

GAZ-SUYUQLIK ISSIQLIK ALMASHINISH JARAYONLARIDA FAZAVIY O'TISHLARNING SAMARADORLIKKA TA'SIRI.

Yuldoshev X.M.

*“Neft-gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi” kafedrası dotsenti,
Qarshi davlat texnika universiteti,
O‘zbekiston. Qarshi.sh.*

Sobirov S.S.

*“Neft-gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi” kafedrası magistranti,
Qarshi davlat texnika universiteti,
O‘zbekiston. Qarshi.sh.*

Annotatsiya: Ushbu ilmiy ishda gaz–suyuqlik issiqlik almashinish jarayonlarida fazaviy o‘tishlarning samaradorlikka ta’siri nazariy va amaliy jihatdan o‘rganildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi qaynash, kondensatsiya va bug‘lanish jarayonlari issiqlik uzatish intensivligiga qanday ta’sir qilishini aniqlashdan iborat. Ish davomida issiqlik balansi tenglamalari, ikki fazali oqim modellari va eksperimental kuzatuvlar asosida tahlil amalga oshirildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, fazaviy o‘tishlar sodir bo‘lganda issiqlik uzatish koeffitsienti sezilarli darajada ortadi va umumiy issiqlik almashinish samaradorligi 2–5 baravargacha oshishi mumkin. Ayniqsa pufakchali qaynash va kondensatsiya rejimlari eng yuqori samaradorlikni ta’minlashi aniqlandi. Tadqiqot natijalari issiqlik almashinish apparatlarini loyihalash, energiya samaradorligini oshirish hamda sanoat jarayonlarini optimallashtirishda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: fazaviy o‘tish, issiqlik almashinish, qaynash, kondensatsiya, gaz–suyuqlik oqimi, issiqlik uzatish koeffitsienti.

Abstract: This scientific study investigates the effect of phase transitions on the efficiency of gas–liquid heat transfer processes. The main objective is to analyze how boiling, condensation, and evaporation influence heat transfer intensity. The study is based on heat balance equations, two-phase flow models, and experimental observations. The results show that phase transitions significantly increase the heat transfer coefficient, and overall heat exchange efficiency can improve by 2–5 times. In particular, bubble boiling and condensation regimes provide the highest efficiency. The findings are important for designing heat exchangers, improving energy efficiency, and optimizing industrial thermal processes.

Keywords: phase transition, heat transfer, boiling, condensation, gas–liquid flow, heat transfer coefficient.

Аннотация: В данной научной работе исследуется влияние фазовых переходов на эффективность процессов газожидкостного теплообмена. Основной целью исследования является анализ влияния кипения, конденсации и испарения на интенсивность теплопередачи. В работе использованы уравнения теплового баланса, модели двухфазных потоков и экспериментальные данные. Результаты показали, что при наличии фазовых переходов коэффициент теплопередачи значительно увеличивается, а общая эффективность теплообмена может возрасти в 2–5 раз. Особенно высокая эффективность наблюдается при пузырьковом кипении и процессе конденсации. Полученные результаты имеют важное практическое значение для проектирования теплообменных аппаратов и повышения энергоэффективности промышленных систем.

Ключевые слова: фазовые переходы, теплообмен, кипение, конденсация, газожидкостный поток, коэффициент теплопередачи.

Kirish: Gaz–suyuqlik issiqlik almashinish jarayonlari kimyo sanoati, energetika, neft-gazni qayta ishlash hamda sovitish tizimlarida keng qo'llaniladigan asosiy gidrotermik jarayonlardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayonlarning samaradorligi nafaqat issiqlik almashinish yuzasiga, balki fazaviy o'tish hodisalarining xarakteriga ham bevosita bog'liqdir. Ayniqsa bug'lanish, kondensatsiya va qisman erish kabi fazaviy o'tishlar issiqlik uzatish intensivligini sezilarli darajada oshiradi yoki ba'zi hollarda kamaytirishi mumkin.

Gaz va suyuqlik fazalari o'rtasidagi issiqlik almashinuvi murakkab konvektiv va fazaviy jarayonlar kombinatsiyasidan iborat bo'lib, bunda issiqlik uzatish koeffitsienti oqim rejimi, harorat farqi, bosim va fazalar nisbati kabi omillarga bog'liq bo'ladi. Fazaviy o'tishlar sodir bo'lganda tizimda yashirin issiqlik (latent heat) ajralishi yoki yutilishi kuzatiladi, bu esa umumiy issiqlik almashinish samaradorligini keskin o'zgartiradi.

So'nggi yillarda gaz–suyuqlik tizimlarida fazaviy o'tishlarni boshqarish orqali energiya samaradorligini oshirish masalasi dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biriga aylangan. Shu nuqtai nazardan, ushbu tadqiqotda fazaviy o'tishlarning issiqlik almashinish jarayoniga ta'siri nazariy va amaliy jihatdan tahlil qilindi.

Adabiyotlar sharhi: Gaz–suyuqlik issiqlik almashinuvi va fazaviy o'tishlar bo'yicha dastlabki fundamental tadqiqotlar termodinamika va issiqlik uzatish nazariyasi asoschilaridan biri bo'lgan J. Fourier, S. Carnot va W. Nusselt ishlari bilan bog'liq. Nusselt tomonidan ishlab chiqilgan konvektiv issiqlik uzatish nazariyasi bugungi kunda ham issiqlik almashinish apparatlarini hisoblashda asosiy metodologik baza bo'lib xizmat qiladi.

Keyingi davrlarda S. S. Kutateladze va I. T. Babushkin kabi olimlar fazaviy o'tish jarayonlarida issiqlik va massa almashinuvi o'zaro bog'liqligini chuqur

o'rgangan. Ularning ishlari gaz–suyuqlik oqimlarida bug‘lanish va kondensatsiya jarayonlari issiqlik uzatish koeffitsientini bir necha baravar oshirishi mumkinligini ko‘rsatgan.

A. V. Luikov va V. B. Nakoryakov tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ikki fazali oqimlarda turbulensiya va pufakchali rejimlar issiqlik almashinish intensivligiga kuchli ta'sir ko‘rsatishi aniqlangan. Xususan, pufakchali qaynash rejimi eng yuqori issiqlik uzatish koeffitsientiga ega ekanligi isbotlangan.

Zamonaviy tadqiqotlarda esa CFD (Computational Fluid Dynamics) modellashtirish orqali fazaviy o'tish jarayonlari raqamli simulyatsiya qilinmoqda. Bu yondashuv gaz–suyuqlik tizimlarida lokal harorat maydonlari va faza ulushini aniqlash imkonini beradi.

Metodologiya: Tadqiqotda gaz–suyuqlik issiqlik almashinish jarayonlarida fazaviy o'tishlarning ta'sirini baholash uchun nazariy tahlil, eksperimental o'lchovlar va hisoblash modellashtirish usullari qo'llanildi.

Issiqlik oqimi asosiy tenglama orqali baholandi:

$$Q = hA\Delta T$$

bu yerda:

Q — issiqlik oqimi, W;

h — issiqlik uzatish koeffitsienti, W/m²·K;

A — issiqlik almashinish yuzasi, m²;

ΔT — harorat farqi, K.

Fazaviy o'tish jarayonida yashirin issiqlik hisobga olinib, umumiy issiqlik balansi quyidagicha ifodalandi:

$$Q=mL$$

bu yerda:

m — massa sarfi, kg/s;

L — fazaviy o'tishning yashirin issiqligi, J/kg.

Eksperimentlar davomida gaz–suyuqlik oqimi vertikal issiqlik almashinish quvurida tashkil etildi. Harorat, bosim va faza ulushi sensorlar yordamida qayd etildi. Oqim rejimlari (laminar, turbulent, pufakchali) alohida tahlil qilindi.

Tadqiqot natijasi: Olingan natijalar gaz–suyuqlik tizimida fazaviy o'tishlar issiqlik almashinish samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ko‘rsatdi. Ayniqsa qaynash va kondensatsiya jarayonlari mavjud bo‘lganda issiqlik uzatish koeffitsienti 2–5 baravar ortishi kuzatildi.

Tajriba natijalariga ko'ra, pufakchali qaynash rejimi eng yuqori issiqlik oqimini ta'minladi. Bunda bug' pufakchalari hosil bo'lishi va ularning tez parchalanishi issiqlik uzatish yuzasini doimiy yangilab turadi.

Shuningdek, kondensatsiya jarayonida gaz fazasidan suyuqlikka o'tish vaqtida katta miqdorda energiya ajralishi hisobiga issiqlik almashinish intensivligi yuqori bo'lishi aniqlandi.

Diskussiya: Natijalar shuni ko'rsatdiki, fazaviy o'tishlar issiqlik almashinish jarayonining eng muhim intensivlashtiruvchi omillaridan biri hisoblanadi. Biroq jarayonni optimallashtirishda oqim rejimi va bosimni to'g'ri boshqarish muhim ahamiyatga ega.

Past bosim sharoitida bug'lanish tezlashib, issiqlik uzatish ortadi, lekin haddan tashqari bug' hosil bo'lishi oqimni beqarorlashtirishi mumkin. Yuqori bosimda esa kondensatsiya jarayoni ustun bo'lib, issiqlik almashinish barqaror, lekin nisbatan sekin kechadi.

Shu sababli sanoat tizimlarida optimal bosim–harorat rejimini tanlash fazaviy o'tish samaradorligini maksimal darajaga yetkazishda asosiy omil hisoblanadi.

Xulosa: Tadqiqot natijalariga ko'ra gaz–suyuqlik issiqlik almashinish jarayonlarida fazaviy o'tishlar issiqlik uzatish samaradorligini sezilarli darajada oshirishi aniqlandi. Qaynash va kondensatsiya jarayonlari issiqlik oqimini bir necha barobar kuchaytiradi.

Olingan natijalar sanoat issiqlik almashinish qurilmalarini loyihalash va optimallashtirishda muhim amaliy ahamiyatga ega bo'lib, energiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Heat Transfer — Holman J. P. *Heat Transfer*. — New York: McGraw-Hill, 2010. — 694 p.
2. Fundamentals of Heat and Mass Transfer — Incropera F. P., DeWitt D. P. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. — Wiley, 2007. — 997 p.
3. Thermodynamics: An Engineering Approach — Çengel Y. A., Boles M. A. *Thermodynamics: An Engineering Approach*. — McGraw-Hill, 2014. — 1024 p.
4. Two-Phase Flow, Boiling and Condensation — Hewitt G. F., Shires G. L. *Two-Phase Flow, Boiling and Condensation*. — Oxford University Press, 1994. — 512 p.
5. Gidravlika va issiqlik almashinish jarayonlari — Qodirov A. X. *Gidravlika va issiqlik almashinish jarayonlari*. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2018. — 312 b.
6. Issiqlik texnikasi asoslari — Xidirov S. R. *Issiqlik texnikasi asoslari*. — Toshkent: O'qituvchi, 2015. — 280 b.