



ISSIQLIK NASOSI SAMARADORLIGINING ISITKICH VA SOVUTKICH HARORATIGA BOG'LIQLILIK TAHLILI

Ismoilov Sherzod G'ayratovich-tadqiqotchi,
ORCID: 0009-0009-9190-7276 E-mail: ismoilovsherzod53@gmail.com
Toshmamatov Bobir Mansurovich¹-katta o'qituvchi
ORCID 0000-0001-7051-5307 E-mail: bobur160189@mail.ru

¹Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh. O'zbekiston

Bog'lanish uchun: Ismoilov Sherzod G'ayratovich-tadqiqotchi
E-mail: ismoilovsherzod53@gmail.com

Annotatsiya. Kirish. Issiqlik nasoslari hozirgi vaqtda butun dunyoda juda katta qiziqish bilan o'rganilayotgan qurilmalardan bo'lishiga qaramay, ularning sezuvchanligi juda ko'p holatlarda issiqlik manbai(isitkich) haroratiga juda yuqori. Shu sababli har bir hudud iqlim sharoitini uning issiqlik manbalarini yaxshi o'rganmay turib bu hudud uchun mos keladigan issiqlik nasoslarini tanlash yoki uning samaradorligiga baho berish qiyin. Lekin ba'zi issiqlik manbalarining (yer osti suvlari) harorati tashqi muhitga deyarli bog'liq bo'lmaydi. Shu sababli yer osti suvlarini qo'llash paydo bo'luvchi ko'p muammolarning yechimi bo'lishi mumkin.

Usul va materiallar. Maqolada issiqlik nasoslari kompressorlari COP qiymatini aniqlash, kondensator va bug'latkich haroratlari hamda issiqlik yuklamasi aniq bo'lgan holatlar uchun hozirda mavjud ba'zi kompressorlarning COP va EER ko'rsatkichlari aniqlash usuli qarab chiqilgan. Bundan tashqari Qarshi shahri misolida, issiqlik manbasi havo va yer osti suvi bo'lgan issiqlik nasoslarining samaradorligi baholangan.

Natijalar. Keltirilgan formulalar orqali issiqlik nasosini samaradorligiga ta'sir etuvchi asosiy kattaliklardan biri bu isitkichdagi va sovutkichdagi haroratlar farqi ekanligi nazariy jihatdan va real kompressorlarning ko'rsatkichlari orqali isbotlangan va bu farqni kichraytirish uchun yer osti suvlarini ishlatish taklifi kiritilgan.

Xulosa. Yerosti suvlarini isitkich yoki sovutkich sifatida foydalanish juda yaxshi samara beradi. Masalan yozgi mavsumda, Qarshi shahri uchun, issiqlik nasosining samaradorligi kamida ikki barobar oshganligini yoki qishki mavsumda kamida 1,5 oshganligini ko'rish mumkin.

Kalit so'zlar: issiqlik nasosi, yer osti suvlari, Qarshidagi o'rtacha harorat, kondensator, bug'latkich, fankoyl, COP, EER, izotropik FIK, entalpiya, $p - h$ diagramma, real issiqlik nasosining sikli.

Дата поступления: 27.08.2024. После обработки: 07.09.2024. Принято печать: 17.09.2024

УДК: 621.577

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВАТЕЛЯ И ОХЛАДИТЕЛЯ

Исмойлов Шерзод Гайратович-соискатель,
ORCID: 0009-0009-9190-7276 E-mail: ismoilovsherzod53@gmail.com
Ташмаматов Бобир Мансурович¹-старший преподаватель
ORCID 0000-0001-7051-5307 E-mail: bobur160189@mail.ru



¹Каршинский инженерно-экономический институт, г.Карши, Узбекистан

Аннотация. Введение. Тепловые насосы в настоящее время привлекают значительное внимание на международной арене, однако их эффективность часто оказывается чувствительной к температуре источников тепла (нагревателей). Поэтому, без тщательного анализа климатических условий конкретного региона и его источников тепла, сложно выбрать оптимальные тепловые насосы или адекватно оценить их эффективность. Температура некоторых источников тепла, таких как подземные воды, в значительной степени не подвержена влиянию внешней среды. Это обстоятельство делает использование подземных вод перспективным решением ряда возникающих проблем.

Методы и материалы. В данной статье рассматривается метод вычисления коэффициента производительности (COP) компрессоров тепловых насосов, в зависимости от температуры конденсатора и испарителя при установленной тепловой нагрузке. На примере города Карши также оценена эффективность тепловых насосов, использующих в качестве источников тепла воздух и подземные воды.

Результаты. На основе представленных формул и реальных данных о компрессорах было подтверждено, что одним из ключевых факторов, влияющих на эффективность теплового насоса, является разница температур между нагревателем и охладителем. В связи с этим предложено использовать подземные воды для снижения этой разницы.

Заключение. Применение подземных вод в качестве нагревателя или охладителя показало весьма положительные результаты. Например, в летний период для города Карши эффективность теплового насоса увеличилась как минимум в два раза, а в зимний — как минимум на 1,5 раза.

Ключевые слова: тепловой насос, подземные воды, средняя температура в Карши, конденсатор, испаритель, фанкойл, COP, EER, изотермический КПД, энтальпия, p-h диаграмма, реальный цикл теплового насоса.

UDC: 621.577

ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF HEAT PUMP EFFICIENCY ON HEATER AND COOLER TEMPERATURES

Ismoilov Sherzod Gayratovich-researcher

ORCID: 0009-0009-9190-7276 E-mail: ismoilovsherzod53@gmail.com

Tashmamatov Bobir Mansurovich¹-senior lecturer

ORCID 0000-0001-7051-5307 E-mail: bobur160189@mail.ru

¹Karshi Engineering Economics Institute, Karshi c. Uzbekistan

Abstract. Introduction. Heat pumps are currently gaining significant attention on the international stage; however, their efficiency is often sensitive to the temperatures of heat sources (heaters). Therefore, without a thorough analysis of the climatic conditions of a specific region and its heat sources, it is challenging to select optimal heat pumps or accurately assess their efficiency. The temperature of certain heat sources, such as groundwater, is largely unaffected by external environmental conditions. This circumstance makes the use of groundwater a promising solution to several emerging challenges.

Methods and Materials. This article examines the method for calculating the coefficient of performance (COP) of heat pump compressors based on the temperatures of the condenser and evaporator under a set thermal load. The effectiveness of heat pumps using air and groundwater as heat sources is also evaluated using the example of the city of Karshi.



Results. Based on the presented formulas and real data on compressors, it was confirmed that one of the key factors affecting heat pump efficiency is the temperature difference between the heater and cooler. In this regard, it is suggested to utilize groundwater to reduce this difference.

Conclusion. The application of groundwater as a heater or cooler has yielded very positive results. For example, during the summer period in the city of Karshi, the efficiency of the heat pump increased by at least two times, while in winter, it improved by at least 1.5 times.

Keywords: heat pump, groundwater, average temperature in Karshi, condenser, evaporator, fan coil, COP, EER, isothermal efficiency, enthalpy, p-h diagram, real heat pump cycle.

Kirish

Hozirgi zamonda energiya resurslarini tejash hamda atrof muhitga kamroq CO₂ ajratadigan qurilmalarga bo'lgan talab oshishi natijasida issiqlik nasoslarining qo'llanilishi ko'paydi. Bunga sabab issiqlik nasoslari oddiy elektr isitkichlariga nisbatan kamida 3 – 4 barobar samaraliroq ekanligidir. Albatta tabiiy gaz yordamida ishlaydigan isitish sistemalar bilan solishtirganda ularning narxi yuqori bo'lib chiqadi. Lekin so'ngi yillarda davlatimiz energiya resurslari sohasidagi subsidiyalarni kamaytirib borayotganligini hamda dunyoda energiya resurslari narxining ko'tarilishini hisobga olinsa, binolarni tabiiy gaz vositasida isitish narxlari ham oshadi. Bundan tashqari hozirda shaharlarda aholining zichlashishi kuzatilmoqda bu esa tabiiy gaz vositasida binolarni isitishda davom etilsa, bunda ajralib chiqqan chiqindi gazlar shahar havosining sifatini yanada pasaytiradi.

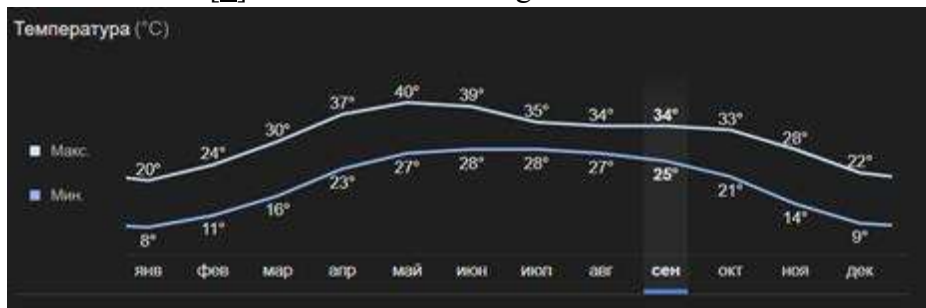
Shuni aytish kerakki issiqlik nasoslari ishlashi uchun ham ko'p holatlarda elektr energiyasi ishlatiladi. Elektr energiyasi esa o'z navbatida tabiiy gaz va ko'mir yoqilishi hisobiga ishlab chiqariladi. Elektr energiyasini ishlab chiqaradigan qurilmalarning foydali ish koeffitsienti(FIK) o'rtacha 30-35% atrofida ekanligini e'tiborga olinadigan bo'lsa, isitish maqsadida tabiiy gazdan to'g'ridan-to'g'ri foydalanish samaraliroq va arzonroq tuyulishi mumkin lekin hozirgi avtomatlashgan isitish qozonlarining narxlari shu quvvatdagi issiqlik nasoslarining narxiga deyarli teng. Undan tashqari tabiiy gazda ishlovchi kotyollarning ham FIK ko'p holatlarda 80-90% dan oshmaydi. Endi agar issiqlik nasoslarining issiqlik uzatish qobiliyati (COP-Coefficient Of Performance) qiymatiga qaraydigan bo'lsak u 2 – 8 oralig'ida bo'ladi. Bu o'z navbatida issiqlik nasosi elektr energiyani ishlab chiqarish uchun ishlatilgan dastlabki energiyaning 70-280% gacha qiymatida binoga issiqlik energiyasini berishi ko'rinadi. Bu albatta issiqlik nasoslarining eng katta yutug'i. Lekin shuni aytish lozimki issiqlik nasosi issiqlik energiyasini ishlab chiqarmaydi u faqatgina bir joydagi issiqlikni (issiqlik manbai) boshqa joyga o'tkazadi agar buni e'tiborga olsak COP ning katta qiymatlarga erishishda issiqlik manbaining harorati muhim ahamiyatga ega. Isitish mavsumida issiqlik nasosi uchun tashqi havo issiqlik manbai vazifasini bajarayotgan bo'lsa, havo harorati 10 °C bo'lgan holtdagi COP qiymati 7 atrofida bo'lsa -10 °C bo'lgan COP qiymati 2 gacha tushib ketadi. Albatta bu ko'rsatkichlar qizdirilayotgan muhit haroratiga ham bog'liq. Keyingi bobda bu bog'lanishlarni to'liqroq ko'rib chiqamiz.

Issiqlik nasoslarining omalashuviga yordam beradigan faktorlar ko'p. Lekin ular ichida bir nechtasini alohida ajratish mumkin. Bular:

- Issiqlik nasosining narxi;
- o'rnatilishining qulayligi;
- samaradorligi (COP va EER qiymatlari);
- qaralayotgan hududga mosligi;

Bular ichidagi o'rnatilishining qulayligi deganda, issiqlik nasosining turi nazarda tutilgan. Masalan havo – havo issiqlik nasoslarining montaj ishlari suv – havo issiqlik nasoslarining montaj ishlaridan ancha oson va shuning uchun arzon hisoblanadi. O'rnatilishi bo'yicha eng qimmat bo'lganlari yer – suv yoki yer – havo issiqlik nasoslari hisoblanadi.

Bu yerda qarayotgan hududga mosligi deganda quyidagi faktorlar tushuniladi. Hozirgi zamonda issiqlik nasoslari ham qishki ham yozgi mavsumda birday ishlatiladi. Bu esa unda nisbatan qimmat qurilmalar ishlatilishiga hamda uning samaradorligini tushishiga olib keladi. Shuning uchun ham ba'zi harorati nisbatan issiq bo'lgan hududlarda faqat sovutishga mo'ljallangan issiqlik nasoslarini qo'llash ma'qulroq. Masalan Hindistonning Dehli shahridagi oylar bo'yicha o'rtacha harorat [1] 1 – rasmda ko'rsatilgan.



1 – rasm. Dehli shahridagi oylar bo'yicha o'rtacha harorat.
1 – picture. Average temperature in Delhi by month.

Bundan ko'rinadiki bu hududda issiqlik nasosi faqat sovutish uchun ishlatish mumkin. Boshqa bir holatda masalan Kanada misolida qaraydigan bo'lsak, tonkosti.ru [2] saytidan olingan malumotlar 2 – rasmda ko'rsatilgan.

янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек
-6	-5	+2	+11	+19	+24	+26	+25	+20	+13	+5	-4
-16	-14	-7	+0	+7	+12	+15	+14	+9	+3	-3	-12

2 – rasm. Kanada davlatidagi oylar bo'yicha o'rtacha harorat.
Fig.2. Average temperature in Canada by month.

Bu hududda issiqlik nasosini faqat binolarni isitish uchun ishlatish mumkin chunki yil davomida harorat o'rta hisobda 26 °C dan oshmaydi. Agar faqat bir xil rejimda ishlaydigan issiqlik nasosini qo'llasak, uning narxi nisbatan arzon chiqadi va samaradorligi yuqoriroq bo'ladi.

Quyida issiqlik nasoslarining samaradorligini qanday aniqlashni va unga ta'sir etadigan faktorlarni ko'rib chiqamiz.

Usul va materiallar

Issiqlik nasoslarini samaradorligiga ta'sir etadigan asosiy faktorlar bu unga to'g'ri ishchi jism(freon) va to'g'ri sikl tanlashdir. Albatta issiqlik nasosining eng katta samaradorligi u Karno sikli bo'yicha ishlaganda hamda ishchi jism sifatida ideal gaz tanlanganda hisoblanadi. Shunday ideal sikl uchun COP_{max} quyidagicha aniqlanadi

$$COP_{max} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} \quad (1)$$

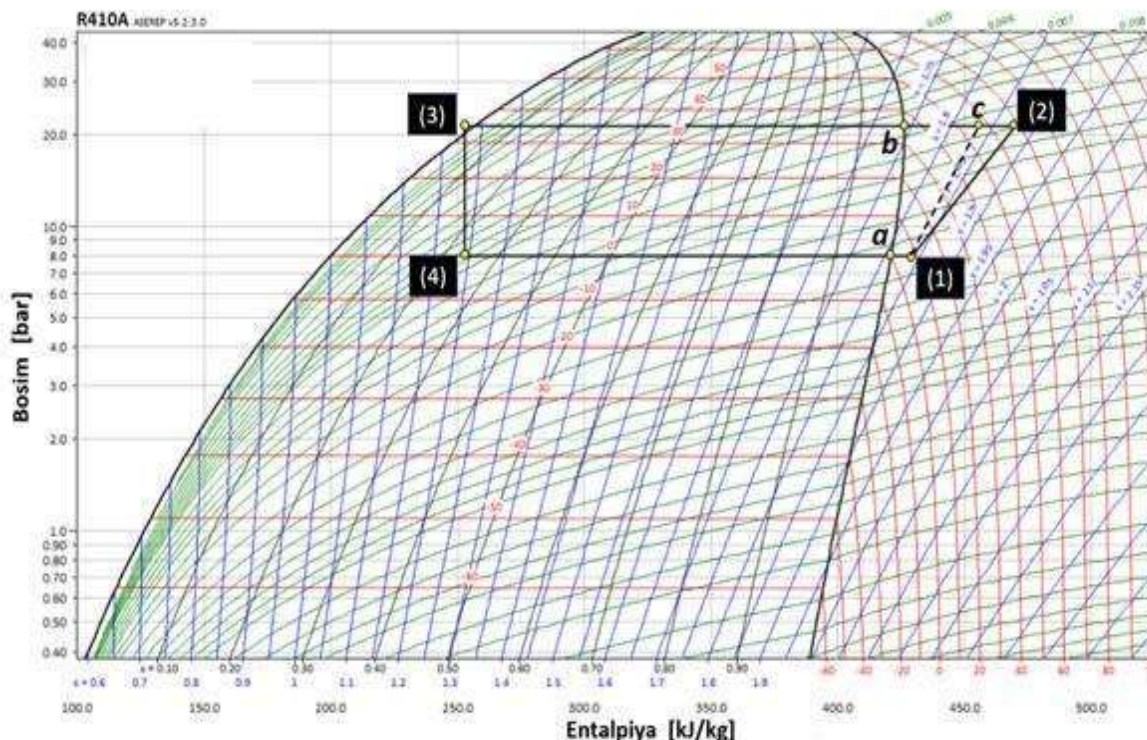
Bu yerda T_1 – isitkichning harorati. Masalan, havo – havo issiqlik nasosining qishki mavsumda ishlatiladigan bo'lsa, bu xona ichida o'rnatilgan kondensatorning harorati. T_2 – sovutkichning harorati. Yani, ayni o'sha holatda bino tashqarisida o'rnatilgan bug'latkichning harorati. Keltirilgan (1) formula bo'yicha topiladigan COP qiymati istalgan sikl bo'yicha ishlaydigan issiqlik nasoslari uchun eng kattasi hisoblanadi. Masalan, $T_1 = 25$ °C, $T_2 = 10$ °C bo'lgan holatda COP qiymati (1) bo'yicha aniqlansa quyidagiga teng bo'ladi.

$$COP = \frac{(25 + 273) K}{(25 - 0) K} = 11.92$$

Buning manosi, keltirilgan tashqi va ichki sharoitlarda issiqlik nasosi iste'mol qilingan har birlik energiya miqdoriga 11.92 birlikdagi issiqlikni bino ichiga kiritib beradi. Albatta real issiqlik nasoslarining ko'rsatkichi bundan past bo'ladi.



Real issiqlik nasoslarining COP qiymatini aniqlashda bosimni entalpiyaga bog'liqligini ko'rsatuchi $p - h$ diagrammalardan foydalaniladi. Agar biz yuqoridagi masalani real holat uchun qarab chiqadigan bo'lsak, tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvini yaxshilash uchun kondensator va bug'latkichning harorati tashqi muhit haroratidan $\tau = 10 - 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga farq qilishi kerak. Shuning uchun kondensatordagi haroratni $T_1 = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$, bug'latkichdagi haroratni $T_2 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ deb olish mumkin. Bu jarayonlar uchun *coolselector2* programmasi orqali, issiqlik yuklamasi $Q_0 = 14\text{ kW}$ bo'lgan kompressor uchun, olingan $p - h$ diagramma 3 – rasmda keltirilgan. Bu yerda keltirilgan jarayonlarni qarab chiqamiz. [4 – a] oralig'ida Freon bug'latkichda o'zgarmas bosim va o'zgarmas harorat ta'sirida bug'lanadi va shu oraliqda issiqlik manbaidan asosiy energiyani oladi. Bu oraliqda issiqlik manbaidan olingansolishtirma issiqlik miqdori (q_0), (2) formula orqali topiladi.



3 – rasm. R410A freonining bosimni entalpiyaga bog'lanish grafigida issiqlik nasosining real sikli tasviri.

Fig.3. Illustration of a realistic heat pump cycle on a pressure-enthalpy graph of R410A freon.

$$q_0 = h_a - h_4 \quad (2)$$

Shundan so'ng [a – 1] oralig'ida freon kompressorga tushishidan oldin ma'lum bir haroratga qizdiriladi. Bu kompressorga freon tomchilari o'tib ketmasligi uchun qilinadi. Agar freon tomchilari kompressorga tushadigan bo'lsa unda gidrodinamik zarba natijasida kompressor ishdan chiqishi mumkin. (1) – nuqtadan so'ng freon, agar ideallashtirilgan jarayon qaralganda, c nuqtaga izoentropik jarayonda kelishi kerak edi lekin bu jarayonni tajribada amalga oshirib bo'lmaydi. Agar kompressorni izoentropik FIK i (η_i) berilgan bo'lsa, h_2 (3) – formula orqali topiladi.

$$\eta_i = \frac{h_c - h_1}{h_2 - h_1} \quad (3)$$

[1 – 2] o'tishda kompressor har 1 kg freonni ko'chirishda bajargan solishtirma ish (l_{km}), (4) – formula yordamida aniqlanadi.

$$l_{km} = h_2 - h_1 \quad (4)$$

Keyingi [2 – 3] jarayonda kompressordan chiqqan qizigan freon gazi yuqori bosim ostida kondensatorga o'tadi va b nuqttagacha sovutilgandan so'ng kondensatsiya jarayoni boshlanadi. (3) nuqtada freon to'liq suyuqlikka aylanadi va shundan so'ng kengaytiruvchi drosselga yo'naltirildi. Kondensatorida ajralib chiqqan solishtirma issiqlik miqdori (q_k), (5) – formula orqali aniqlanadi.

$$q_k = h_2 - h_3 \quad (5)$$

Kengaytiruvchi drossel orqali o'tishda freonning bosimi va harorati kengayish hisobiga keskin pasayadi va sikl berkiladi. Yuqorida keltirilgan nuqtalar uchun barcha ma'lumotlar 1 – jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Freonning fizik-issiqlik xossalari.

Table 1.

Physico-thermal properties of freon.

Nomlanishi	Harorat - T [°C]	Bosim(absolut) - P [bar]	Entalpiya - h [kJ/kg]
1	8	7.967	429.3
2	68.4	21.31	469.9
b	35	21.31	426
3	32.9	21.31	253
4	-0.1	7.967	253
a	0	7.967	420.9

Berilgan real kompressor uchun COP qiymatini (6) – formula orqali hisoblasak quyidagi natitani olamiz.

$$COP_{real} = \frac{q_k}{l_{km}} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1} = \frac{469.9 - 253}{469.9 - 429.3} = 5.34 \quad (6)$$

Agar huddi shu sharoitlarda suvutish maqsadida issiqlik nasosini samaradorligini (EER) (7) – formula orqali quyidagicha hisoblash mumkin.

$$EER_{real} = \frac{q_0}{l_{km}} = \frac{h_a - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{420.9 - 253}{469.9 - 429.3} = 4.13 \quad (7)$$

Ko'rinib turibdiki real issiqlik nasosining samaradorligi idealiga nisbatan taxminan 2 barobar kichkina. Lekin shuni qo'shimcha qilib aytish mumkinki (1) – formuladan ko'rish mumkin bo'lgan muhim xulosalardan biri $\Delta T = T_1 - T_2$ qanchalik kichik bo'lsa, issiqlik nasosining samaradorligi shuncha katta bo'ladi. 2 – jadvalda HRH044U2 markali kompressorning, kondensator va bug'latkichdagi haroratga bog'liq tarzda EER qiymatlari keltirilgan. Agar bu jadvaldan COP qiymatini topmoqchi bo'lsak unga faqat 1 ni qo'shib qo'yish ($COP = EER + 1$) odatda yetarli bo'ladi. Bundan ko'rinib turibdiki T_1 ning ma'lum bir qiymatida ΔT qancha kichik bo'lsa, COP qiymati shuncha katta bo'ladi. ΔT ni kamaytirish uchun esa kondensator va bug'latkichlarning issiqlik almashinuv yuzasini oshirish kerak. Bu esa issiqlik nasosining narxini yanada ko'tarilishiga olib keladi. Boshqa tomonda issiqlik manbaining xususiyatlarini o'zgartirish kerak.



2 – jadval.

HRH044U2 markali kompressorning, kondensator va bug‘latkichdagi haroratga bog‘liq tarzda EER qiymatlari.

2 - table.

EER values of the HRH044U2 compressor as a function of condenser and evaporator temperatures.

T1\T2	-28	-26	-24	-22	-20	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10	12
28	1.85	2.04	2.23	2.42	2.63	2.85	3.08	3.33	3.61	3.9	4.23	4.58	4.97	5.41	5.88	6.41	7	7.66	8.4	9.22	10.16
30	1.7	1.88	2.07	2.26	2.46	2.67	2.89	3.13	3.38	3.65	3.95	4.27	4.63	5.01	5.44	5.92	6.44	7.03	7.68	8.41	9.22
32	1.54	1.73	1.91	2.1	2.29	2.49	2.7	2.92	3.16	3.41	3.68	3.98	4.3	4.66	5.04	5.47	5.94	6.46	7.04	7.68	8.4
34	-	1.57	1.75	1.94	2.13	2.32	2.52	2.73	2.95	3.18	3.44	3.71	4	4.32	4.67	5.06	5.48	5.95	6.46	7.03	7.67
36	-	-	1.59	1.78	1.96	2.15	2.34	2.54	2.75	2.97	3.2	3.45	3.72	4.02	4.33	4.68	5.06	5.48	5.94	6.45	7.01
38	-	-	-	1.61	1.79	1.98	2.17	2.35	2.55	2.76	2.98	3.21	3.46	3.73	4.02	4.34	4.68	5.06	5.47	5.93	6.43
40	-	-	-	-	1.63	1.81	1.99	2.17	2.36	2.56	2.76	2.98	3.21	3.46	3.73	4.02	4.33	4.67	5.04	5.45	5.9
42	-	-	-	-	-	1.64	1.81	1.99	2.18	2.36	2.56	2.76	2.98	3.21	3.46	3.72	4.01	4.32	4.65	5.02	5.42
44	-	-	-	-	-	-	1.65	1.82	2	2.18	2.36	2.56	2.76	2.97	3.2	3.45	3.71	3.99	4.3	4.63	4.99
46	-	-	-	-	-	-	-	1.65	1.82	2	2.17	2.36	2.55	2.75	2.96	3.19	3.43	3.69	3.97	4.27	4.6
48	-	-	-	-	-	-	-	-	1.65	1.82	1.99	2.17	2.35	2.54	2.73	2.94	3.17	3.41	3.66	3.94	4.24
50	-	-	-	-	-	-	-	-	1.48	1.65	1.81	1.98	2.16	2.33	2.52	2.72	2.92	3.14	3.38	3.63	3.9
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.48	1.64	1.8	1.97	2.14	2.32	2.5	2.69	2.9	3.12	3.35	3.59
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.48	1.63	1.79	1.95	2.12	2.29	2.46	2.67	2.87	3.08	3.31
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.47	1.62	1.78	1.94	2.1	2.27	2.45	2.64	2.83	3.04
58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.45	1.6	1.76	1.91	2.08	2.24	2.42	2.6	2.79
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.44	1.58	1.73	1.88	2.04	2.21	2.38	2.56
62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.42	1.56	1.71	1.85	2.01	2.17	2.34
64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.39	1.53	1.67	1.82	1.97	2.13

Yer osti suvlaridan foydalanganda.
Havo issiqlik manbai vazifasini bajarganda

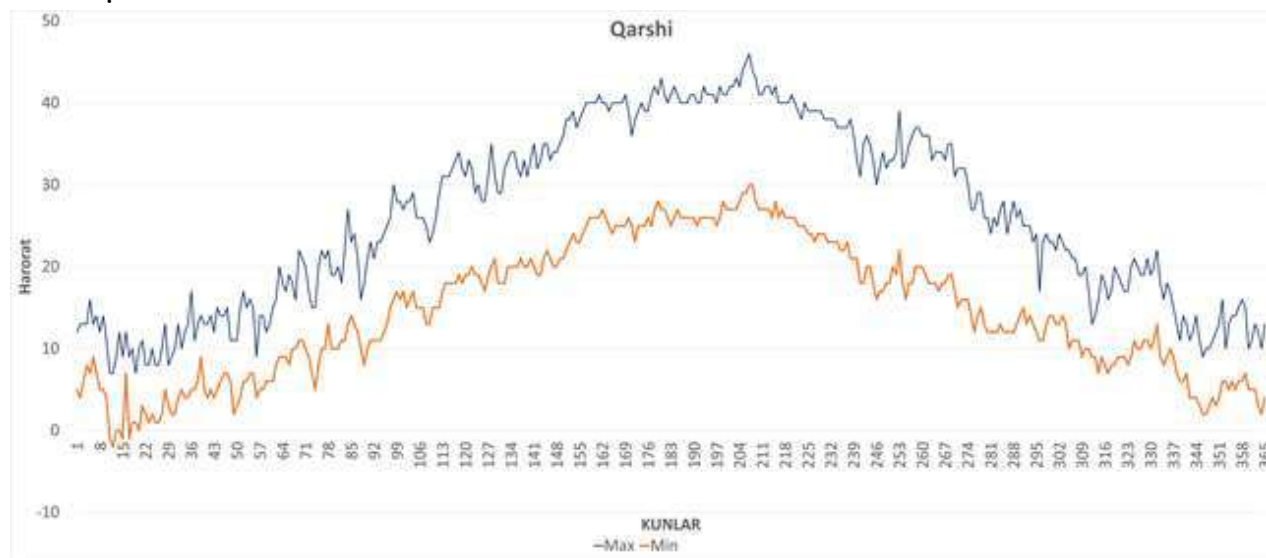
Masalan, havo o‘rniga suvdan foydalanish mumkin. Sababi suvning issiqlik sig‘imi havoning issiqlik sig‘imidan ancha katta. Issiqlik manbai sifatida havo olinganda $\tau = (15 - 20) ^\circ\text{C}$ ga teng bo‘lsa, suv ishlatilgan holatda $\tau = (5 - 10) ^\circ\text{C}$ ga teng bo‘lishi yetarli. Bundan kelib chiqadiki suv issiqlik manbai sifatida ishlatilgan haroratlar farqi ΔT $(15 - 20) ^\circ\text{C}$ ga kamayadi va bunda qo‘shimchasiga fankoyllarning o‘lchamlarini kichraytirish mumkin.

Yuqoridagi mulohazalardan ko‘rinib turibdiki issiqlik manbai sifatida yer osti suvlaridan foydalanish ancha samarali hisoblanadi. Undan tashqari yer osti suvlarining harorati mavsumga deyarli bog‘liq bo‘lmay, hududga qarab $T = (10 - 15) ^\circ\text{C}$ oralig‘ida o‘zgarib turadi. 2 – jadvalda keltirilgan solishtirishlarga e‘tibor bersak, isitish mavsumida tashqi harorat $0 ^\circ\text{C}$ bo‘lgan vaqtda, havoda ishlovchi issiqlik nasosining bug‘latkichining harorati $-15 ^\circ\text{C}$ bo‘lishi, xonada $25 ^\circ\text{C}$ haroratni ushlab turish uchun esa kondensatorning harorati $(38 - 40) ^\circ\text{C}$ bo‘lishi kerak. Bu holatda COP qiymati $2+1=3$ ga teng bo‘lishi kutiladi. Lekin jadvaldagi malumotlar vaqt kompressor uchun berilgan. Agar qo‘shimcha parraklar va qurilmalarning iste‘moli hisobga olinsa, $\text{COP}=2$ ga teng deb olib ketish mumkin. Xuddi shu sharoitlarda yer osti suvlaridan foydalanilsa, yer ostidan chiquchi suvning harorati yuqoriligi hisobiga bug‘latkichdagi haroratni $(2 - 5) ^\circ\text{C}$ atrofida tanlanadi. Ikkinchi holatda COP 4 dan yuqori yani issiqlik nasosining samaradorligi ikki barobar yuqori bo‘ladi.

Endi, agar yozgi mavsumni qarab chiqsak, tashqi harorat $40 ^\circ\text{C}$ bo‘lsa, havo orqali sovitiladigan kondensatorning harorati $(55 - 60) ^\circ\text{C}$ bo‘lishi, xona harorati $20 ^\circ\text{C}$ bo‘lganda bug‘latkich harorati $5 - 10 ^\circ\text{C}$ bo‘lishi kerak. Bu holatda issiqlik nasosi uchun EER 2 – 3 atrofida bo‘ladi. Lekin agar harorati $15 ^\circ\text{C}$ bo‘lgan suvdan foydalanilsa, kondensator harorati $(25 - 30) ^\circ\text{C}$ atrofida bo‘ladi. Bunday holatda issiqlik nasosining EER qiymati 7 dan yuqori bo‘ladi. Ko‘rinib turibdiki sovitish mavsumida ham, yer osti suvlaridan foydalanilgan holatda issiqlik nasosining samaradorligi 2 – 3 barobar oshadi. Ayniqsa harorat juda yuqori bo‘lganda yoki juda past bo‘lganda bu ko‘rsatkich 4 barobardan ham oshib ketadi. Shundan kelib chiqib harorat yozda uzoq muddat juda yuqori bo‘ladigan hududlarda yoki qishda harorat uzoq vaqt davomida juda past bo‘ladigan hududlarda yer osti suvlaridan foydalanish yanada samaraliroq hisoblanadi.

Quyida misol tariqasida Qarshi shahrida, yil davomida, haroratning o‘rtacha qiymatining grafigi keltirilgan (4 – rasm). O‘zbekistonda isitish mavsumi [3] havo harorati 5 kun davomida o‘rtacha $8 ^\circ\text{C}$ dan past bo‘lgan muddatda boshlanadi va 5 kun davomida $8 ^\circ\text{C}$ dan yuqori bo‘lgan vaqtdan

tugaydi. Agar quyidagi grafikka e'tibor bersak havo harorat 8 °C dan past bo'lgan kunlar soni 100 kunga teng. Bu mavsum uchun 2 – jadvaldan foydalansak, havo-havo issiqlik nasoslari uchun COP ning o'rtacha qiymati 2,5 – 3 atrofida, yer osti suvi – havo issiqlik nasosi COP qiymati 4,5 atrofida. Bundan ko'rinib turibdiki bu mavsum uchun issiqlik nasosining samaradorligi 1,5 marta oshadi.



4 – rasm. Qarshi shahridagi yillik o'rtacha harorat.
Fig.4. Annual average temperature in Karshi.

Agar 4 – rasmdagi diagrammadan qaraydigan bo'lsak, iyun oyining boshidan avgust oyining oxirigacha, Qarshi shahridagi kunduzgi haroratning o'rtacha qiymati 38 °C, kechki haroratning o'rtacha qiymati 24 °C ga teng. Yana 2 – jadvalga e'tibor bersak, havo – havo issiqlik nasoslari uchun COP qiymati ortacha 2,5 – 3 atrofida bo'ladi. Ba'zi bir issiq kunlar uchun($T > 45$ °C) bu ko'rsatkich 2 dan ham past bo'ladi. Agar yer osti suvlari – havo issiqlik nasoslari uchun qaraydigan bo'lsak, COP qiymati 6 dan ham yuqori bo'lishini ko'rishimiz mumkin. Ya'ni yozgi mavsumda issiqlik nasoslarini Qarshi shahri uchun qo'llaganimizda uning samaradorligi kamida ikki barobar oshadi.

Xulosa

Issiqlik nasoslari hozirda, elektr energiyasini issiqlikka aylantiruvchi qurilmalar hisoblansada ular gazda ishlaydigan isitkichlar bilan raqobatlasha olishi uchun ularning COP qiymati kamida 3 ga teng bo'lishi talab qilinadi. Buning asosiy sabablaridan biri issiqlik nasoslari odatda nisbatan qimmat energiya turi – elektr energiyasini iste'mol qiladi. Albatta katta quvvatli dizel dvigatellari vositasida harakatga keltiriladigan issiqlik nasoslari bunday muammodan holi. Lekin shuni aytish kerakki issiqlik nasoslariga sovutish masalasida raqobatchi qurilmalar deyarli yo'q. Shuning uchun agar issiqlik nasoslarini o'rnatilarkan, ularni isitish va sovutish mavsumidagi samaradorligini oshirishga harakat qilish kerak. Shu maqsadda yer osti suvlaridan foydalanish katta samaradorlik berishini ya'ni Qarshi shahrida isitish mavsumida 1,5 martadan ortiq, sovutish rejimida 2 martadan ortiq samaradorlikka erishish mumkinligi maqolada ko'rsatib o'tildi. Bu esa elektr energiya uchun harajatlarni o'rta hisobda ikki marta kamayishiga olib keladi. Yana shuni aytish kerakki samaradorlikni oshishi ayni o'sha bino uchun quvvati ikki marta kichikroq bo'lgan qurilma o'rnatish imkonini beradi. Bu natijada qurilmaning arzonlashishiga yoki yer osti suvlarini chiqarish uchun qilinadigan qo'shimcha harajatlarni to'liq qoplash imkonini berishi mumkin. Bundan tashqari yer osti suvlari sug'orish, yong'inni o'chirish va havoni namlantirishga o'xshash qo'shimcha afzalliklarga ham ega.

Foydalanilgan adabiyotlar



- [1] <https://pogoda.mail.ru/prognoz/delhi/by-month/>
- [2] [Погода в Канаде по месяцам и сейчас: прогноз на 3 дня и на 2 недели \(tonkosti.ru\)](#)
- [3] <https://lex.uz/docs/-2430765>
- [4] Трубаев, П. А. Б. М. Гришко, Тепловые насосы. Учеб. Пособие. Белгород: Изд-во БГТУ им. Шухова, 2009. 142 с
- [5] Chemekov V. V., Kharchenko V. V. The heat supply system for a self-contained dwelling house on the basis of a heat pump and wind power installation. Thermal Engineering. 2013. – Т. 60, № 3. – р 212 – 216
- [6] Рей Д., Макмайл Д. Тепловые насосы. Москва. Энергоиздат. 1982. 17 – 23 с.

Correspondence: Ismoilov Sherzod Gayratovich-researcher

E-mail: ismoilovsherzod53@gmail.com