgan kompleks yondashuv issiqlik uzatish, gidravlik qarshilik va umumiy energiya sarfini yagona tizim sifatida ko‘rib chiqishga imkon beradi. Bu yondashuv kelgusida yuqori haroratli uglevodorod oqimlari bilan ishlovchi issiqlik

ISSN 3030-3907

almashinish apparatlarini loyihalash va modernizatsiya qilishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Shu bilan birga, olingan natijalar mavjud an’anaviy quvurli issiqlik almashinish uskunalarini takomillashtirish orqali energiya tejamkorligini oshirish mumkinligini ko‘rsatib berdi. Bu esa ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish, energiya resurslaridan oqilona foydalanish va texnologik jarayonlarning ekologik barqarorligini ta’minlash nuqtai nazaridan muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Diskussiya: Mazkur tadqiqot davomida olingan ilmiy natijalar quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalasiga oid mavjud ilmiy qarashlar bilan qiyosiy tahlil qilindi. Issiqlik uzatish jarayonlarini intensifikatsiyalash bo‘yicha olib borilgan klassik tadqiqotlarda asosiy e’tibor oqimni maksimal darajada turbulent holatga o‘tkazish orqali yuqori issiqlik uzatish koeffitsientiga erishishga qaratilgan. Ayrim olimlar bunday yondashuvni eng samarali usul sifatida baholagan bo‘lsa, boshqa tadqiqotchilar gidravlik qarshilikning ortishi natijasida umumiy energiya samaradorligi pasayishini asosiy kamchilik sifatida qayd etgan. Ushbu qarama-qarshi fikrlar mazkur tadqiqotda olingan natijalar bilan tasdiqlandi, ya’ni issiqlik uzatish intensivligining ortishi har doim ham energiya tejamkorligiga olib kelmasligi ilmiy jihatdan asoslandi.

Olingan natijalarni baholash jarayonida issiqlik almashinish samaradorligi tushunchasi faqat issiqlik uzatish koeffitsienti bilan emas, balki umumiy energiya balansi bilan izohlanishi lozimligi aniqlandi. Ba’zi adabiyotlarda energiya samaradorligi faqat issiqlik almashinish sirtini kengaytirish yoki quvur ichki yuzasini modifikatsiyalash orqali baholangan. Biroq ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, bunday konstruktiv o‘zgarishlar nasoslar tomonidan sarflanadigan energiyaning ortishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bois, ilgari surilgan gipoteza — ya’ni quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish faqat issiqlik uzatish intensivligini emas, balki gidravlik yo‘qotishlarni ham birgalikda optimallashtirish orqali erishiladi — olingan natijalar bilan to‘liq tasdiqlandi.

Ilmiy bahslar jarayonida ayrim olimlar tomonidan taklif etilgan yuqori murakkab konstruktiv yechimlarning sanoat sharoitida qo‘llanishi cheklanganligi ham muhokama qilindi. Mazkur tadqiqotda esa energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan yechimlar mavjud apparatlarni modernizatsiya qilish imkonini berishi bilan ajralib turadi. Bu holat taklif etilgan yondashuvlarning amaliy ahamiyatini kuchaytiradi va ularning ishonchliligini oshiradi.

Shu bilan birga, tadqiqotning ayrim cheklangan jihatlarini ham qayd etish zarur. Tadqiqot asosan uglevodorod xomashyosining ma’lum fizik-kimyoviy xususiyatlariga ega turlarini qamrab olgan bo‘lib, yuqori yopishqoqlikka ega og‘ir fraksiyalar uchun qo‘shimcha tadqiqotlar talab etiladi. Bundan tashqari, uzoq

ISSN 3030-3907

muddatli ekspluatatsiya jarayonida cho‘kindi hosil bo‘lishi va issiqlik almashinish sirtining ifloslanishi energiya samaradorligiga qanday ta’sir ko‘rsatishi masalasi yetarli darajada o‘rganilmagan.

Kelgusidagi tadqiqotlar uchun tavsiya sifatida quvurli issiqlik almashinish uskunalarida energiya samaradorligini oshirishni real sanoat sharoitida uzoq muddatli kuzatuvlar asosida baholash, shuningdek, turli uglevodorod xomashyolari uchun universal konstruktiv yechimlarni ishlab chiqish zarurligi ta’kidlanadi. Ushbu yo‘nalishdagi izlanishlar energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish va sanoat jarayonlarining barqarorligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Xulosa: O‘tkazilgan tadqiqotlar uglevodorodlarni qizdirishda qo‘llaniladigan quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlari mavjudligini ilmiy jihatdan tasdiqladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, energiya samaradorligini oshirish faqat issiqlik uzatish intensivligini kuchaytirish bilan cheklanib qolmasdan, umumiy energiya sarfini optimallashtirish orqali ta’minlanishi lozim.

Quvur geometriyasini ratsional tanlash va oqim rejimini muvozanatli boshqarish issiqlik uzatish ko‘rsatkichlarini barqaror oshirish bilan birga gidravlik yo‘qotishlarni kamaytirishga imkon beradi. Bu yondashuv quvurli issiqlik almashinish uskunalarining foydali ish koeffitsientini oshirish va yordamchi energiya sarfini qisqartirishda muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi.

Tadqiqot davomida taklif etilgan kompleks metodologiya quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini baholashda amaliy jihatdan ishonchli natijalar berishini ko‘rsatdi. Ushbu yondashuv mavjud apparatlarni modernizatsiya qilishda ham, yangi issiqlik almashinish uskunalarini loyihalashda ham qo‘llash uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Amaliy tavsiya sifatida uglevodorodlarni qizdirish jarayonlarida quvurli issiqlik almashinish uskunalarini loyihalashda issiqlik uzatish va gidravlik qarshilik ko‘rsatkichlarini birgalikda optimallashtirish, energiya sarfini doimiy monitoring qilish hamda ekspluatatsion barqarorlikni ta’minlovchi konstruktiv yechimlarni joriy etish taklif etiladi. Ushbu chora-tadbirlar energiya resurslaridan samarali foydalanish, ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish va texnologik jarayonlarning barqarorligini oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Abdullayev A.X., Karimov B.B. Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2018. — 356 b.
2. Z. Salimov., Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari O'zbekiston nashriyoti, 1995.
3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукмел А.С. Теплообмен. — Москва: Энергоиздат, 1981. — 416 с.

ISSN 3030-3907

4. Какац С., Лью Х. Теплообменники: выбор, расчет и тепловое проектирование. — Москва: Мир, 2006. — 560 с.
5. Хьюитт Д.Ф., Шайрс Г.Л., Ботт Т.Р. Процессный теплообмен. — Москва: Химия, 1990. — 740 с.
6. Incropera F.P., DeWitt D.P., Bergman T.L., Lavine A.S. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. — 7th ed. — New York: John Wiley & Sons, 2011. — 1070 p.
7. Хурмаматов А.М., Рахимов Г.Б., Муртазаев Ф.И. ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА В ТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКАХ. - Universum: технические науки – 26.11.2021.
8. (https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12573)
9. Ganisher B. Rakhimov., Feruzbek I. Murtazayev. Increasing the efficiency of heat exchange by changing the construction of a shell-and-tube heat exchanger. - E3S Web of Conferences 443, 03008 (2023) ETESD-II 2023. (https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2023/80/e3sconf_etesd2023_03008.pdf)

ISSN 3030-3907