



BUG'LATISH QURILMALARIDA IKKILAMCHI BUG' KONDENSATSIYASI SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING GIDRODINAMIK USULLARI

Ramazonov S.S., Xabibov F.Y., Sharipov N.Z.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. Mazkur tezisda bug'latish qurilmalarida hosil bo'ladigan ikkilamchi bug'larni kondensatsiyalash samaradorligini oshirishda gidrodinamik omillarning ahamiyati tahlil qilinadi. Kondensatsiya jarayonida bug' oqimining tezligi, Reynolds soni, kondensat plyonkasi qalinligi, oqimning turbulentlik darajasi, bosim yo'qotishlari hamda fazalararo sirtning gidrodinamik holati muhim parametrlar sifatida qaraladi. Ikkilamchi bug'ning kondensator ichida harakatlanish rejimini optimallashtirish orqali issiqlik almashinuvi intensivligini oshirish, kondensat plyonkasi qarshiligini kamaytirish va qurilmaning umumiy issiqlik samaradorligini yaxshilash mumkin. Tadqiqotda oqim tezligini optimallashtirish, kondensat plyonkasini yupqalashtirish, oqimni turbulentlashtirish, konstruktiv elementlar yordamida ikkilamchi bug' oqimini bir tekis taqsimlash va bosim yo'qotishlarini kamaytirish kabi gidrodinamik usullar ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: bug'latish qurilmasi, ikkilamchi bug', kondensatsiya, gidrodinamika, issiqlik almashinuvi, massa almashinuvi, Reynolds soni, Nusselt soni, kondensat plyonkasi, turbulent oqim, issiqlik uzatish koeffitsiyenti.

Kirish. Bug'latish qurilmalari kimyo, oziq-ovqat, farmatsevtika, neft-gaz va boshqa sanoat tarmoqlarida eritmalar tarkibidagi suyuqlikni bug'latish uchun keng qo'llaniladi. Bug'latish jarayonida hosil bo'ladigan ikkilamchi bug'ni qayta ishlatish yoki kondensatsiyalash korxonaning energiya sarfini kamaytirish va texnologik jarayonning samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Ikkilamchi bug' kondensatsiyalanganda uning yashirin issiqligi ajralib chiqadi. Ushbu issiqlikdan boshqa texnologik jarayonlarda foydalanish mumkin.





Shu sababli ikkilamchi bug' kondensatorining samaradorligi bug'latish qurilmasining umumiy energetik ko'rsatkichlariga bevosita ta'sir qiladi.

Kondensatsiya jarayonini faqat issiqlik almashinuvi jarayoni sifatida ko'rib chiqish yetarli emas. Bug' va kondensatning harakatlanish xususiyatlari, oqim tezligi, bosim, gidravlik qarshilik va fazalararo sirtning holati ham issiqlik uzatish intensivligini belgilaydi. Shuning uchun kondensatsiya samaradorligini oshirishning muhim yo'nalishlaridan biri gidrodinamik parametrlarni optimallashtirish hisoblanadi.

Asosiy qism. Bug'latish qurilmasidan chiqayotgan ikkilamchi bug' kondensatorga kelib tushganda sovituvchi muhit bilan issiqlik almashadi. Natijada bug'ning harorati to'yinganlik haroratigacha pasayib, suyuq fazaga o'tadi.

Kondensatsiya jarayonida ajraladigan issiqlik miqdori quyidagicha ifodalanadi:

$$Q = G_b r$$

bu yerda:

Q — kondensatsiya vaqtida ajraladigan issiqlik miqdori, W;

G_b — kondensatsiyalanayotgan bug'ning massa sarfi, kg/s;

r — bug' hosil bo'lishining yashirin issiqligi, J/kg.

Kondensatorning issiqlik uzatish samaradorligi esa umumiy holda:

$$Q = KA\Delta T_{lm}$$

ko'rinishida aniqlanishi mumkin.

Bu yerda K — umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyenti, A — issiqlik almashinish yuzasi, ΔT_{lm} — logarifmik o'rtacha haroratlar farqi. Demak, kondensatsiya samaradorligini oshirishning asosiy yo'llaridan biri K qiymatini oshirishdan iborat. Bunda gidrodinamik sharoit muhim rol o'ynaydi.

Kondensatsiya jarayonida gidrodinamik parametrlarning ahamiyati. Bug' oqimining harakatlanish tezligi kondensatsiya jarayonining intensivligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Oqim tezligi oshishi natijasida bug'ning sovituvchi sirt



bilan o'zaro ta'siri kuchayadi, chegaraviy qatlam yupqalashadi va issiqlik uzatish intensivlashadi.

Oqim rejimini baholashda Reynolds mezonidan foydalaniladi:

$$Re = \frac{\rho u d}{\mu}$$

bu yerda:

ρ — muhit zichligi;

u — o'rtacha oqim tezligi;

d — xarakterli diametr;

μ — dinamik qovushqoqlik.

Reynolds sonining ortishi oqimning turbulentlashish ehtimolini oshiradi. Turbulent oqimda suyuqlikning aralashishi kuchayib, issiqlik almashinuvi intensivlashishi mumkin. Biroq oqim tezligini cheksiz oshirish maqsadga muvofiq emas. Chunki tezlikning ortishi bosim yo'qotishlarini va nasos yoki ventilyatorlarning energiya sarfini oshirishi mumkin. Shu sababli optimal gidrodinamik rejimni aniqlash muhim hisoblanadi.

Kondensat plyonkasi qalinligini kamaytirish. Sirt bo'ylab plyonkali kondensatsiyalanishda sovituvchi sirt ustida kondensat qatlami hosil bo'ladi. Ushbu qatlam issiqlik uzatishga qo'shimcha termik qarshilik hosil qiladi. Kondensat plyonkasi qalinligi ortishi bilan issiqlik uzatish qarshiligi ham ortadi. Shuning uchun kondensat plyonkasini imkon qadar yupqa saqlash kondensatsiya samaradorligini oshirishning muhim gidrodinamik usullaridan biridir. Buning uchun: kondensator sirtining geometrik holatini optimallashtirish, kondensatni tez chiqarib yuborish, vertikal yuzalarda oqim yo'nalishini to'g'ri tanlash, maxsus yo'naltiruvchi elementlardan foydalanish, sirtning namlanish xususiyatlarini yaxshilash kabi usullardan foydalanish mumkin.

Bug' oqimini turbulentlashtirish. Kondensatsiya jarayonida bug' oqimini turbulentlashtirish issiqlik almashinuvini kuchaytirishning samarali usullaridan biridir. Buning uchun kondensator konstruksiyasiga yo'naltiruvchi kanallar,





burilish elementlari, turbulizatorlar yoki maxsus geometrik profillar kiritilishi mumkin.

Issiqlik almashinuvi intensivligini baholashda Nusselt mezonini qo'llaniladi:

$$Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$$

bu yerda:

α — issiqlik berish koeffitsiyenti;

d — xarakterli geometrik o'lcham;

λ — issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.

Ko'pgina majburiy konveksiya jarayonlarida Nusselt soni Reynolds va Prandtl mezonlari bilan bog'liq holda ifodalanadi:

$$Nu = C Re^m Pr^n$$

Bu bog'lanish oqim rejimi va issiqlik-fizik xossalarning kondensatsiya jarayoniga ta'sirini baholash imkonini beradi.

Ikkilamchi bug' oqimini kondensator bo'ylab bir tekis taqsimlash. Kondensatorning ayrim qismlarida bug' oqimining tezligi yuqori, boshqa qismlarida esa juda past bo'lsa, issiqlik almashinuvi yuzasidan to'liq foydalanilmaydi. Shuning uchun kondensator kirish qismida taqsimlovchi kameralar, yo'naltiruvchi kanallar va oqimni tekislashtiruvchi konstruktiv elementlardan foydalanish maqsadga muvofiq.

Bug'ning issiqlik almashinish yuzasi bo'ylab bir tekis taqsimlanishi: lokal qizib ketish yoki sovib ketish zonalarini kamaytiradi, kondensatsiya yuzasidan foydalanish koeffitsiyentini oshiradi, kondensatsiya jarayonini barqarorlashtiradi, issiqlik uzatish koeffitsiyentini yaxshilaydi.

Gidravlik qarshiliklarni kamaytirish. Kondensatorni loyihalashda faqat issiqlik almashinuvi emas, balki gidravlik qarshilik ham hisobga olinishi kerak.

Umumiy bosim yo'qotilishi quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$\Delta P = \Delta P_f + \Delta P_l$$



bu yerda:

ΔP_f — ishqalanish hisobiga bosim yo'qotilishi;

ΔP_l — mahalliy qarshiliklar hisobiga bosim yo'qotilishi.

Kondensator kanallarining keskin torayishi, keskin kengayishi, ortiqcha burilishlar va noto'g'ri joylashtirilgan konstruktiv elementlar mahalliy qarshiliklarni oshiradi. Shu sababli issiqlik almashinuvi intensivligini oshirish bilan birga bosim yo'qotishlarini minimal darajada saqlash optimal loyihalashning asosiy shartlaridan biridir.

Kompleks gidrodinamik optimallashtirish. Bug'latish qurilmalarida kondensatsiya samaradorligini faqat bitta parametрни o'zgartirish orqali oshirish yetarli emas. Oqim tezligi, bosim, kanal geometriyasi, kondensat plyonkasi va issiqlik almashinuvi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni hisobga olish zarur.

Buning uchun optimallashtirish mezonni quyidagi ko'rinishda berilishi mumkin:

$$J = w_1 \frac{1}{K} + w_2 \Delta P + w_3 P_e \rightarrow \min$$

bu yerda:

J — kompleks optimallashtirish funksiyasi;

K — umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyenti;

ΔP — bosim yo'qotilishi;

P_e — yordamchi qurilmalar energiya sarfi;

w_1, w_2, w_3 — mezonlarning og'irlik koeffitsiyentlari.

Bunday yondashuv issiqlik almashinuvi intensivligi bilan energiya sarfi o'rtasidagi muvozanatni ta'minlash imkonini beradi.

Nazariy tahlil shuni ko'rsatadiki, ikkilamchi bug' kondensatsiyasining samaradorligi gidrodinamik rejim bilan chambarchas bog'liq. Bug' oqimi tezligining optimal qiymatgacha oshirilishi issiqlik almashinuvi jarayonini jadallashtirishi mumkin. Shu bilan birga, oqim tezligining haddan tashqari oshirilishi bosim yo'qotishlari va energiya sarfining ortishiga olib keladi.



Kondensat plyonkasi qalinligining kamaytirilishi esa issiqlik uzatish qarshiligini pasaytiradi. Ayniqsa, kondensatni kondensator yuzasidan tez va barqaror chiqarib yuborish issiqlik almashinuvi yuzasidan foydalanish samaradorligini oshiradi. Oqimni turbulentlashtirish ham ijobiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Biroq turbulizatorlardan foydalanishda ularning gidravlik qarshiligi hisobga olinishi kerak. Shuning uchun amaliy jihatdan eng maqbul yechim — issiqlik almashinuvi koeffitsiyentini oshirish bilan birga bosim yo'qotishlarini chegaralashdir.

Kondensatsiya samaradorligini baholash uchun quyidagi ko'rsatkichdan foydalanish mumkin:

$$\eta_c = \frac{Q_{haqiqiy}}{Q_{maksimal}} \times 100\%$$

Shuningdek, gidrodinamik optimallashtirishdan keyingi samaradorlik o'sishi:

$$E = \frac{\eta_{c2} - \eta_{c1}}{\eta_{c1}} \times 100\%$$

formula orqali aniqlanishi mumkin.

Xulosa. Bug'latish qurilmalarida ikkilamchi bug'ni kondensatsiyalash samaradorligini oshirishda gidrodinamik usullar muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Kondensator ichidagi bug' oqimining tezligi, oqim rejimi, kondensat plyonkasi qalinligi, bosim yo'qotishlari va bug'ning issiqlik almashinish yuzasi bo'ylab taqsimlanishi kondensatsiya jarayonining asosiy gidrodinamik omillari hisoblanadi. Tahlil natijalariga ko'ra, kondensatsiya samaradorligini oshirishning eng muhim yo'nalishlari sifatida bug' oqimi tezligini optimallashtirish, kondensat plyonkasini yupqalashtirish, oqimni boshqariladigan tarzda turbulentlashtirish, bug'ni issiqlik almashinish yuzasi bo'ylab bir tekis taqsimlash va gidravlik qarshiliklarni kamaytirish ko'rsatildi. Kelgusida ushbu jarayonni CFD asosida modellashtirish, Reynolds, Nusselt va Prandtl mezonlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash hamda turli kondensator konstruksiyalarini qiyosiy baholash orqali optimal gidrodinamik rejimni



aniqlash mumkin. Bunday yondashuv ikkilamchi bug' energiyasidan samarali foydalanish, issiqlik yo'qotishlarini kamaytirish va bug'latish qurilmalarining umumiy energetik samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Incropera F.P., DeWitt D.P., Bergman T.L., Lavine A.S. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. 7th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.
2. Çengel Y.A., Ghajar A.J. *Heat and Mass Transfer: Fundamentals & Applications*. 5th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2015.
3. Carey V.P. *Liquid-Vapor Phase-Change Phenomena*. 2nd ed. New York: Taylor & Francis, 2008.
4. Holman J.P. *Heat Transfer*. 10th ed. New York: McGraw-Hill, 2010.
5. Bird R.B., Stewart W.E., Lightfoot E.N. *Transport Phenomena*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2002.

*Ramazonov Sobirjon Said o'g'li - Buxoro davlat texnika universiteti
Texnologik mashina va jihozlar kafedrasi mustaqil tadqiqotchi. Tel.: +99894-549-34-84.*

Email: ramazonov01@gmail.com

*Sharipov Nodirjon Zamirovich - Buxoro davlat texnika universiteti
Texnologik mashina va jihozlar kafedrasi PhD. Tel.: +99897-303-22-77.*

E-mail: nodirzhons@bk.ru

*Xabibov Faxriddin Yusupovich - Buxoro davlat texnika universiteti
Texnologik mashina va jihozlar kafedrasi dotsenti PhD. Tel.: +99893-379-65-00.*

Email: faxriddinxabibov27@gmail.com