



MODELING OF HEAT PROCESSES IN THE HEAT PUMP CONDENSER

Bukhorov Habibullo Jahongir ogli

Karshi State Technical University, 2nd year student

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15710123>

ARTICLE INFO

Received: 16th June 2025

Accepted: 20th June 2025

Online: 21st June 2025

KEYWORDS

Refrigerant, condenser, heat transfer coefficient, heat exchange, thermal conductivity, temperature, consumption.

ABSTRACT

In the article, a mathematical model has been developed to calculate the heat processes in the plate condenser section, which is the main component of a heat pump device. Water was chosen as the heating medium in the device, and R-134a refrigerant was selected as the heat transfer medium of the heat pump. The simulation results are presented with graphs obtained using Microsoft Excel and Mathcad Prime-8 software tools.

ISSIQLIK NASOSLI QURILMA KONDENSATORINING ISSIQLIK JARAYONLARINI MODELLASHTIRISH

Buxorov Habibullo Jahongir o'g'li

Qarshi davlat texnika universiteti, 2-kurs talabasi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15710123>

ARTICLE INFO

Received: 16th June 2025

Accepted: 20th June 2025

Online: 21st June 2025

KEYWORDS

Sovitish agenti, kondensator, issiqlik uzatish koeffitsiyenti, issiqlik almashinish, issiqlik o'tkazuvchanlik, harorat, sarf.

ABSTRACT

Maqolada issiqlik nasosli qurilmaning asosiy tashkil etuvchisi bo'lgan plastinkali kondensator qismida issiqlik jarayonlari hisoblash uchun matematik model ishlab chiqilgan, qurilmada isituvchi muhit sifatida suv tanlangan, issiqlik nasosining issiqlik tashuvchi muhiti sifatida R-134a sovitish agenti tanlangan. Modellashtirish natijalari Microsoft Excel va Matchad prime-8 dasturiy vositalari yordamida olingan grafiklar bilan ifodalangan.

Kirish. Bizning tadqiqotlarimiz issiqlik nasosi qurilmasining va kondensatorining ish unumdorligi va funksionalligini, barqaror holat rejimidagi matematik modelining mosligini va ishlatilgan raqamli usulni tadqiqot qilishga qaratilgan. Kondensator orqali uzatiladigan issiqlik kondensatorning ish unumdorligi hisoblanadi. Sovitish agenti R-134a, isitiladigan muhit esa suvdur. Tadqiqot to'rtta mustaqil tashqi o'zgaruvchilarga bog'liq holatda kondensatorning ishlashini o'rganadi. Tashqi o'zgaruvchilar quyidagilardir: sovitish agentining kirish harorati, sovitish agentining sarfi, suvning kirish harorati va sarfi. Tadqiqotlar barqaror holat rejimidagi o'rnatilgan parametrlarni matematik modellashtirishni amalga oshiradi. Model ikki qismdan



iborat. Birinchi qismda sovitish agentining bug'ini sovitish jarayoni, ikkinchi qismda esa uning kondensatsiyalanish jarayoni tasvirlangan. Fizik model oddiy, faqat kondensatorga kirish va chiqish parametrlarini o'z ichiga oladi. Bizning holatimizda kompressor va sirkulyatsiyalovchi nasos modeli hisobga olinmaydi. Bu kelajakdagi tadqiqotlarimiz mavzusi bo'lib hisoblanadi. Natijalarni uch o'lchamli grafikada ko'rsatish mumkin. Masalan, sovitish agenti va suvning massaviy sarfiga bog'liq holatda, kondensatoridagi issiqlik uzatishning o'zgarishlarini ko'rsatiladi.

Usul va vositalar. Issiqlik nasosining kondensator qismi, qurilmaning samaradorligini belgilashda muhim o'rin tutadi. Sovitish agenti va isitiladigan suv o'rtasidagi issiqlik almashinuvi kondensatorida amalga oshadi. Issiqlik uzatish jarayonining samaradorligi juda muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Bu ko'rsatkichga kondensator konstruksiyasi, sovitish agenti va isitiladigan suvning massaviy sarfi sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Ishchi holatidagi issiqlik nasosli qurilma kondensatorining parametrlari o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarni keng qamrovli tadqiqot qilish uchun parametrlar, eksperimental o'lchovlar yoki matematik modellashtirish natijalari orqali olinishi mumkin.

Yuqoridagi tavsiflangan vazifaga mos keladigan issiqlik nasosining matematik modeli ishlab chiqilgan. Matematik modelning markazida issiqlikni tashish uchun sovitish agenti va suv bilan bir qatorda kondensator turadi. Modellashtirilayotgan qurilma kondensatori yuzali turdagi issiqlik almashtirgich hisoblanadi. Natijalarga ishlov berishda kondensator jarayonlari ikkita qismga ajratiladi. Birinchi qism – qaynoq sovitish agenti bug'larini sovitish qismi, ikkinchisi – kondensatsiyalanish qismi deb nomlanadi. Tadqiqotning maqsadi kondensator va uni o'rab turgan muhitni energetik samaradorlik nuqtai-nazaridan o'zaro ta'sirini o'rganishdir. Aniqrog'i, qurilma kondensatorining FIKini, kompressor va sirkulyatsiyalovchi nasosga bog'liq holatda, aniqlash va tadqiqot qilish asosiy maqsad etib belgilangan. Kompressor va sirkulyatsiyalovchi nasosning kondensator ish unumdorligiga ta'siri sovitish agenti va issiq suvning massaviy sarfi va kirish harorati orqali hisobga olinadi. Issiqlik nasosining ish unumdorligi koeffitsiyentini tadqiqot qilish faqat barqaror ish rejimida o'zini oqlashi mumkin. O'tish davri ish rejimi, faqat, issiqlik nasosini ishga tushirish va to'xtatishda, ehtimol, vaqt davomiyligida tizim parametrini o'zgartirganda kuzatiladi. Belgilangan maqsaddan kelib chiqib, ishlab chiqilgan matematik model barqaror holatni ifodalaydi, aniq parametrlar va bog'langan ketma-ketlikdagi algebraik tenglamalarga ega. Matematik modelda tenglamalar aniqlovchi va yordamchi tenglamalarga bo'linadi. Qizdiriladigan suv va sovitish agenti uchun energiya balansi tenglamalari – aniqlovchi tenglamalar. Konvektiv issiqlik uzatish koeffitsiyentlari va sovitish agentining yashirin issiqlik tenglamalari – yordamchi tenglama hisoblanadi. Tadqiqot qilinayotgan tizimda to'rtta mustaqil o'zgaruvchi mavjud: sovitish agentining massaviy sarfi va kirishdagi harorati, issiqlikni olib ketadigan suvning massaviy sarfi va kirishdagi harorati. Mustaqil o'zgaruvchilarni o'zgartirish orqali, qurilma kondensatorining ish unumdorligi va samaradorlik koeffitsiyenti – COPni yoki to'g'rirog'i energiya samaradorligini ham o'zgartirish mumkin.

Asosan, to'rtta mustaqil o'zgaruvchining har biri bir vaqtning o'zida o'zgartirilishi mumkin, ammo bu holda alohida o'zgaruvchilarning kondensatorning ish unumdorligiga ta'sirini aniqlash imkoni bo'lmaydi. Kondensatorning ish unumdorligini tadqiqot qilishda, bir vaqtning o'zida ikkita mustaqil o'zgaruvchini o'zgartirish imkoni mavjud bo'lishi mumkin.



Tizimning ikkita parametrlarini o'zgartirishni, to'rtta mumkin bo'lgan kombinatsiyasi mavjud. Ammo fizik jihatdan eng muhim ko'rsatkich sovitish agentining va isitiladigan suvning massaviy sarfiga ko'ra kondensatorida issiqlik uzatishning o'zgarishidir.

Bundan tashqari, qolgan uchta mumkin bo'lgan kombinatsiyani modellashtirish ham amalga oshiriladi. Bu sovitish agentining sarfiga va kirish haroratiga, suvning sarfiga va kirish haroratiga, shuningdek sovitish agenti va suvning kirish haroratiga qarab kondensatorida issiqlik uzatishning o'zgarishi hisoblanadi.

Ishlab chiqilgan matematik modeldagi tenglamalar tizimini algebraik shaklda yechish deyarli mumkin emas. Ba'zi sonli usullar qo'llaniladi. Tenglamalar tizimini yechishda Nyuton-Teylorning sonli usulidan foydalanilgan. Olingan raqamli natijalar mos keladigan uch o'lchovli shaklda ko'rsatilishi mumkin. Grafikning afzalligi shundaki, kondensator ishlashini parametrlarning keng diapazonida ko'rish mumkin.

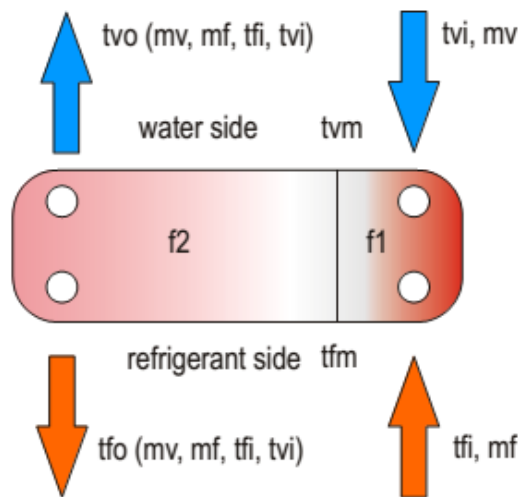
Ilmiy nashrlarda, issiqlik nasosining statsionar ish rejimidagi holati tadqiq qilingan ko'plab maqolalar mavjud bo'lib, ularda aniqlangan parametrlarga ega bo'lgan turli xil matematik modellardan foydalanilgan. Ko'pgina matematik modellar to'rtta komponentni, shu jumladan kondensatorni ham o'z ichiga oladi (bug'latgich, kondensator, sirkulyatsiyalovchi nasos va kompressor), ammo tadqiqot maqsadi alohida komponentlarga emas, balki butun tizimning ish jarayoniga qaratilgan. Issiqlik nasosining tarkibiy qismi sifatida kondensatorning ish jarayonini o'rganishga bag'ishlangan ishlar juda kam.

Hatef Madani va b. [1] issiqlik nasosi yordamida isitish tizimini boshqarishni tadqiqot qilish bilan shug'ullangan. Tizimni boshqarishni tadqiq qilish uchun aniq parametrlarga ega va statsionar rejim uchun matematik model ishlab chiqilgan. To'liq matematik modelning bir qismi sifatida kondensatorning matematik modeli ham ishlab chiqilgan. Kondensatorning tavsifida energiyani tejashga asoslangan ma'lum tenglamalar qo'llaniladi. Tizim parametri sifatida entalpiya ishlatiladi. Elias Kinab va b. [2] reversiv issiqlik nasosi tizimining optimal mavsumiy ish unumdorligini tadqiqot qilgan. Kondensatorning matematik modeli mavjud kondensator ma'lumotlari asosida analitik shaklda ishlab chiqilgan. Hongtao Qiao va b. [3] plastinkali kondensatoridagi sovitish agenti va suvga konvektiv issiqlik uzatish koeffitsiyentining yangi matematik modelini ishlab chiqdi. Robert Santa [4] bir nechta mualliflarning issiqlik uzatish koeffitsiyentlarini kondensatsiya qilish natijalarini solishtirdi. O'rganilayotgan modellar ichida Shoh modeli yaxshi tavsifnomalarga ega bo'ladi. Yi-Yie Yan va b. [5] plastinali kondensatorning kondensatsion issiqlik uzatish koeffitsiyentining yangi matematik modeli ishlab chiqdi va kondensator modelini tekshirishni amalga oshirdi.

Yuqoridagi o'rganilgan ishlar, asosan, issiqlik almashinuvi nuqtai nazaridan kondensator ichidagi jarayonlarni tadqiqot qiladi va natijalar ikki o'lchovli grafiklarda tasvirlanadi. Tadqiqotlar kondensatoridagi issiqlik almashinuv samaradorligini, ammo tashqi ta'sirlarning funksiyasi sifatida o'rganishga qaratilgan.

Hisoblash usuli. Fizik model kondensatorni, issiqlikni tashish uchun sovitish agenti va suvni o'z ichiga oladi. Ishlab chiqilgan modelda kompressor va sirkulyatsiyalovchi nasosni hisoblash amaliyoti bajarilmaydi. Kompressor va sirkulyatsiyalovchi nasosning sovitish agenti va suv sarfi va kirish harorati orqali kondensatorning ishlashiga ta'siri tadqiqot qilindi. Kondensator plastinkali turdagi issiqlik almashtirgichidir. Kondensator ichida sovitish agenti va suv parallel yoki qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanishi mumkin.

Oqimning yo'nalishi kondensatorning ishlashiga ahamiyatsiz darajada kichik ta'sir qiladi, chunki kondensatsiya harorati doimiy deb hisoblanishi mumkin. Doimiy harorat kondensatorida bosimning pasayishi natijasi hisoblanadi. O'ta qizigan bug' sovitish qismida qarama-qarshi oqim ko'proq afzaldir. To'rtta mustaqil o'zgaruvchi – sovitish agenti va suv sarfi hamda kirish haroratlaridan iborat. Ushbu to'rtta o'zgaruvchini bir-biridan mustaqil ravishda o'zgartirish mumkin. Kompresor va sirkulyatsiyalovchi nasosning qo'shilishi matematik model holatini o'zgarishiga olib keladi. Mustaqil o'zgaruvchi suvning massaviy sarfi sirkulyatsion nasosning ish unumdorligiga va sovitish agentining sarfi esa kompressorning ish unumdorligiga bog'liq bo'ladi.



1-rasm. Sovitish agenti va issiq suv oqimi ko'rsatilgan issiqlik nasosining kondensatori

Kondensatorning matematik modeli aniqlashtirilgan parametrlarga ko'ra, barqaror ish rejimi asosida ishlab chiqilgan. Hisoblash tenglamalari energiya balansi tenglamalari asosida bug' bo'limida alohida, kondensat bo'limida alohida tuziladi.

Har bir bo'limda uchta muvozanat tenglamalari tuzilishi mumkin - sovitish agenti, suvning muvozanat tenglamalari va ular orasidagi issiqlik uzatishning muvozanat tenglamasi. Energiya samaradorligini tahlil qilishda barqaror ish rejimi qabul qilinadi. Dinamik holat ish vaqtining 1% ini egallaydi.

Modellashtirish jarayonida quyidagi yaqinlashishlar qo'llanildi.

- aniqlashtirilgan parametrlar;
 - barqaror o'rnatilgan ish rejimi;
 - kondensatoridagi bosimning pasayishi (uning qiymati kichik, shuning uchun e'tiborga olinmaydi);
 - kondensator devorining termik qarshiligi (qiymati juda kichik, shuning uchun e'tiborga olinmaydi);
 - suvning solishtirma issiqligi o'zgarmas deb qabul qilinadi, chunki haroratga kuchsiz bog'liqlik mavjud;
 - sovitish agenti bug'ining solishtirma issiqligi o'zgarmas deb qabul qilinadi, chunki haroratga kuchsiz bog'liq;
 - kondensatorning atrof-muhitga issiqlik yo'qotishi e'tiborga olinmaydi.
- Hisoblash amallarini bajarishda quyidagi asosiy tenglamalar qo'llaniladi:



1. Bug' sovitish bo'limi:

Sovitish agentining bug'i orqali yetkazib beriladigan issiqlik.

$$q_1 = C_{pf} \cdot \dot{m}_f \cdot \Delta t_{f1} \quad (1)$$

Bug' sovitish qismida kondensator orqali uzatiladigan issiqlik

$$q_1 = k_{f1} \cdot F_1 \cdot \Delta t_{ln1} \quad (2)$$

Suv tomonidan qabul qilingan issiqlik:

$$q_1 = C_{pv} \cdot \dot{m}_v \cdot \Delta t_{v1} \quad (3)$$

2. Kondensatsiyalanish bo'limi:

Sovitish agentining kondensatsiyalanishi orqali beriladigan issiqlik:

$$q_2 = \dot{m}_f \cdot \Delta i_f \quad (4)$$

Kondensator devorlari orqali uzatiladigan issiqlik:

$$q_2 = k_{f2} \cdot F_2 \cdot \Delta t_{ln2} \quad (5)$$

Suv tomonidan qabul qilingan issiqlik:

$$q_2 = C_{pv} \cdot \dot{m}_v \cdot \Delta t_{v2} \quad (6)$$

3. Yordamchi tenglamalar:

Logarifmik o'rtacha harorat farqi

$$\Delta t_{ln} = \frac{(\Delta t_{max} - \Delta t_{min})}{\ln\left(\frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}\right)}; \quad (7)$$

Umumiy issiqlik uzatish koeffitsienti

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_v} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_f}} = \frac{\alpha_v \cdot \alpha_f}{\alpha_v + \alpha_f} \quad (8)$$

Suvning konvektiv issiqlik uzatish koeffitsiyenti [4]

$$\alpha_v = 0,2121 \cdot \frac{\lambda_{fl}}{d_{ekv}} \cdot Re^{0,78} (m_v) \cdot Pr_v^{1/3} \quad (9)$$

X=1 bo'lganda sovutgich bug'ining konvektiv issiqlik uzatish koeffitsiyenti [4]

$$\alpha_{fs} = 4,118 \frac{\lambda_{fl}}{d_{ekv}} Re^{0,4} (\dot{m}_f, x) Pr_{fl}^{1/3} \quad (10)$$

Kondensatsion issiqlik uzatish koeffitsiyenti $x=0-1$ oralig'i uchun $dx=0,1$ qadam bilan o'rtacha arifmetik qiymat sifatida hisoblanadi. (10) tenglamadan foydalanib [4]:

$$\alpha_f = \frac{\sum_{i=0}^n \alpha_{fs}(\dot{m}_f, x_i)}{n+1} \quad (11)$$

$$x_{i+1} = x_i + dx$$

$$x_0 = 0, x_n = 1, dx = 0,1$$

Yashirin issiqlik kondensatsiya haroratining funksiyasi sifatida aniqlanadi

$$di = a_0 + a_1 \cdot t_{fo}^1 + a_2 \cdot t_{fo}^2 \quad (12)$$

R-134a sovitish agentining doimiylari

$$a_0 = 200,5965715$$

$$a_1 = -0,709168$$

$$a_2 = -0,00596796$$

Kondensatorning umumiy yuzasi

$$F = F_1 + F_2 \quad (13)$$

Kondensator yuzasi orqali o'tkaziladigan umumiy issiqlik miqdori

$$q = q_1 + q_2 \quad (14)$$

Sovitish agenti fazasining o'zgarishi modelning ikki qismining shakllanishiga sabab bo'ladi. Modelning ikki qismini bog'lash shartiga ko'ra kondensatsiyalanish harorati va birinchi qismning oxiridagi sovitish agenti bug'ining harorati teng bo'lishi kerak

$$t_{fm} = t_{f0} \quad (15)$$

Matematik usul. Aniq parametrlarga asoslangan va barqaror holatdagi issiqlik nasosi kondensatorining matematik modeli ishlab chiqilgan. Model statsionar, shuning uchun parametrlar vaqtga yoki makonga bog'liq emas, balki aniqlangan parametrlar hisoblanadi. Ushbu ikkita gipotezaga tayanib model tenglamalari algebraik formatda bo'lishi istisnosiz. Shu bilan birga, yuqorida aytib o'tilgan matematik modelning murakkabligi sababli, analitik usulda yechish imkonsiz.

Modelning murakkabligi va o'lchami raqamli usulda hisoblash amalaliyotida hech qanday cheklovlarga ega emas. Modeldagi matematik tenglamalar bog'langan, chiziqli bo'lmagan va yashirin bo'lishi mumkin. Qo'llaniladigan raqamli usul iterativ bo'lganligi uchun uchun hisoblashlardan oldin tegishli dastlabki yechimlarni qabul qilish kerak.

Chiziqli bo'lmagan tenglamalar tizimi bir nechta yechimlarga ega, shuning uchun boshlang'ich qiymatlarni to'g'ri aniqlash kerak. Chiziqli bo'lmagan tenglamalar tizimining yechimi boshlang'ich qiymatga yaqinlashadi, lekin bu to'g'ri yechim emas. Bunday holda, dastlabki qiymatlarni o'zgartirish talab qilinadi.

Natijalar va muhokama. Issiqlik nasosi kondensatorining harakatini tushuntirish uchun bir nechta mustaqil o'zgaruvchilar tadqiqot qilindi. Tadqiqotlar matematik model va raqamli usuldan foydalanib olib borildi.

Mustaqil o'zgaruvchilar quyidagilar:

- kompressorning chiqish parametrlari, sovitish agenti sarfi va o'ta qizigan bug' harorati.
- issiq suv sarfi, sirkulyatsiya nasosi va kirishdagi harorat.

Kondensatorning ish unumdorligi uch o'lchovda modellashtirilgan.

Modellashtirish quyidagi tadqiqotlarni o'z ichiga oladi:

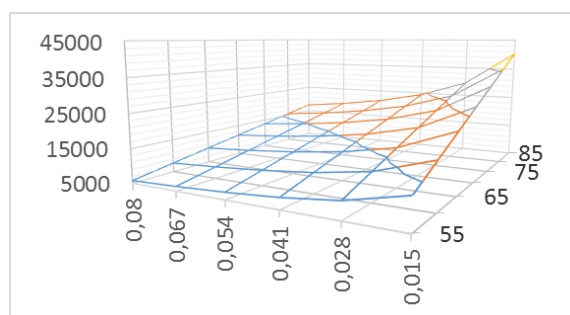
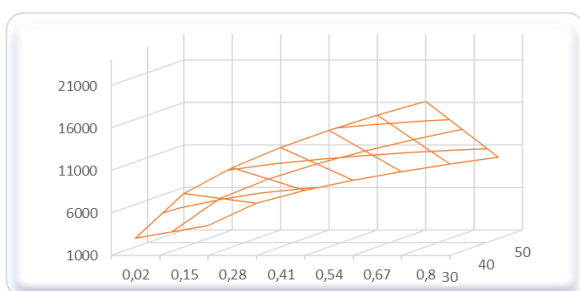
a. Kondensatorning ish unumdorligi sovitish agentining sarfi va o'ta qizigan bug' harorati funksiyasi sifatida.

$$q = f(m_f, t_{fi})$$

b. Kondensatorning ish unumdorligi isitiladigan suvning sarfi va kirish haroratiga bog'liq.

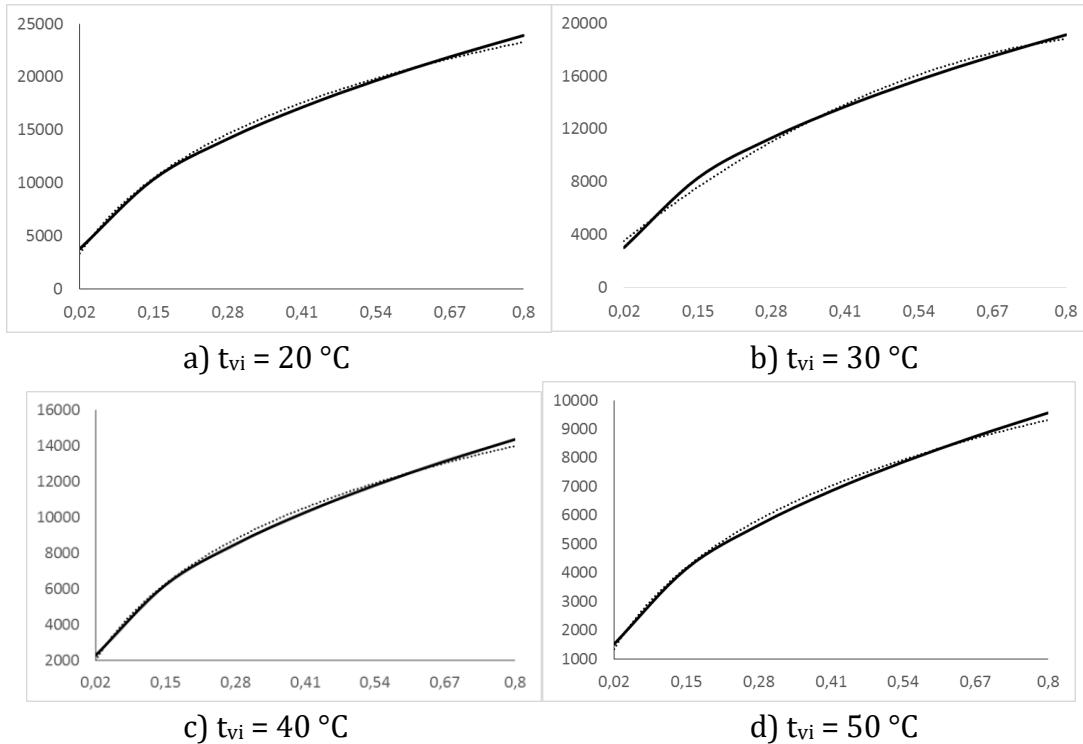
$$q = f(m_v, t_{vi})$$

Nyuton-Teylor linearizatsiyasi va Gauss iteratsiyasi asosida ishlab chiqilgan matematik modeldan MS Excelda olingan natijalar 2 va 3-rasmlarda, Matchad prime8 dasturida olingan natijalar 4-5-rasmlarda keltirilgan.

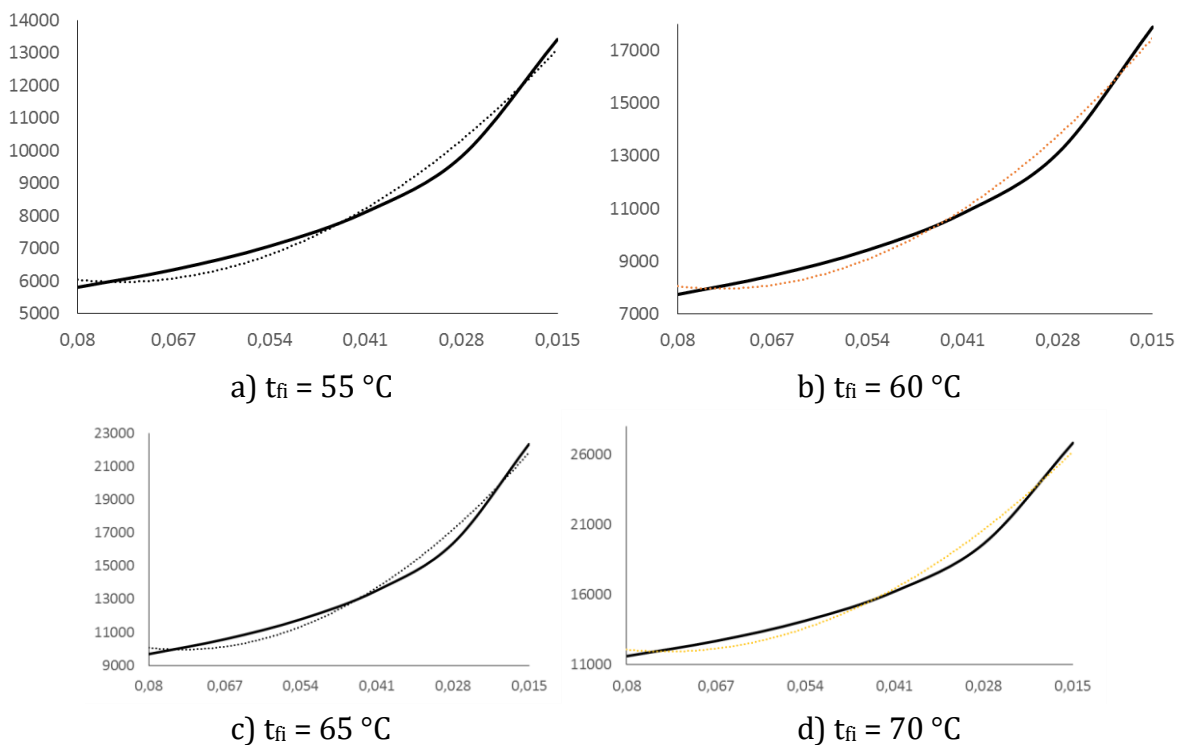


2-rasm. $t_{fi} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, $m_{fi} = 0,07\text{ kg/s}$, $f=2\text{ m}^2$ sharoitda issiqlik nasosi kondensatorining ish unumdorligini issiq suv sarfi va haroratiga bog'liqligi

3-rasm. $t_{vi} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $m_{vi} = 0,6\text{ kg/s}$, $f=2\text{ m}^2$ sharoitda issiqlik nasosi kondensatorining ish unumdorligini sovutish agenti sarfi va haroratiga bog'liqligi



4-rasm. $t_{fi} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, $m_{fi} = 0,07\text{ kg/s}$, $f=2\text{ m}^2$ sharoitda issiqlik nasosi kondensatorining ish unumdorligini issiq suv sarfi va haroratiga bog'liqligi



5-rasm. $t_{vi} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $m_{vi} = 0,6\text{ kg/s}$, $f=2\text{ m}^2$ sharoitda issiqlik nasosi kondensatorining ish unumdorligini sovutish agenti sarfi va haroratiga bog'liqligi



Xulosa.

Modellashtirish natijalariga ko'ra, quyidagi xulosalarga kelindi:

a. Kondensatorning ish unumdorligi issiq suv va sovitish agenti sarfining funksiyasi sifatida nochiziqli ravishda oshadi.

b. Dastlabki sarf holatida kondensatorning ish unumdorligi nolga teng. Kichik sarf ko'rsatkichlari diapazonida ish unumdorligining yaxshilanishi, favqulodda intensiv hisoblanadi.

c. Sarf ko'rsatkichining keyingi chiziqli o'sishi ish unumdorligining asimptotik o'sishiga olib keladi. Muayyan miqdordan keyin sarf ko'rsatkichini oshirish maqsadga muvofiq emas, chunki ish unumdorligining o'zgarishi juda kichik. Oqim energiyasini oshirish samara bermasligi mumkin.

d. Kondensatorning ish unumdorligi issiq suv va sovitish agenti harorati farqiga qarab chiziqli ravishda oshadi.

e. Issiq suv sarfiing oshishiga bog'liq ravishda, kondensatorning ish unumdorligi nochiziqli ravishda oshadi.

f. Agar suvning kirish harorati oshsa, ish unumdorligi mos ravishda pasayadi.

g. Sovitish agenti sarfi ortganda, kondensatorning ish unumdorligi chiziqli bo'lmagan darajada sekin ortadi. Sovitish agentining kirish haroratini ko'tarilishi ish unumdorligining aniq chiziqli oshishiga olib keldi.

h. Yangi raqamli to'plam natijalarni 3D grafik ko'rinishida taqdim etilishini ta'minlaydi, hamda kondensatorning ish unumdorligini har tomonlama tadqiq qilish va yangi natijalarni baholash imkonini beradi.

References:

1. Hatef Madani, Joachim Claesson, Per Lundqvist: „Capacity Control in Ground Source Heat Pump Systems Part I: Modeling and Simulation” I J Refrigeration, Vol 34 (2011), pp 1338-1347
2. Elias Kinab, Dominique Marchio, Philippe Riviere, Assaad Zoughaib: „Reversible Heat Pump Model for Seasonal Performance Optimization” I J Energy and Buildings, Vol 42 (2010), pp 2269-2280
3. Hongtao Qiao, Vikrant Aute, Hoseong Lee, Khaled Saleh, Reinhard Radermacher: ”A New Model for Plate Heat Exchangers with Generalized Flow Configurations and Phase Change” I J Refrigeration Vol. 36 (2013) pp. 622-632
4. Róbert Sánta: „The Analysis of Two-Phase Condensation Heat Transfer Models Based on the Comparison of the Boundary Condition” Acta Polytechnica Hungarica Vol. 9, No. 6, 2012, pp 167-180
5. Yi-Yie Yan, Hsiang-Chao Lio, Tsing-Fa Lin: ”Condensation Heat transfer and Pressure Drop of Refrigerant R-134a in a Plate Heat Exchanger” International Journal of Heat and Mass Transfer Vol. 42 (1999) pp 993-1006
6. Abdullayevich, Q. N., & Muzaffar o'g'li, N. T. (2024). FACTORS AFFECTING SPECIFIC ELECTRICITY CONSUMPTION IN INDUSTRIAL ENTERPRISES. *THE THEORY OF RECENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF PEDAGOGY*, 2(25), 372-376.



7. Abdullayevich, K. N., & Olimjon o'g'li, E. J. (2024). USING CONSUMER-REGULATORS TO EQUALIZATION OF ELECTRICAL ENERGY SYSTEM LOAD SCHEDULE. *JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY BULLETIN*, 7(4), 25-29.
8. Abdullayevich, Q. N., & Elmurodovich, B. O. (2023). ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СХЕМАМ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(7), 1006-1010.
9. Abdullayevich, Q. N. (2023). Ways to Reduce Losses in Power Transformers. *Texas Journal of Engineering and Technology*, 20, 36-37.
10. Abdullayevich, Q. N. (2023). REDUCING ELECTRICITY LOSSES IN ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORKS DUE TO MULTICRITERIA OPTIMIZATION OF LINE SECTIONS. *MODELS AND METHODS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF INNOVATIVE RESEARCH*, 3(28), 275-279.
11. Mahmutxonov, S. J., Qurbonov, N., & Babayev, O. (2022). ELEKTR TARMOQLARIDA SIFAT KO 'RSATKICHLARI VA ISROFLAR. *Innovatsion texnologiyalar*, 47, 14-15.
12. Abdullayevich, Q. N. (2023). EFFICIENCY OF USE OF FREQUENCY CONVERTER WITH SMOOTH CONTROL OF ASYNCHRONOUS MOTOR SPEED. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 11(5), 448-449.
13. Abdullayevich, K. N., Akrom o'g, N. M. B., & Olimjon o'g'li, E. J. (2024). Functions of facts devices with innovation technology in the electrical energy system. *Journal of Engineering Sciences*, 7(5), 12-16.
14. Abdullayevich, Q. N. (2023). REACTIVE POWER COMPENSATION. *IMRAS*, 6(6), 506-508.
15. Abdullayevich, K. N., & Akrom o'g, N. M. B. (2024). НОРМАТИВНЫЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10, 6 и 0, 4 кВ. *THE THEORY OF RECENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF PEDAGOGY*, 2(21), 55-60.
16. Курбонов, Н. А., Халикова, Х. А., & Неъматов, Б. А. О. (2024). ВОПРОСЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ АФГАНИСТАНА, УЗБЕКИСТАНА И ТАДЖИКИСТАНА С УЧЕТОМ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА. *Eurasian Journal of Academic Research*, 4(6-1), 37-41.
17. Abdullayevich, K. N., & Ikrom o'g, T. A. A. (2024). ЭНЕРГИЯНИ ТЕЖАШ ВА ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИ СОҲАСИДА ИННОВАЦИОН ФАОЛИЯТНИ БОШҚАРИШДА ЛОЙИҲА ЁНДАШУВИДАН ФОЙДАЛАНИШ. *THE THEORY OF RECENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF PEDAGOGY*, 2(25), 363-367.
18. Usmanov, E., Rajabbоеva, A., Kurbonov, N., & Kurbanova, K. (2024, June). Operational logic scheme of the sketch base for an educational simulator in the fundamentals of power supply. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3152, No. 1). AIP Publishing.
19. Abdullayevich, K. N. (2024). ANALYSIS AND EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ENERGY SAVING IN INDUSTRIAL ENTERPRISES. *SCIENTIFIC APPROACH TO THE MODERN EDUCATION SYSTEM*, 3(28), 75-81.
20. Abdullayevich, K. N. (2024). ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ СИФАТИНИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИСРОФИГА ТАЪСИРИ. *PEDAGOG*, 7(9), 183-188.