



O'ZBEKISTONDAGI GEOTERMAL SUV MANBALARI VA ULARDAN FOYDALANISH USULLARI.

Raxmatov Ilhom Ismatovich

Dotsent, Buxoro davlat universiteti

Xamidova Zarinabonu Olimovna

Magistrant, Buxoro davlat universiteti

Buxoro, O'zbekiston

e-mail: i.i.raxmatov@buxdu.uz, z.o.xamidova@buxdu.uz

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7790644>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 25- mart 2023 yil

Ma'qullandi: 28-mart 2023 yil

Nashr qilindi: 31-mart 2023 yil

KEY WORDS

geotermal suv manbalari, issiqlik energiyasi, temperaturasi, geotermal suv tizimlari va sxemalari.

ABSTRACT

maqolada O'zbekistondagi geotermal suv manbalar va ulardan samarali foydalanish usullari haqida so'z yuritilgan. Geotermal suv energiyasidan hozirgi paytda juda keng maqsadlardan foydalanilmoqda. Yer qatlamining tuzilishiga e'tibor bersak uning chuqurligi qancha ortib boraversa temperatura ham shuncha ortib boraveradi. Geotermal suvdan foydalanish sxemalari bayon qilingan.

Yer ostining 50 km chuqurligida temperatura 700-800°Cga 500 km chuqurlikda esa temperatura 1500-2000°Cga 1000 km da 1700-2500°C 2900 km da esa 2000- 4700 va yer sharining markazida esa 7371 km da 5000°C temperatura bo'ladi. Har bir 1 km chuqurlikda temperaturaning o'zgarishi geotermik gradient deb ataladi.

Geotermal issiqlik energiyasining quvvati yer markazidan uning periferiyasigacha taxminan 4000 marta quyosh radiatsiyasidan kichik, lekin hamma mamlakatlarning elektrostantsiyalari quvvatidan 30 marta katta. 5 km chuqurlikda geotermal energiyaning zaxirasi $4 \cdot 10^{18}$ kDj bo'ladi.

Geotermal suvlar quyidagicha tizimga keltiriladi; issiqlik potentsialiga qarab, kimyoviy tarkibiga qarab, tarkibidagi gazga qarab:

Temperaturasiga asosan : past geotermal - 40°C gacha, normal geotermal-60°Cgacha, yuqori geotermal - 100°C gacha , o'ta yuqori geotermal - 100°C dan yuqori.

Mineralizatsiya darajasiga asosan: 1. Ultra chuchuk, 2. Chuchuk, 3. Past tuzli, 4. Kuchli tuzli, 5. Tuzli, 6. Sho'r.

Umumiy aktivligiga asosan mm/7 v: 1.juda yumshoq, 2.o'rtacha yumshoq, 3.yumshoq, 4.qattiq, 5.juda qattiq.

Tarkibidagi kislotasiga asosan: 1.Kuchli kislotali, 2.Kislotali, 3.Kuchsiz kislotali, 4.Neytral kislotali, 5.Past asosli kislotali, 6.Asosli.

Tarkibidagi gaziga asosan: 1.Oltinugurt vodorodli, 2. SO₂ li, 3.Azot va karbonot anhidridli, 4.Metanli, 5 Azot metanli, 6.Azotli

Gazga to'yish darajasiga qarab: 1.Past to'yingan gazli, 2.O'rtacha to'yingan gazli, 3.Yuqori to'yingan gazli

O'zaro hamdo'stlik mamlakatlarida (sobiq SSSRda) maydoni 25 mln m² bo'lgan issiq xonalar geotermal suv eyaergiyasi bilan isitilgan va undan yiliga 1 mln tonna mahsulot olinadi.

ASOSIY QISM

O'zbekistonda pam anchagina geotermal suv manbalari mavjud. Tyan-Shan Pomir bu rayonlar geotermal suv koniga boydir.

Geotermal suv faqatgina Zarafshon, Oltoy, Farg'ona va Nurato tog'larida, Qizilqum tog'larining bir qismida yo'q. Farg'ona artezian basseynida 70°C-80°C temperatura atrofida suvlar mavjud. 20 ta geotermal suv manbalari yiliga bergan issiqlik miqdori, 350-400 ming tonna ko'mirni yonishidan hosil bo'ladigan energiyaga tengdir.

Qizilqum artezian basseynida sutkasida 50-70 ming m³ kam mineralizatsiyalashgan (2-5 g/l) temperaturasi 30-60°C suv beradi. Toshkentda 40-75°C atrofida bo'lgan geotermal suvdan foydalaniladi. Geotermal suv Buxoro va Qarshida ko'p. Quyidagi jadvaldan buni ko'rish mumkin.

1.1-jadval

No	Geotermal suv manbalari:	Chuqurligi	temperaturasi °C	mineralizatsiyasi
1	Buxoro (148)	1-1000	55	2.8
2	Shofirkon (32)	1200	57	4.8
3	Rometan	1500	74.2	9
4	Qaroboir	1200	70	2
5	Xo'jaquduq	940	60	1.8
6	Shumon	1400	72.6	5.2

Ma'lumotlarga qaraganda O'zbekiston respublikasidagi geotermal suv zaxiralarini taxminiy ro'yxati quyidagichadir.

1.2-jadval.

Joy nomlari	25 km ² dagi suv zaxira	Suv harorati °C	mineralizatsiyasi mg /l	zahira	
				sutkasiga	l/s
Orol bo'yida	Uchto'g'on	40,5	168	287.104	332
	Chuqurkon	40,8	2.7	0,95	118
	Boymurod	36	2.9	249.104	388
Buxoro-Qarshi	Romitan	68	3.5	1,46.104	169
	Buxoro	72	8	1,58.104	183
	Muborak	70	4	1,57.104	184
Toshkentda	Toshkent	75	1	0,9. 104	92
	Vanovski	65	1	0,4. 104	49
Qizilqumda	Mingbuloq	42	3	0,9. 104	269
	Oqsoy	35	2	4,5. 104	521
	Oktyabr	42	2	4,7. 104	553

Geotermal issiqlik ta'minotining asosiy turlari.

Geotermal isitish sistemalarini loyihalash va ishlatish tajribasi geotermal issiqlik tashuvchi alohida xususiyatlarga ega ekanligini va bu xususiyatlarni loyihalash paytida hisobga olishni taqozo etadi.

Bunday xususiyatlar geotermal suvning nisbatan past issiqlik saqlanish (teplosoderjanie), manbadan chiqayotgan suvning doimiy temperaturasi suv aylanishi yopiq sistemasining yo'qligi, ishlatilishining faqat bir martaligi uzoqqa suvni uzatish mumkin emasligi, qatlamlardagi suvlarning mineralizatsiyasi.

Quvvatning bir tekis taqsimalanmaganligi bo'lib hisoblanadi. Geotermal suvlarning iqtisodiy tejamkorligi uning issiqlik potentsialini foydalanish darajasi, hisobiy suvni chiqish unumidan to'la-tekis foydalanish bilan belgilanadi. Odatdagi isitish sistemalarida foydalanilgan temperatura potentsiali qozonxonaga qaytadi (TES). Geotermal suv bilan isitish sistemasida esa ishlatilmagan issiqlik potentsiali bekorga yo'qotiladi.

Suv qudug'ining bir xil (debiti) unumi bilan har xil miqdordagi istemolchilarni ta'minlash mumkin.

Bu sistemadan chiqarib tashlanayotgan geotermal suvning oxirgi temperaturasiga bog'liq bo'ladi. Geotermal suvning nisbatan past temperaturasi isitish sistemalarini loyihalashga qo'shimcha shart qo'yadi.

Shu paytgacha to'plangan tajribalar geotermal isitish sistemasi sxemasini tanlash va ish rejimi bo'yicha ma'lum tanlov yo'lini belgilagan.

Sxemaning hisob parametrlari aniqlanadi, mumkin bo'lgan, mavsumiy iste'molchilarni tanlash; texnik iqtisodiy hisobni bajarish.

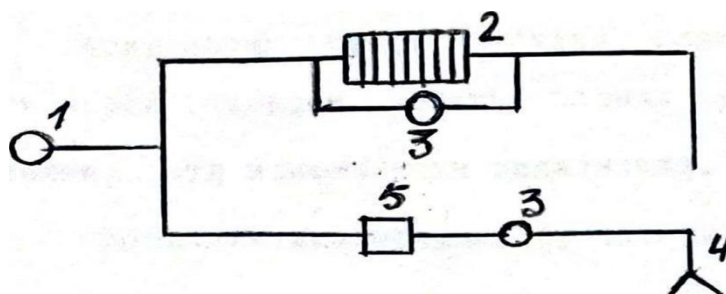
Kimyoviy tarkibi va mineralizatsiyasiga qarab geotermal suvlardan isitish maqsadlarida foydalanishqning quyidagi usullari mavjud.

geotermal suvni bevosita isitish sistemasiga uzatish

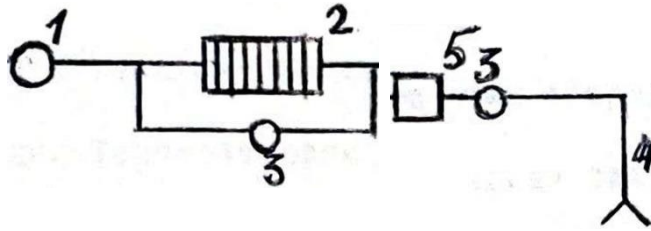
geotermal suvni kimyoviy suv tozalagichdan so'ng isitish sistemasiga uzatish;

geotermal issiqlikni oraliq issiqlik almashinuvi apparati orqali isitish sistemasiga uzatish

Geotermal isitish sistemasining eng oddiy sxemasi, bu geotermal suvni bevosita isitishga yoki issiq suv bilan ta'minlash sistemasiga uzatishdir. Bulardan birinchisi geotermal suv resurslari kam bo'lgan rayonlarda ishlatiladi va isitish sistemasiga issiqlik boshqa manbadan keladi.



1-rasm. Parallel (a) va ketma-ket (b) ulanish va uzatish sxemasi



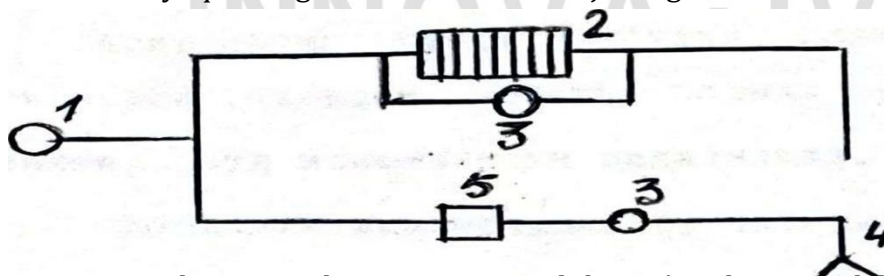
1-quduq, 2-isitish sistemasi, 3-nasos, 4-issiq suv bilan ta'minlash sistemasi, 5-Bak – akumulyator.

Agar issiq suvga nisbatan issiqlikga talab katta bo'lsa, masalan teplitsa parnik xo'jaligida, unda geotermal suv isitish uchun ishlatiladi.

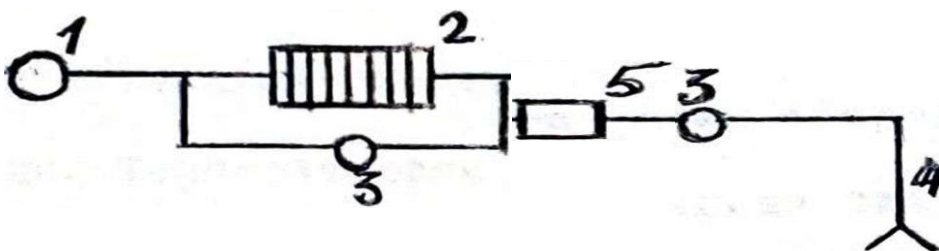
Kundalik amaliyotida bu sxemalarning turli kombinatsiyalari ishlatiladi. Masalan 1-rasmda geotermal suvni ham isitish hamda issiq suv bilan ta'minlash sxemasi keltirilgan. Geotermal suv quduqdan.

1 bevosita isitish sistemasi 2 ga boradi va issiq suv bilan ta'minlash sistemasiga esa bak akumulyator 5 orqali boradi. Temperaturani ma'lum o'lchovda saqlash uchun qaytib ketayotgan suv nasos 3 bilan qayta sistemaga haydaladi va temperatura normallashtiriladi. Geotermal isitish sistemalarini loyihalashda, quduqlar va isitish ob'ektlari orasidagi gidravlik bog'liqlik xisobga olinmasligi kerak, chunki 2-1 quduqdan so'ng to'plash baki mavjud unga suv nasoslar orqali to'planadi va so'ng istemolchiga uzatiladi. (sxemada bu bak kursatilmagan)

Bu sxema geotermal suv zapasi ancha ko'p bo'lgan rayonlar uchun va iste'molchilar chegaralangan nagruzkalarda ishlaymaydigan ob'ektlar uchun va istemolchi bilan quduqlar orasidan masofa yaqin bo'lgan hollar uchun mo'ljallangan.



2-rasm. Geotermal suv isitishga va issiq suv bilan ta'minlaga paralel a) va ketma -ket b) uzatish va issiq suv hamda isitish sistemasining suvni soatda qo'shimcha isitish.



1-quduq, 2-isitish sistemasi, 3-nasos, 4- issiqlik bilan ta'minlash sistemasi, 5-akkumulyator baki, 6-pik soatlarida ishlovchi kozon kurilmasi.

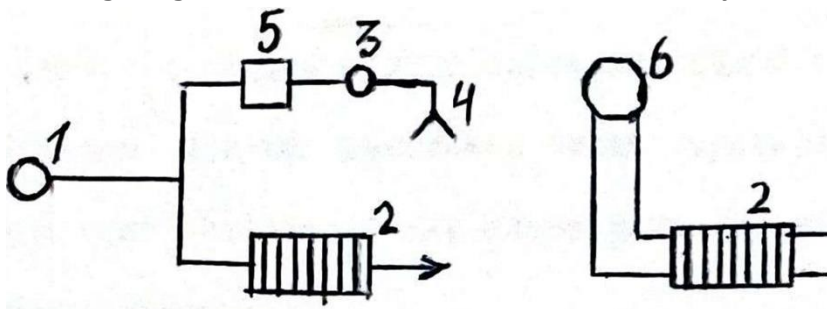
Geotermal suv resurslari chegaralangan va iste'molchilar nagruzkalari katta bo'lgan rayonlar uchun avval geotermal suv bilan isitish va so'ng issiq suv bilan ta'minlashning ketma-ket sxemasi (1-rasm) qo'llaniladi

Agar issiqlikka bo'lgan talab, 1-rasmda ko'rsatidgan tartibda ishlovchi geotermal isitish sistemasi issiqlik potentsialida katta bo'lsa, ko'shimcha pik soatlarida ishlovchi qozon sistemasida suv isitilib isitish sistemasiga yuboriladigan sxema ishlatiladi (2-rasm a,b)

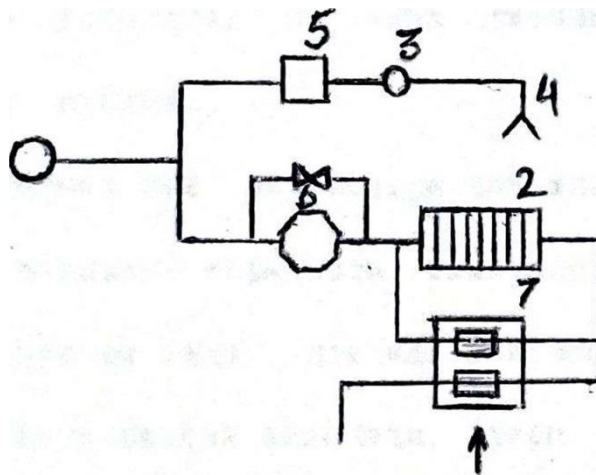
Bu usul o'shanday nagruzkalarda termal suv sarfini sezilarli ravishda kamaytiradi. Ammo bunda hamma termal suvlarni xam isitib bo'lmagligini xisobga olish zarur. Chunki ayrim geotermal suvlar isitilgandan so'ng korroziyani kuchaytirib tuz cho'kmalar xosil bo'lishi tezlashadi.

Geotermal suvni pik soatlarida qo'shimcha isitishni 2-rasm (b) da ko'rsatilgan sxema bo'yicha avval isitish so'ngra issiq suv bilan ta'minlash uchun xam qo'llash mumkin. Bunda isitish va issiq suv bilan ta'minlash ketma-ket amalga oshiriladi.

Agar maksimal nagruzkalar mavjud bo'lib, geotermal suv manbaining temperaturasi yetarli bo'lmasa yoki debiti cheklangan bo'lib, kimyoviy tarkibi qo'shimcha isitishga imkon bermasa, odatdagi va geotermal isitish sistemasini kombinatsiyalashtirib ishlatish mumkin (Rasm-3)



3-rasm. Geoterma suv bilan isitishning avtonom sistemasi va pik soatlarida ishlovchi qozon qurilmasi sxemasi



4-rasm. Geotermal suvning suv va havo bilan kombinatsiyalashgan isitishning sxemasi

Bunda geotermal isitish sistemasi, oddiy suvda ishlovchi avtonom isitish sistemasi bilan to'ldiriladi. Avtonom isitish sistemasi pik soatlarida ishlovchi qozon bilan ta'minlangan.

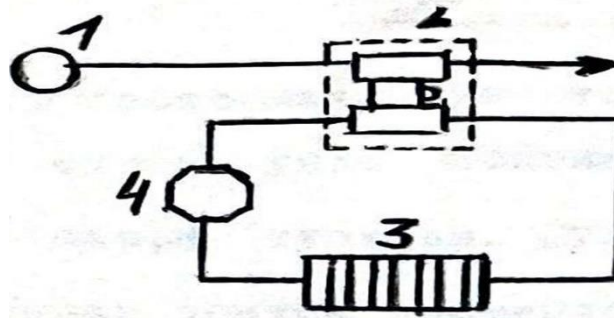
Yuqorida ko'rsatilgan sxemalarni geotermal suv bilan isitish sistemalarining asosiy sxemalari deb qarash mumkin.

Shu sxemalar va ularning kombinatsiyalariga tayanib, (turli elementlarni qo'yish orqali) har xil turdagi istiqbolli geotermal issiqlik ta'minoti sxemalarini tuzib olish mumkin.

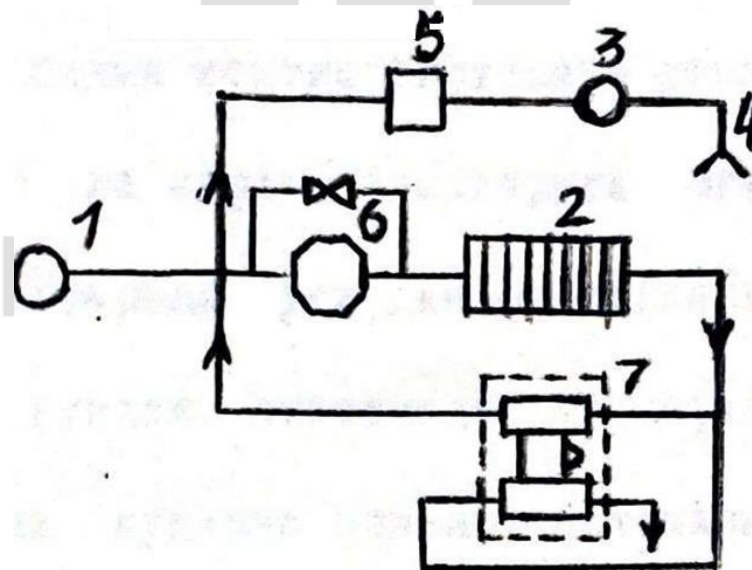
Termal suv resurslari cheklangan rayonlar uchun geotermal issiqlik ta'minoti samaradorligini oshirish maqsadida suv va havo yordamida isitishning kombinatsiyalashtirilgan sxemalari tavsiya qilinadi. (4-rasm)

Quduqdan (1) geotermal suv 2 ta parallel tarmoq orqali issiq suv bilan ta'minlash (4) va isitish sistemasi (2) ga keladi, geotermal suv pik soatida isitishdan so'ng suv bilan isitish sistemasi 2 ga va havo bilan isitish sistemasi kaloriferlari 7 ga qoladi.

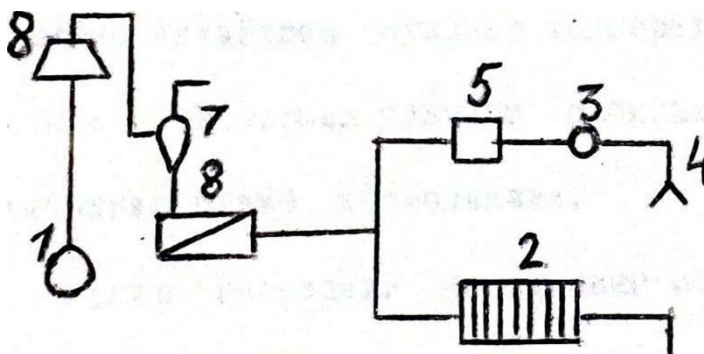
Qaytayotgan suv, suv bilan isitish sistemasi va oxirgi isitish kaloriferlaridan birlamchi isitish kaloriferi 8 ga qo'yiladi va so'ngra sistemadan chiqarib tashlanadi.



5-rasm. Termotrik formatirlarni ko'plab geotermal suv bilan isitish sistemasining sxemasi. 1-quduq, 2- issiqlik nasosi, 3-isitish sistemasi, 4-pik soatlarida ishlovchi qozon sistemasi



6-rasm. Geotermal suv bilan isitish sistemasini tashlanadigan suvi bilan ishlovchi issiqlik nasosi mavjud bo'lgan sxema



7-rasm. Oldindan suvni tayyorlab geothermal suv bilan isitish sistemasining sxemasi.1-5 lar 6-

rasmdagidek, 6-suvni kimyoviy tozalash qurilmasi, 7-degazator

Agar geotermal suv temperaturasi yetarli darajada yuqori bo'lsa unda isitish zarur yemas. Ammo bunday holda suv sarfi ko'payadi. Suv bilan isitish sistemasining xavo bilan isitish sistemasi bilan kombinatsiya shunday energetik effekt beradiki, faqatgina havo bilan isitish sistemasida bunday natijaga erishib bo'lmaydi.

Shu bilan birga ta'kidlash lozimki qaralayotgan sxema bo'yicha, havo bilan isitish sistemasi o'zining konstruktiv cheklanishlari va murakkabliklariga ega. Shuning uchun isitish tarmoqlarida ulardan foydalanish biroz og'irroq.

Bunday sistemada temperaturani boshqarish pik soatlarida qo'shimcha isitish sistemasi hissasini kamaytirish va hatto o'chirib qo'yish orqali amalga oshiriladi. Agar pik soatlarida isitish qozonlari sistemada mavjud bo'lmasa, unda temperaturani boshqarish qaytib ketayotgan suvni yani sistema qo'yish orqali amalga oshiriladi. Sistemadan chiqib ketayotgan suvning temperaturasi 15-20° C bo'lsa, unda geotermal suvning issiqlik potentsiali to'la foydalanilgan bo'lib hisoblanadi.

Agar geotermal manbaining issiqlik potentsiali uncha katta bo'lmasa isitish sistemasida termotransformatorlardan foydalanish yuqori samara beradi. Shunday sistema sxemasi 5-rasmda ko'rsatilgan. Geotermal suv quduqdan issiqlik nasosining bug'lantirgichiga (isparitel) qo'yiladi va uning issiqligi hisobidan ishchi modda bug'lanadi. Hosil bo'lgan bug' kompressorda qisiladi va temperaturasi ko'tarilgan holda kondensatorda o'tadi. Kondensatorda bug' fazasining issiqligi, isitish sistemasi konturida aylanma harakat qilib turgan issiqlik tashuvchi (suvga) beriladi. Zarurat tug'ilgan paytda sistemada pik soatlarida ishlovchi qozon qurilmasi 4 o'rnatishi mumkin.

Issiqlik nasoslarini qo'llash past temperaturali manbalar uchun o'zining samaradorligini ko'rsatgan. Issiqlik nasoslarini shuningdek isitish sistemalarining suvlari tashlanayotgan qismida ham o'rnatish mumkin bu 6-rasmda ko'rsatilgan. Bunday sistemalar termal suvlar resurslari cheklangan, qazib olishi va uzatish qimmat bo'lgan rayonlarda qo'llaniladi. Yoz davrida teplotransformatorli isitish sistemalarini sovuq havo olish rejimida ham ishlatish mumkin.

Yuqorida ta'riflangan geotermal isitish sistemalarida odatda past mineralizatsiyali suvlar (mineralizatsiyasi -10 g) ishlatiladi. Bunday suv resurslari cheklangandir.

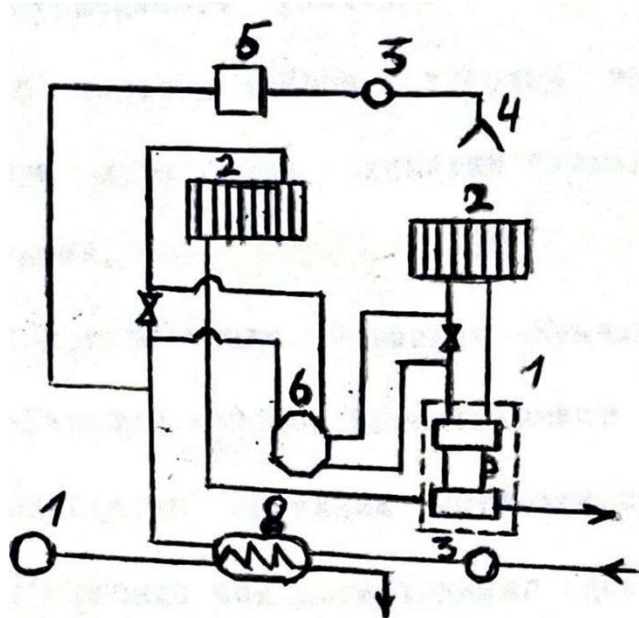
Yuqori mineralizatsiyali suvlar (35 g/l gacha) ishlatish uchun qo'shimcha dastlabki kimyoviy ishlov berish talab qilinadi.

Shu maqsadda quduqdan suv chiqqandan so'ng, tog' qismlaridan tozalagichdan (shlamo otidelitel) undan degazator va suvni kimyoviy tozalagichga o'tadi. Xuddi shunday sxema 7-rasmda ko'rsatilgan. Geotermal suvlarning ko'pchilik qismi tuzli ya'ni mineralizatsiyasi yuqori bo'lgan suvlar bo'lib hisoblanadi.

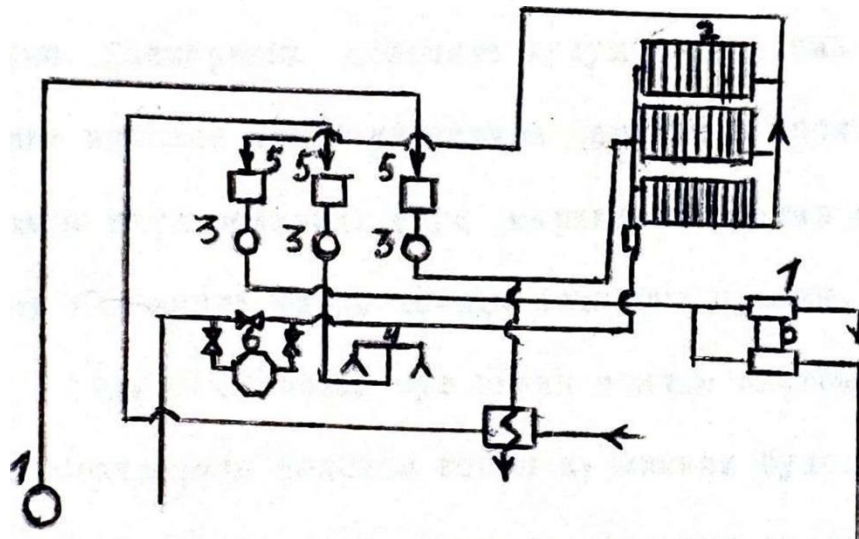
Ularni bevosita isitish sistemasida ishlatib bo'lmaydi chunki, korroziyaga aktivligi va turli (qatlam) cho'kma hosil bo'lishi kuchli. Tuzli geotermal suvlarning issiqlik potentsialini oraliq issiqlik almashinuv apparatlari orqali issiqlik bilan ta'minlash sistemalarida ishlatish mumkin. 8-rasmda geotermal suv bilan isitish sistemasining kombinatsiyalashgan turi sxemasi keltirilgan. Bunda oraliq issiqlik almashinuv apparati issiqlik nasosi va pik soatlarida ishlovchi qozon uskunasi, ishlatilgan. Vodoprovod suvi geotermal suv issiqligi bilan oraliq issiqlik almashinuv apparatida isib 2 ta parallel tarmoq orqali issiq suv bilan ta'minlash sistemasi 4 ga va isitish sistemasi 2 ga uzatiladi.

Zarur bo'lgan taqdirda uning temperaturasi pik soatlarida ishlovchi qozon b uskunasi bilan oshiriladi.

Isitish sistemasidan chiqib ketayotgan suv issiqlik nasosining bug'lantirgichiga tushadi va kondensatorda isitilgan suv yoki isitish sistemasiga yoki pik soatlarida ishlovchi qozon qurilmasiga uzatiladi.

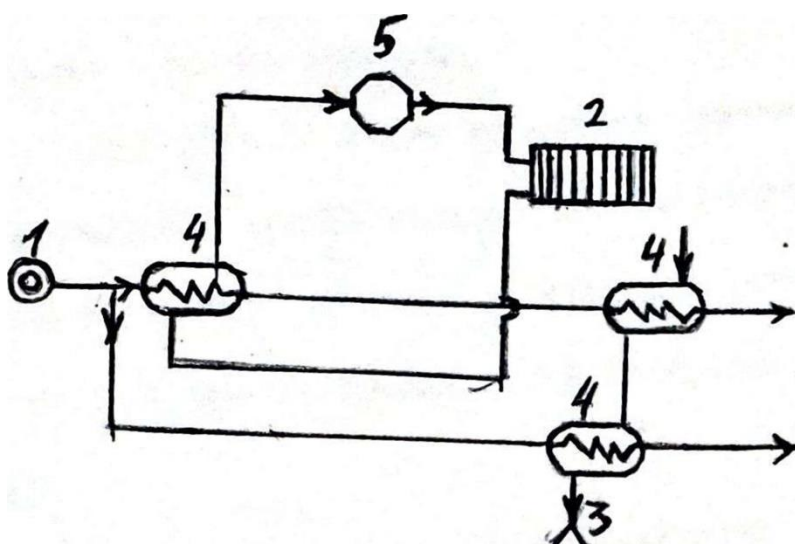


8-rasm. Oraliq issiqlik almashinuv apparati bo'lgan qozon uskunalari va issiqlik nasosi mavjud bo'lgan kombinatsiyalashgan geotermal isitish ta'minoti.



9-rasm. O'rta-Partun. Tajriba ishlab chiqarish teplitsa kombinatining prinsipial sxemasi
Ishlab chiqarish rayoni, iqtisodiy va geologik, sharoitlarga ko'ra boshqa sxemaviy sxemalar yechimlar bo'lishi mumkin.

Misol tariqasida, 9-rasmda Kamchatkada ishlab turgan O'rta-Paratun teplitsa kombinatining geotermal suv bilan ishlaydigan issiqlik sistemasi sxemasi keltirilgan. 10- rasmda esa Dog'istonning Kaspiysk shahrida oraliq issiqlik almashinuvii apparatlari bo'lgan isitish sistemasi sxemasi keltirilgan.



10-rasm. Kaspiysk (Dog'iston) shahrining issiqlik ta'minoti tasvirlovchi prinsipal sxema
Geotermal issiqlik ta'minoti sistemasining texnik iqtisodiy ko'rsatgichlari isitish asboblarning konstruksiyasiga bog'liq bo'ladi. Ko'p hollarda geotermal isitishda odatda isitish sistemalarining batareyalaridan foydalanadilar.

Ammo ular yuqori temperaturalarga mo'ljallangandir. Buning natijasida issiqlik beruvchi yuzalari oshirishga to'g'ri keladi. Bu esa sistemani qimmatlashtiradi. Past temperaturalarga mo'ljallangan isitish apparatlari ishlab chiqarishni yolga qo'yish lozim.

XULOSA

Geotermal suv bilan isitish sistemasini rejimini boshqarish aniq-konkret sxemaviy yechimlar orqali aniqlanadi. Boshqarishni bevosita quduq yonida, pik soatlarida ishlovchi qozon qurilmasi orqali yo issiqlik nasoslari qurilmalarida yoxud markaziy isitish punktlarida va binolarga kirish joyida boshqarish mumkin.

Agar geotermal suv bilan isitish sistemasida pik soatlarida ishlovchi qozon qurilmasi bo'lsa, temperaturani boshqarish, suvni qo'shimcha isitishni kamaytirib borish bilan amalga oshiriladi. Pik soatlarida ishlovchi qozon sistemasi o'chirilgandan so'ng boshqarish, quduqdan olinadigan geotermal suv sarfi kamaytirilib unga qaytib ketayotgan suvdan turli miqdorda qo'shiladi. Agar sistemada issiqlik nasoslari bo'lsa unda sifatli boshqarish, uning ayrim quvvatlarini ketma-ket ajratish orqali ya'ni qurilmani ayrim pog'onalarini va o'zini to'liq to'xtatish yo'li bilan turbokompressor va boshqalarni o'chirish bilan amalga oshiriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Tomaszewska B. et al. Utilization of renewable energy sources in desalination of geothermal water for agriculture //Desalination. – 2021. T. 513. –C. 115151.
2. Gude V. G. Geothermal source potential for water desalination–Current status and future perspective //Renewable and Sustainable Energy Reviews. –2016. – T. 57. C. 1038-1065.
3. Powell T., Cumming W. Spreadsheets for geothermal water and gas geochemistry //Proceedings. –2010. –C. 4-6.
4. Kim M. et al. Design of a high temperature production heat pump system using geothermal water at moderate temperature //Current Applied Physics. – 2010. – T. 10. –№. 2. –C. S117-S122.
5. Adaro J. A. et al. Geothermal contribution to greenhouse heating //Applied Energy. – 1999. T. 64. – №. 1-4. C. 241-249.

6. Bundschuh J., Tomaszewska B. (ed.). Geothermal water management. – CRC Press, 2018.
7. Kagel A., Bates D., Gawell K. A guide to geothermal energy and the environment. – 2005.
8. Гафуров Н. М., Гафуров А. М. Способ работы низкотемпературного теплового двигателя от источника геотермальной воды //Форум молодых ученых. – 2017. – №. 5 – С. 525-528.
9. Белоокая, Н. В., & Пивоварова, Е. И. (2015). Обзор альтернативных источников энергии. Геотермальная энергия. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость, (1 (12)), 67-72.
10. Rakhmatov, I. I. (1995). Investigations into kinetics of sun drying of herb greens. Applied solar energy, 31(5), 61-66.
11. Рахматов, И. И. (1993). Повышение эффективности сушки пряной зелени с использованием нетрадиционных источников энергии.
12. Рахматов, И. И., & Саидова, Р. М. (2016). Термодинамика геотермального теплоснабжения. Молодой ученый, (13), 84-86.
13. Рахматов, И. И., & Изомов, Ш. Н. У. (2022). Температурно-радиационный режим территории Узбекистана для построения солнечных теплиц. Science and Education, 3(6), 541-547.
14. Rahmatov, I. I., & Soliyeva, Z. N. Q. (2022). O'zbekistonda shamol elektrostansiyalaridan foydalanish. Science and Education, 3(6), 409-412.

INNOVATIVE
ACADEMY