

ISSIQLIK ALMASHINUV QURILMALARINI JADALLASHTIRISH

Askarov Dilmurod Baxtiyor o'gli

Namangan muhandislik texnologiya institute tayanch doktoranti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15044550>

Annotatsiya: Issiqlik almashinuv qurilmalarining samaradorligini oshirish sanoat issiqlik energetikasida dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Ushbu maqolada issiqlik almashinuv jarayonlarini jadallashtirishning nazariy asoslari, ilg'or texnologik yondashuvlar va ularning hisoblash modellariga asoslangan baholash natijalari tahlil qilinadi. Xususan, issiqlik almashinuv yuzalarining geometrik modifikatsiyasi, material tanlovi va oqim parametrlarining optimallasuvi bo'yicha zamonaviy ilmiy tadqiqotlar natijalari yoritiladi.

Kalit so'zlar: Chuqurcha, issiqlik almashinuvi, yarim sferik, tomchisimon, geometriya, energiya samaradorligi.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ УСТРОЙСТВ

Аскарров Дилмурод Бахтиёр угли

базовый докторант, Наманганский инженерно-технологический институт

Аннотация: Повышение эффективности теплообменных устройств является одним из актуальных научных направлений в промышленной теплоэнергетике. В статье анализируются теоретические основы ускорения процессов теплопередачи, современные технологические подходы и результаты их оценки на основе вычислительных моделей. В частности, будут освещены результаты современных научных исследований по геометрической модификации поверхностей теплообмена, выбору материалов и оптимизации параметров потока.

Ключевые слова: Лунка, теплопередача, полусферический, капля, геометрия, энергоэффективность.

INTENSIFICATION OF HEAT EXCHANGE DEVICES

Askarov Dilmurod Bakhtiyor ugli

basic doctoral student, Namangan Institute of Engineering and Technology

Abstract: Improving the efficiency of heat exchange devices is one of the current scientific areas in industrial heat power engineering. The article analyzes the theoretical foundations of accelerating heat transfer processes, modern technological approaches and the results of their evaluation based on computational models. In particular, the results of modern scientific research on the geometric modification of heat exchange surfaces, the choice of materials and the optimization of flow parameters will be covered.

Keywords: Hole, heat transfer, hemispherical, drop, geometry, energy efficiency.

KIRISH

Issiqlik almashinuv qurilmalari energetika, kimyo sanoati, metallurgiya va boshqa sanoat tarmoqlarida keng qo'llaniladi. Ushbu qurilmalar energiya resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish, atrof-muhitga ta'sirni kamaytirish va ishlab chiqarish jarayonlarining barqarorligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, issiqlik almashinuv jarayonlarining samaradorligini oshirish uchun kompleks yondashuv talab etiladi. Ushbu maqolada, ayniqsa, geometrik modifikatsiya, material tanlovi va oqim parametrlarining rolini tahlil qilishga e'tibor qaratiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot jarayonida quyidagi ilmiy metodlardan foydalanildi:

Turli materiallarning issiqlik o'tkazuvchanligi va termofizik parametrlarini taqqoslash orqali optimal material tanlovi aniqlandi.

Oqim tezligi va bosim gradientining issiqlik almashinuvi jarayoniga ta'siri matematik modellashtirish usullari asosida baholandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

3.1. Chuqurchali yuzalarning issiqlik almashinuv samaradorligiga ta'siri

Chuqurchali yuzalar issiqlik almashinuv samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi. Odatda, bunday yuzalar teshiklari ichida girdob oqimlarini hosil qiladi [1] va bu orqali issiqlik uzatish jarayonlari intensivlashadi. Dastlabki tadqiqotlarda Afanasyev va boshqalar [2] tekis plastina ustida sayoz chuqurchalar mavjud bo'lgan holatda turbulent havo oqimi uchun umumiy issiqlik almashinuv tezligi va bosim yo'qotishlarini tahlil qildilar. Natijalar shuni ko'rsatdiki, bosim yo'qotishlar deyarli oshmagan holda, issiqlik almashinuv samaradorligi 30-40% ga oshgan. Chyu va boshqalar [3] esa chuqurchalarining turli xil joylashuvini o'rganib, silliq yuzaga nisbatan issiqlik almashinuvi tezligi taxminan 2,5 barobar oshishini aniqladilar. Ularning tadqiqotlarida tekis yuzaga nisbatan issiqlik almashinuvning oshishi aniq ko'rsatildi (rasm 1). Tadqiqotda ikki xil shaklli chuqurchalar - yarim sfera va tomchi shaklidagi chuqurchalar o'rganildi. Ularning natijalari shuni ko'rsatdiki, har ikkala shakl ham silliq yuzalarga nisbatan issiqlik almashinuvi samaradorligini oshiradi, lekin bosim yo'qotishlari juda kam darajada bo'lib qoladi. Mahmud va boshqalar [4] chuqurchali yuzalar ustidagi oqim strukturasi bo'yicha oqim vizualizatsiyasi va sonli tahlillarni amalga oshirdilar. Ularning tadqiqot natijalari asosiy girdob juftligi chuqurchaning markaziy qismidan davriy va uzluksiz ajralib chiqishini, shuningdek, chuqurchaning eniga joylashgan qirralaridan ikkilamchi girdob juftligi hosil bo'lishini ko'rsatdi. Tadqiqot shuningdek, chuqurchali yuzada issiqlik almashinuvi taqsimoti va mahalliy Nusselt soni o'zgarishini aniqladi. Natijalarga ko'ra, chuqurcha chuqurligining yuqori oqim qismida issiqlik almashinuvi nisbatan past bo'lsa, quyi oqim qismida ancha yuqori bo'lgan. Bundan tashqari, yuqori issiqlik almashinuvi hududlari chuqurchaning pastki chetida aniqlangan.

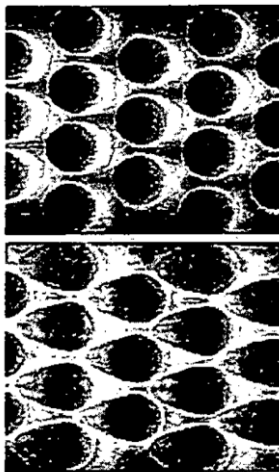
Ligrani va boshqalar [5] chuqurchali kanal oqim strukturasi va kanal balandligining girdob shakllanishiga ta'sirini o'rgandilar. Ularning natijalari shuni ko'rsatdiki, chuqurchaning markaziy qismida asosiy girdob juftligi davriy ravishda hosil bo'lib, yuqoriga yo'nalgan oqim maydoni shakllanadi. Kanal balandligining chuqurcha diametriga nisbati kamaygan sayin, asosiy girdob juftligining kuchi oshib, chuqurchaning yon tomonlarida joylashgan qo'shimcha girdob juftliklari ham sezilarli darajada kuchayadi.

Ligrani va boshqalar [6] shuningdek, chuqurchali yuzada va uning ustidagi Nusselt sonlari va oqim strukturasi bo'yicha tadqiqotlar olib bordilar. Ularning natijalariga ko'ra, eng yuqori mahalliy Nusselt sonlari chuqurchaning quyi oqim qismida hamda chuqurchaning yon va pastki chetlarida joylashgan. Kanal kirish qismidagi turbulent intensivlik darajasi o'zgarishi mahalliy Nusselt sonlariga nisbatan kichik ta'sir ko'rsatgan, ammo ishqalanish koeffitsiyenti nisbatan oshgan.

Burgess va boshqalar [7] chuqurcha chuqurligining Nusselt soniga ta'sirini o'rganib, chuqurlik oshishi bilan Nusselt soni va ishqalanish ortishini aniqladilar. Bu natijalar kuchaygan girdob oqimlari va uch o'lchamli turbulent oqimning ortishi bilan bog'liq ekanligi qayd etilgan.

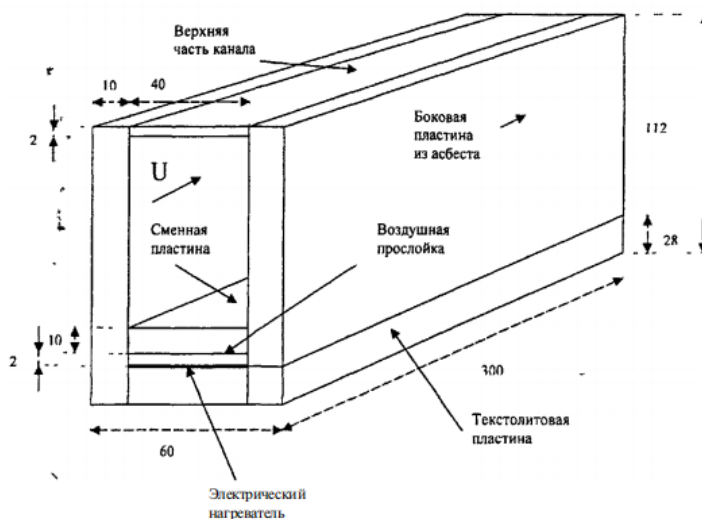
Tadqiqot natijalari chuqurchali yuzalarning issiqlik almashinuv samaradorligi uchun yuqori potentsialga ega ekanligini ko'rsatmoqda. Biroq, chuqurchalar joylashuvining issiqlik

almashinuv samaradorligiga ta'siri haqida ilmiy adabiyotlarda yetarlicha ma'lumot yo'q. Shu sababli, ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi tekis plastina ustida chuqurchali yuzalarning issiqlik xususiyatlarini o'rganishdan iborat. Bundan tashqari, chuqurchalar joylashuvi va oralig'ining ta'siri ham baholanadi. Ushbu tadqiqot natijalari issiqlik almashinuv qurilmalarini yanada rivojlantirish uchun muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.



1-rasm. (1) yarim sferik shakl, (2) tomchisimon shakl [3]

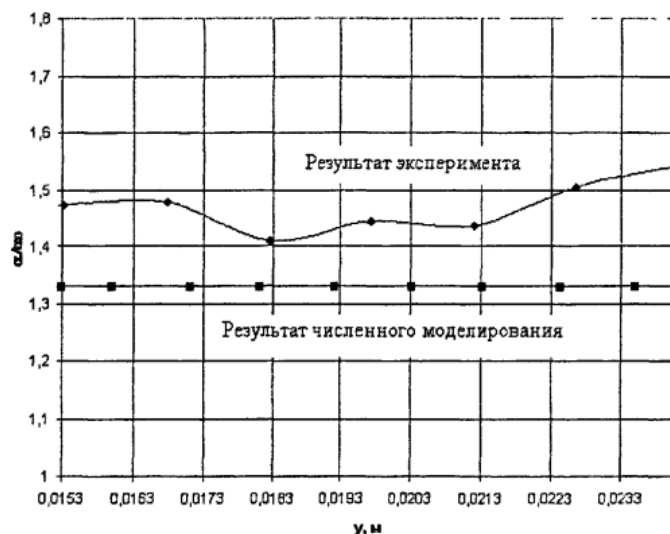
Issiqlik almashinuvini kuchaytirishda olimlar turli xil qurilmalardan va geometriyalardan foydalandilar. Jumladan: Maskinskaya A [8] o'zining ilmiy ishida quyidagi (rasm-2) qurilmadan foydalandi. Issiqlik berish koeffitsienti tekis yuzaga qaraganda chuqurchali yuzada $\frac{\alpha_{chuqur}}{\alpha_{tekis}} = 1.32$ ni tashkil qildi.



2-rasm. Ishchi qurilmaning modeli [8].

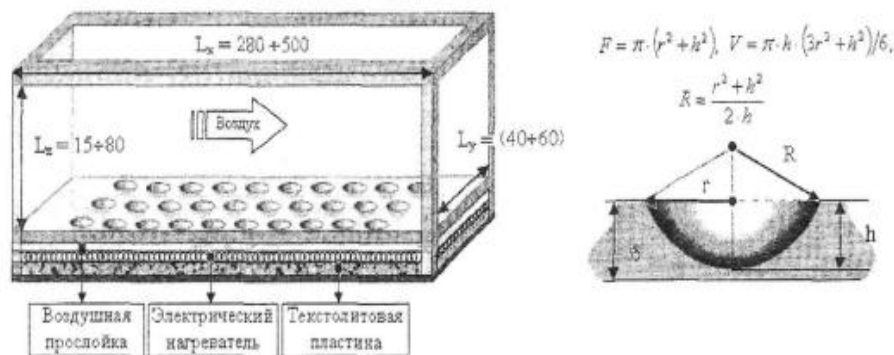
Shuningdek, eksperiment natijalari quyidagicha: alyuminiy plastinaning chuqurchalarsiz holatdagi harorati 48°C , chuqurchali yuzaga ega bo'lganda esa 44°C ni tashkil qilgan. Havo oqimining o'rtacha massaviy harorati birinchi holatda 23°C , ikkinchi holatda esa 25°C bo'lgan. Natijada, issiqlik almashinuvi koeffitsientlarining nisbati aniqlangan. (Rasm-3) da eksperimental ma'lumotlar va sonli modellashtirish natijalari taqqoslangan. Kanal kirishidan ma'lum masofada olingan kesim uchun maksimal farq 13.1% ni tashkil qilgan. Sonli modellashtirishda chuqurchalarsiz kanal uchun bosim $\Delta P_{\text{tek}} = 3.36 \text{ Pa}$, chuqurchali kanal uchun esa 4.267 Pa

bo'lgan. Ularning nisbati $\frac{\Delta P_{chuqur}}{\Delta P_{tekkis}} = 1.277$ ga teng. Eksperimental natijalarda esa chuqurchali va tekis kanallarning bosim tushishi nisbati **8.4%** farq qilgan.



3-rasm. Issiqlik uzatish koeffitsientlarini eksperimental ravishda solishtirish! o va kanal boshidan $X=0,1741$ m masofada joylashgan uchastka uchun raqamli modellashirish [8].

Vlasenko A. [9] ham tajriba qurilmasida ishchi kanal yaratgan (4-rasm 1). IRTIS-200 televizoridan foydalangan. Tadqiqot obyekti pastki devorida yarim sharsimon chuqurchalar (teshiklar) mavjud bo'lgan kanaldagi termogidravlik jarayon edi. O'rganilayotgan kanalning parametrlari, teshikning geometrik xarakteristikalarini va uning sirt maydonini, hajmini va sirt egirlik radiusini hisoblash formulalari rasmda ko'rsatilgan. (4-rasm 2).



4-rasm Ishchi kanal (1) va yarim sharsimon chuqurchaning parametrlari (2)

Vlasenko A [9] ni Maskinskaya A [8] ishidan avfzalligi bir nechta materialda tajriba o'tkazib ko'rilganligi (alyuminiy, mis, latun) va ishchi kanalga kirishdagi havoni tezligini ham hisobga olgan (kirishdagi havo harorati 6 m/s va harorati 22° C), vaholanki Maskinskaya A[8] faqatgina havo haroratini hisobga olgan edi.

3.2. Oqim parametrlarining optimallasuvi

Oqim tezligining ortishi issiqlik almashinuvi jarayonini jadallashtirishi mumkin, biroq haddan tashqari yuqori tezlik oqim qarshiligini oshiradi va energiya sarfini ko'paytiradi. CFD modellashirish natijalariga ko'ra, optimal oqim tezligini tanlash orqali bosim yo'qotishlarini kamaytirish va umumiy samaradorlikni oshirish mumkin.

XULOSA

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, chuqurchali yuzalar issiqlik almashinuv samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Chuqurchalar mavjud bo'lganda, girdob oqimlari

shakllanib, issiqlik uzatish jarayoni silliq yuzalarga nisbatan sezilarli darajada jadallashadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, yarim sfera va tomchisimon shakldagi chuqurchalar issiqlik almashinuv samaradorligini taxminan 2,5 barobar oshiradi, bosim yo'qotishlari esa minimal darajada saqlanib qoladi.

Tajribaviy tadqiqotlar va ilmiy manbalarga asoslangan tahlillar shuni ko'rsatadiki, chuqurchalarning joylashuvi, o'lchami va shakli issiqlik almashinuvi intensivligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bu natijalar issiqlik almashinuv qurilmalarining samaradorligini oshirish va ularning konstruksiyasini takomillashtirish uchun ilmiy asos yaratadi.

Ushbu natijalar chuqurcha dizaynini yanada optimallashtirish va issiqlik almashinuv qurilmalarida yanada samarali tizimlarni yaratishga yo'naltirilgan ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi. Chuqurchalarning joylashuvi va ularning o'lchamlarining oqim xususiyatlariga ta'sirini chuqurroq o'rganish, kelgusidagi tadqiqotlarning muhim yo'nalishi bo'lishi mumkin.

Kelgusida chuqurchalarning optimal shakli, joylashuvi va oqim sharoitlarini yanada chuqurroq o'rganish issiqlik almashinuv tizimlarining yanada rivojlanishiga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Y.P. Chudnovsky, A. Kozlov, Development and Field Trial of Dimpled-Tube Technology for Chemical Industry Process Heaters (Final report), Industrial Technology Program, U.S. Department of Energy, 2006.
2. V.N. Afanasyev, Y.P. Chudnovsky, A.I. Leontiev, P.S. Roganov, Turbulent flow friction and heat transfer characteristics for spherical cavities on a flat plate, Exp. Therm. Fluid Sci. 7 (1) (1993) 1–8.
3. M.K. Chyu, Y. Yu, H. Ding, J.P. Downs, F.O. Soechting, Concavity enhanced heat transfer in an internal cooling passage, ASME Paper (1997). (97-GT-437).
4. G.I. Mahmood, M.L. Hill, D.L. Nelson, P.M. Ligrani, H.K. Moon, B. Glezer, Local heat transfer and flow structure on and above a dimpled surface in a channel, J. Turbomach. 123 (1) (2001) 155.
5. P.M. Ligrani, J.L. Harrison, G.I. Mahmood, M.L. Hill, Flow structure due to dimple depressions on a channel surface, Phys. Fluids 13 (11) (2001) 3442–3451.
6. P.M. Ligrani, N.K. Burgess, S.Y. Won, Nusselt numbers and flow structure on and above a shallow dimpled surface within a channel including effects of inlet turbulence intensity level, ASME Trans. J. Turbomach. 127 (2) (2005) 321–330.
7. N.K. Burgess, P.M. Ligrani, Effects of dimple depth on channel Nusselt numbers and friction factors, J. Heat. Transf. 127 (1) (2005) 839–847.
8. A.Y. Maskinskaya, Повышение эффективности теплообменных аппаратов за счет интенсификации теплообмена на поверхности с лунками. / Автореферат дисс. к.т.н. - М.:МЭИ, 2004, 20 с.
9. A.C. Vlasenko, Увеличение эффективности теплообменников посредством интенсификации теплообмена на поверхностях со сферическими углублениями/ Автореферат дисс. к.т.н. - М.:МЭИ, 2011, 20 с.