

## YER OSTI ISSIQLIK AKKUMULYATORIDAGI NOSTATSIONAR ISSIKLIK JARAYONINI MODELLASHTIRISH

Xayriddinov B.E<sup>1</sup>, G'aniyev S.Y<sup>2</sup>, Olimova D.A<sup>1</sup>

Qarshi davlat universiteti<sup>1</sup>, Qarshi davlat texnika universiteti<sup>2</sup>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16755678>

**Annotatsiya:** Mayda donador shaklidagi issiqlik akkumulyatorida issiq xavoni massiv tarkibidagi qatlam bilan o'zaro ta'sirlashib issiqlik miqdorini samaradorligi kuchayadi. Massiv tuproq tarkibidagi katta tog' jinsli bloklardan tuzilgan issiqlik akkumulyatorida issiq havoning o'zaro ta'sirlashida sodir bo'ladigan issiqlik miqdori donador qatlamdagiga nisbatan kam bo'ladi. Agar bloklar oralig'ini 2-5 sm ga ochilishi g'ovakligi oshirilishi bilan xavo oqimini bloklar orqali sirkulyatsiyalanishi natijasida issiqlik akkumulyatorini samaradorligi ortadi.

**Kalit so'zlar:** Yer osti issiqlik, akkumulyator, issiqlik-fizikaviy, nostatsionar issiqlik.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ГЕОТЕРМАЛЬНОМ ТЕПЛОМ АККУМУЛЯТОРЕ

**Аннотация:** В мелкозернистом тепловом аккумуляторе эффективность теплопередачи увеличивается за счёт взаимодействия горячего воздуха со слоем в массиве. В тепловом аккумуляторе, выполненном из крупных каменных блоков массива, количество тепла, выделяемого при взаимодействии горячего воздуха, меньше, чем в зернистом слое. При увеличении зазора между блоками на 2–5 см эффективность теплового аккумулятора увеличивается за счёт циркуляции воздушного потока через блоки с увеличением их пористости.

**Ключевые слова:** геотермальное тепло, аккумулятор, теплофизические свойства, нестационарное тепло.

## MODELING OF NON-STATIONARY HEAT TRANSFER PROCESSES IN A GEOTHERMAL HEAT ACCUMULATOR

**Abstract:** In a fine-grained heat accumulator, the efficiency of heat transfer increases due to the interaction of hot air with a layer in the massif. In a heat accumulator made of large rock blocks in the massif, the amount of heat generated by the interaction of hot air is less than in the granular layer. If the gap between the blocks is opened by 2-5 cm, the efficiency of the heat accumulator increases due to the circulation of air flow through the blocks with an increase in porosity.

**Keywords:** geothermal heat, accumulator, heat-physical, non-stationary heat.

## KIRISH

Ma'lumki, issiqlik akkumulyatorli quyosh uylarida mo'tadil iqlim rejimini yaratish uchun hozirgi paytda turli tipdagi issiqlik akkumulyatorlar ishlab chiqilib foydalanishga tavsiya etilgan quyosh uylarida. Ammo qish faslining surunkali bulutli va sovuq atmosferali iqlim sharoitlarida 40-50% qo'shimcha yoqilg'i energiya resurslaridan foydalanilmoqda.

Mo'tadil iqlim rejimini yaratishda sarflanadigan yoqilg'i energiya resurslarini iqtisod qilish maqsadida massiv tuproq qatlamidagi issiqlik miqdoridan samarali foydalanib issiqlik akkumulyatoridan uzatiladigan issiqlik jarayonlarini boshqarishga mo'ljallangan massiv tuproq qatlamidagi issiqlik akkumulyator qurilmasi ishlab chiqildi. Yer osti tabiiy qatlami fiziko-mexanik va issiqlik fizikaviy tarkibi va muxim xossalari nostatsionar issiqlik jarayoni bilan xarakterlanadi.

Xususan yer osti qatlami shakli va o'lchamlari turli xil bo'lgan qattiq issiqlik qobiqlari dona-dona va blokli qatlamdan iborat issiqlik akkumulyatoridir. Bu issiqlik akkumulyator o'lchamlari va shaklidagi dona-dona va bo'laklangan toshlaridan g'ovaklik asosida tuzilgan.

Yer osti massiv qatlamida issiqlikni filtrlab o'tishini muvofiqlik tizimi akkumulyatorida xavoning o'tkazuvchanlik koeffitsienti asosiy ko'rsatgichi xisoblanadi va donador qatlam va yer massivining xavo singdiruvchanlik koeffitsienti qatlam g'ovakligiga bog'liq bo'lib quyidagi formula orqali aniqlanadi.

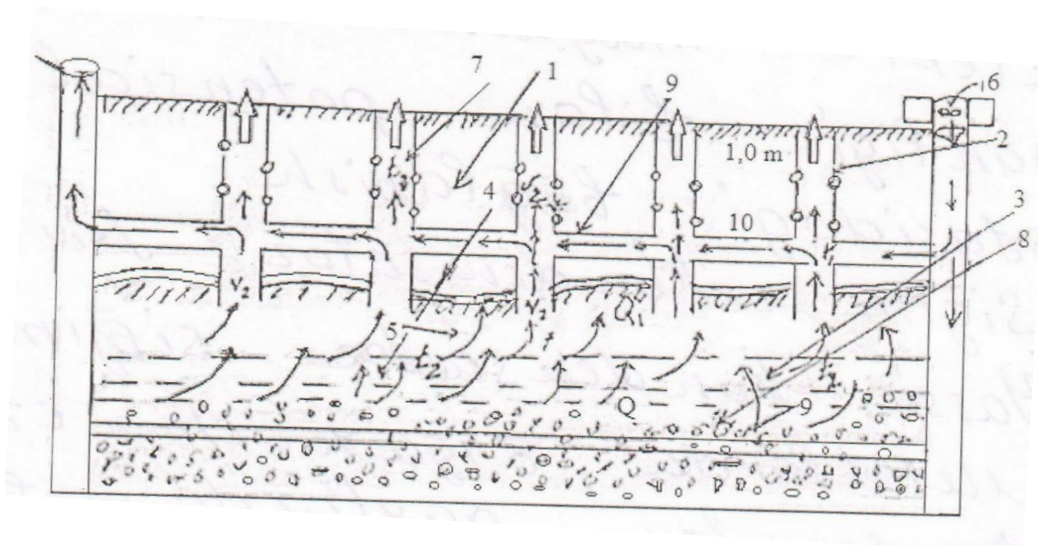
$$K = \frac{m^3}{SS_0^2(1-m)} \quad (1)$$

bu yerda m-yer osti donador qatlamni g'ovakligi;  $S_0$ - hajm birligidagi donador qatlamdagi zarralar yuzasi,  $m^3/m^2$ ; Yer ostidagi massivning tog' jinslaridan iborat donador qatlamning to'liq g'ovakligi, S-ayrim xajm birligidagi g'ovaklar bog'lanishidan xosil bo'lib, unga samarali g'ovak deb xisoblanadi. Massivning donador qatlamining g'ovaklari orqali xarakatlanadigan xavo oqimi issiqlik akkumulyatoridagi effektiv issiqlikdan iborat bo'ladi. Blok tipidagi tog' jinslaridan tuzilgan issiqlik akkumulyatorni issiqlik singdiruvchanli koeffitsientini aniqlashda E.S. Roma tavsiya etgan formuladan foydalaniladi.

$$K = 8,45 \cdot 10^6 (2\delta)^2 m \quad (2)$$

bu yerda  $2\delta$  -massiv qatlamidagi yoruqlarni o'lchash, mm;

Qattiq massiv tog' jinslaridan tarkib topgan issiqlik akkumulyatorini teplofizik parametrlari: issiqlik o'tkazuvchanlik, issiqlik sig'imi va temperatura o'tkazuvchanlik orqali issiqlik akkumulyatsiyalash xarakteristikasi aniqlanadi. Real massiv osti tog' jinslaridan iborat issiqlik akkumulyator qatlam murakkab tartibsiz va turli xil o'lchamli shaklda joylashgan (1-rasm).



**1-rasm.** Yer osti geotermal tog' jinslaridan tuzilgan qatlamdan iborat issiqlik akkumulyatorni sxemasi

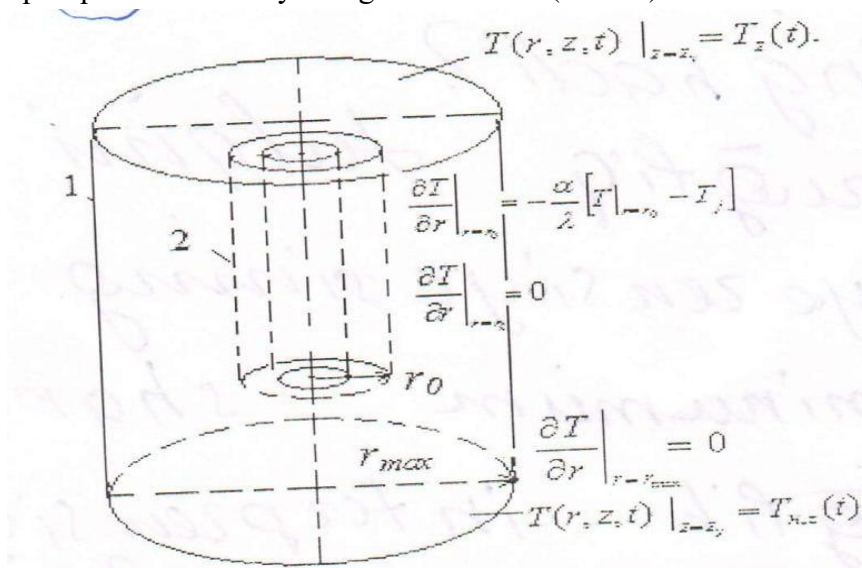
1-Yer osti geotermal qatlamda vertikal quvurlarni joylashtirilishi; 2-vertikal quvurlardan issiq xavoni chiqish yo'nalishi va  $\vartheta_1$  tezligi 3-yer osti geotermal plast qatlamdagi issiqlik manban; 4-yer osti geotermal plast qatlamining temperaturasi; 5-quvurdan chiqadigan xavo oqimining  $\vartheta_2$  tezligi 6-tashqi xavoni geothermal plast qatlamiga birinchi quvur orqali xaydovchi ventilyator;

7-geotermal plast qatlamidan chiqadigan xavo temperaturasi: 8-yer osti geotermal plast qatlamidagi (issiqlik akkumulyatordagi) Q-issiqlik miqdori; 9-yer osti vertikal quvurlar berilgan Markaziy gorizontal kuvur, 10-yer osti geotermal plastik qatlamdan chiqadigan ikkinchi markaziy quvur.

### TADQIQOT MATERIALLARI VA METODOLOGIYASI

Donador shakldagi xavo o'tkazuvchan makrakopik o'lchamli geotermal qatlam tavsifini aniqlash uchun geometrik modellashtirish metodidan foydalaniladi.

Yer osti geotermal massivning donador qatlam chuqurligi 2h ga teng bo'lib, issiqlik akkumulyator doimiy issiqlik quvvatiga ega sifatida tavsiya etiladi. Donador qatlamni tashkil etuvchi elementlar sferik shaklda bo'lib, ularning o'lchami  $\alpha_\lambda$  ga teng olinib, ko'ndalang va bo'ylama o'lchamlari, qatlami issiqlik sindiruvchan qatlami tashkil etuvchi tog' jinsli elementlarni o'lchamlari issiqlik quvvatini kuchaytirishga olib keladi. (2-rasm)



**2-rasm. Yer osti geotermal massiv qatlamida o'rnatilgan kompozitsion quvurni xajmiy elementi:**

1-geotermal massiv qatlam xajmi 2-atroflaridan tirqishlar ajratilgan kompozitsion quvur.

Yer osti geotermal massiv qatlamidagi akkumulyatorda issiqlik almashinuv jarayonlari chiziqli bo'lmagan xususiy ko'paytuvchi differentsial tenglamalar sistemasi ifodalanib tarkibida uchta o'zgaruvchi bosim issiqlik tashuvchi va qattik tog' jinslarining temperaturasini o'z ichiga oladi.

### TADQIQOT NATIJALARI VA MUHOKAMA

Massiv qatlamidagi tog' jinslaridan iborat issiqlik akkumulyator bilan issiqlik tashuvchi xavo oqimi orasidagi issiqlik almashinuv jarayonlari quyidagi tenglamalar orqali ifodalanadi.

$$\lambda(1 - m) \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} - \alpha_\tau (t_\tau - t_p) = c_p \rho_T (1 - m) \frac{\partial t_T}{\partial \tau} \quad (3)$$

$$\lambda_T m \frac{\partial^2 t_p}{\partial x^2} + c_p K \frac{\partial}{\partial x} \left[ (A + B t_p) t_p \frac{\partial P}{\partial x} \right] + \alpha_T (t_T + t_p) = c_p m (C - D \cdot \exp(E t_p)) \frac{\partial t_p}{\partial x} \quad (4)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[ (A + B t_p) t_p \frac{\partial P}{\partial x} \right] = - \frac{m D E}{K} \cdot \exp(E t_p) \frac{\partial t_p}{\partial \tau}; \quad (5)$$

Bunda boshlang'ich shartlar  $\tau=0, \tau_w = \tau_\tau = \tau_0$ ;

$$\frac{\partial t_T}{\partial x} \Big|_{x=0} = \frac{\partial t_T}{\partial x} \Big|_{x=R} = 0 \quad (6)$$

$$t_p \Big|_{x=0} = t_B; \frac{\partial t_T}{\partial x} \Big|_{x=R} = 0 \quad (7)$$

$$\left. \frac{\partial P}{\partial x} \right|_{x=0} = S; \quad P|_{x=R} = P_e \quad (8)$$

$$S = \frac{V[C-D \cdot \exp(Et_B)]}{KD} \quad (9)$$

$$v = \begin{cases} A + Bt_0, & \tau = 0 \\ A_0 + Bt_B, & \tau > 0 \end{cases} \quad (10)$$

Ushbu tenglamalarda quyidagi shartli belgilar qabul qilingan:  $\lambda_T$ -yer osti geotermal plast qatlam issiqlik akkumulyatorni issiqlik o'tkazuvchanligi,  $Vt/(m \cdot K)$ ;  $\lambda_P$ -issiqlik tashuvchi xavoni issiqlik o'tkazuvchanligi,  $Vt/(m \cdot K)$ ;  $m \cdot g$ -ovaklik;  $t$ -temperatura,  $^{\circ}C$ ;  $\alpha_T$ -issiqlik tashuvchi va plast qatlami orasida issiqlik almashinuv koeffisienti,  $Vt/(m \cdot K)$ ;  $t_T$  --yer osti geotermal plast issiqlik akkumulyatorini temperaturasi,  $^{\circ}C$ ;  $t_p$ -issiqlik tashuvchi havoning temperaturasi,  $^{\circ}C$ ;  $C_T$ -yer osti geotermal issiqlik akkumulyator plastini solishtirma issiqlik sig'imi,  $J/(kg \cdot K)$ ;  $C_p$ -issiqlik tashuvchi xavoning solishtirma issiqlik sig'imi,  $J/(kg \cdot K)$ ;  $\rho_T$ -issiqlik akkumulyatsiyalanadigan yer osti tog' jinslari joylashgan massiv zichligi,  $kg/m^3$ ;  $\tau$  --vaqt;  $K$ - singdiruvchanlik;  $t_0$ -yer osti geotermal tog' jinsli massivni boshlang'ich temperaturasi,  $^{\circ}C$ ;  $t_B$ -yer osti tog' jinslaridan iborat issiqlik akkumulyatorga kiradigan xavoning temperaturasi,  $^{\circ}C$ ;  $v$ -kinematik yopishqoqlik koeffisienti;  $R$ -xavo xaydovchi quvur va ishlatiladigan issiqlik akkumulyator quduq orasidagi masofa,  $m$ ;  $V$ - issiqlik tashuvchi havoning tezligi,  $m/s$ ;  $A, V, S, D, E$ - mos ravishda yer osti geotermal tog' jinslardan iborat qatlamni zichligi  $\rho_P$  va issiqlik tashuvchi xavoning temperaturasi. yopishqoqlik koeffisient  $v_p$  bilan bog'liq koeffisientlar.

Shunga asosan quyidagi bog'lanishdan iborat tengliklarni ifodalaymiz:

$$v_p = \frac{1}{A+Bt} \quad (11)$$

$$\rho_p = C - De^{Et} \quad (12)$$

$$V = \frac{G}{BH} f(t) \quad (13)$$

bunda  $G$ -issiqlik tashuvchi xavoning massa sarfi,  $kg/s$ ,  $H$ -yer osti geotermal tog' jinsli qatlamda issiqlik almashinuv quvvati,  $Vt$ ;  $B$ -tog' jinsli qatlamning kengligi,  $m$

Keltirilgan tenglamalar sistemasini sonli metod bilan yechish uchun [4] berilgan metodlardan foydalanildi. Shuningdek yer osti geotermal plast qatlamida issiqlik jarayonlardagi parametrlar soxa vaqt birligi o'zgarib turganligi sababli quyilgan masalani o'zgaruvchan parametrlariga bog'lab yechish murakkablashadi. Odatda bunday jarayonlar uchun matematik-fizika metodidan foydalanib vaqt birligida elementar xajm ajratilgan soxada fizikaviy xodisa sodir bo'lishini etiborga olinadi. Yer osti geotermal plast qatlamida issiqlik almashinuv jarayoni o'zgaruvchan xarakterga ega bo'lganligi uchun plast qatlamni vaqt birligida temperatura maydoni modellashtirish masalasini xarakterlashda nostatsionar o'tkazuvchanlik tenglamalar sistemasini yechishini talab etadi.

Yer osti geotermal plast qatlamidan ajratilgan xajmdagi temperatura taqsimlanishi jarayonida boshlang'ich momentda temperaturaga bo'lib, qatlam chuqurligiga  $z$  bog'liq xolda o'zgarishini quyidagicha tenglik bilan ifodalaymiz

$$T(r, z, t) = T_0(z) \quad (14)$$

1-rasmda ko'rsatilgan yer osti geotermal plast qatlamiga tushirilgan kompozitsion quvurdan ajratilgan elementar xajm 1, atrofidan silindrik tuproq qatlami 2 bilan ajratilgan. Tuproq qatlam yuzasi bilan bo'ladigan issiqlik almashinuvi, muxit geometrik o'lchamini xarakteristikaga muvofiq:  $Z_B, Z_H$ -yuqori chuqurligi va silindri pastki kesilgan qismi;  $r_{max}$ -silindrni tashki radiusi,  $r_0$ -kompozitsion quvurning radiusi (2-rasm)

Plast qatlamidan ajratilgan silindrni yuqori va pastki chegara qismlari uning xajmini xisoblashda birinchi tartibli shartlarga yoki Dirixle masalasiga muvofiq keladi. Shunga asosan silindr xajmi bo'yicha temperaturani vaqt momentida yuzasi bo'yicha taqsimlanishiga asosan yechishga erishiladi. Buning uchun ichki kompozitsion silindrik quvur  $Z = Z_H$  chuqurlikda bo'lib, xajm birligida temperatura taqsimlari jarayonida belgilangan vaqt davomida silindr yuzasida temperatura o'zgarish bo'lib tashqi silindrik massiv qatlamdagi temperatura o'zgarishiga ta'siri bo'lmaydi. Shunga asosan birinchi tartib chegara shartlari gorizontal silindrning temperatura o'zgarishiga nisbatan  $0 \leq r \leq r_{max}$  shartlar qisqaradi va quyidagicha ifodalanadi;

$$T(r, z, t)|_{z=z_y} = T_H(t) \quad (15)$$

bunda.  $T_H(t)$ -geotermal massiv qatlamidan ajratilgan silindrik quvurni past kesimini temperaturasi. Silindrni yuqori qirgimi geotermal massiv qatlamini yuzasida bo'lib,  $z = z_B$  balandlikdagi soxasida temperatura o'zgarish deb xisoblandi va regionning klimatik sharoiti, ishlatish rejimi orqali aniqlanadi. Birinchi darajali chegara shartlari yuqori gorizontal yuzasi uchun  $0 < r < r_{max}$  bo'lib, temperatura o'zgarishi

$$T(r, z, t)|_{z=z_B} = T_z(t) \quad (16)$$

teng deb xisoblanadi. Silindrni vertikal o'qi bo'ylab temperatura o'zgarishi, elementar silindr xajmini bo'ylama ichki yuzasiga geotermal plast qatlamidagi quvur orqali issiqlik ta'siri filda tipidagi quvur yordamida aniqlanadi. Geotermal qatlamida joylashtirilgan ichki va tashqi quvurlardan shartli ravishda elementar ajratilgan birlik hajmdagi bu quvurlar bir biriga nisbatan simmetrik joylashtirilgan.

Tuproq osti geotermal plast qatlamida joylashtirilgan vertikal kompozitsion quvur atrofidan ajratilgan elementar xajmda temperatura maydonini vaqt birligida o'zgarish tizimida bo'ladi deb xisoblasak bunda kompozitsion quvur (KQ) yuzasidagi issiqlik oqimini zichligi va temperaturasi uchun ikkinchi darajali chegara shartini yoki Neyman masalasini quvur chuqurligini ko'plab yechish maqsadga muvofiq bo'ladi.

$$\left. \frac{\partial T}{\partial r} \right|_{r=r_0} = 0 \quad (17)$$

Kompozitsion quvurdan ajratilgan elementar silindrik xajmini ichki yuzasi uchun chegara sharti geotermal massivda issiqlik tashuvchi (xavo)-plast qatlam chegara sistemasida o'zgarishi dastlab massivdan ajraladigan issiqlik miqdoriga bog'liq deb qaraladi.

Birinchi holda geotermal plast qatlamidan olinadigan ma'lum temperaturali issiqlik oqimi issiqlik  $\frac{z}{r-r_0}$  tashuvchi (xavo)ga uzatiladi. Bunda geotermal plast qatlamidagi  $T_j$ -temperaturali issiqlik kompozitsion quvurlar orqali sirkulyatsiyalanadi. Energiyaning saqlanish qonuni asosida geotermal plast qatlamidan kompozitsion quvurlarga issiqlik o'tkazuvchan yuli bilan  $T_j$ -temperaturali issiqlik oqimi konvekt issiqlik almashinuv bilan atrof muxitga (gelioissiqxonaga) uzatiladi. Geotermal plast qatlami bilan kompozitsion quvur yuzasida issiqlik almashinuvini N'yuton-Rixman tenglamasi orqali ifodalash mumkin. Katta qatlam chegarasida bo'ladigan issiqlik almashinuvini issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan Fur'e tenglamasi bo'yicha aniqlanadi []. Demak birinchi xolda geotermal plast qatlamida joylashtirilgan kompozitsion quvurdan ajratilgan elementar xajmni yon tomon yuzasi bilan, massiv orasida issiqlik tashuvchi (xavo) ni harakatlanishi jarayonida uchunchi tartibga shartga asosan "Issiqlik tashuvchi plast" chegarasi orasidagi issiqlik oqimi muvofiqiligi e'tiborga olinadi.

Birinchi xolda uchunchi tartibli chegara shartlari  $z_B \leq z \leq z_0$  uchun tenglama quyidagicha ifodalanadi:

$$\left. \frac{\partial T}{\partial r} \right|_{r=r_0} = -\frac{\alpha}{\lambda} [T|_{r=r_0} - T_j] \quad (18)$$

bu yerda  $\alpha$  -issiqlik berish koeffitsienti,  $Vt/(m^2 K)$ ;  $\lambda$ -issiqlik uzatish koeffitsienti.  $Vt/(m K)$ ; Ikkinchi xolat geotermal plast qatlamida issiqlik o'zgarimas va issiqlik tashuvchi sirkulyatsiyalanishi kuzatilmaydi. Natijada kompozitsion quvur va uning atrofidagi massivdan ajratilgan elementar xajmning yon tomonidagi yuzada "Issik tashuvchi plast" chegarasida issiqlik almashmaydi.

Kompozitsion quvur atrofidagi geotermal massivning elementar xajm bo'ylab kesimidan  $dx$  masofada massiv quvur (MQ) silindr atrofidan ( $r>0$  bo'lgan holda) bo'ylanma yo'nalishini logarifmlash shaklida ifodalab xisoblash qulay bo'lib, uni quyidagicha tenglikga keltiramiz.

$$X = \eta r \quad (19)$$

Geotermal massivdan "issiqlik tashuvchi" ni  $z_0 \leq z \leq z_B$  intervalda temperatura o'zgarishi quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$\left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=y_{\max}} = \frac{\alpha r_0}{\lambda} [T|_{x=y_{\max}} - T_j] \quad (20)$$

Chegara shartlariga asosan (20) tenglamani quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz

$$\frac{1}{r_0} \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=x_0} = \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=x_0} = 0 \quad (21)$$

Yer osti geotermal plastdagi issiqlik almashinuv jarayonlarni matematik modellashtirib tadqiq etish bilan mavjud qurilmalar ya'ni fizik modellashtirish bilan o'tkazilgan izlanishlarni taqqoslanganda natijalar olish jarayoni uchun juda kam vaqt sarflanadi. Shuningdek issiqlik uzatish bilan bog'liq masalani analitik usulda yechish murakkabligi uchun uni sonli metod bilan yechildi [8]. Geotermal yer osti plast qatlamdagi issiqlik almashinuvi jarayonida kompozitsion quvurlar orqali chiqadig issiq xavo temperaturasi  $T_{j0}$ , quvvati  $N=1,5$  kVt bo'lgan so'rib-xaydovchi ventilyatorga haydovchi tashqi xavo sarfiga ham bog'liqdir. Shuning uchun geotermal yer osti plast qatlamidagi issiqlik miqdorini meyor darajada chiqarishga mo'ljallangan ventilyator quvvatini tanlash masalasini yechish xam yetarli tadqiqotlar o'tkazilishini talab etadi.

Yer osti geotermal plast qatlamidagi issiqlik olish va undan foydalani koeffisienti  $\varepsilon_\Phi$  –gelio teplitsa ichidagi havo temperaturasini plast qatlam orqali sirkulyatsiyalanib, issiqlik almashinuv jaranlaridagi xarakatlanish oqimiga va kompozitsion quvurlar orqali chiqadigan issiqlik tashuvchining oqim sarflari bilan taqqoslanib temperaturalar farqi orqali aniqlanadi

$$\varepsilon_\Phi = \eta_k \cdot \Delta\theta_k + \bar{T}_x / (\Delta\theta_k + \bar{T}_x + \Delta\theta_{u1} - \bar{T}_{fzp}) \quad (22)$$

bu yerda  $\bar{T}_x = (T_{0x} - T_{1x})/2$ - yer osti geotermal plast qatlamidan kompozitsion quvurlar orqali kiradigan va chiqadigan issiqlik tashuvchi (xavoning o'rgacha temperaturasi, K.

$\bar{T}_{fzp} = (T_{f0} - T_{f1})/2$  -yer osti geotermal plast qatlamida issiqlik almashinuvi jarayonida sirkulyatsiyalanadigan xavo oqimlarining qatlam bo'yicha o'rtacha temperaturasi, K.

$\Delta\theta_{u1} = \bar{T}_{fzp} - T_T$  -geotermal plast va tuproq konturdagi o'rtacha temperatura, K

$\Delta\theta_k = T_k - \bar{T}_T$ -geotermal plast konturi va gelioteplitsa, ichidagi xavoning o'rtacha temperaturasi, K.

Agar geotermal plast akkumulyatorga joylashtirilgan silindrik kompozitsion quvurga o'rnatilgan suruvchi-xaydovchi ventilyator quyosh xavo qizdirgichiga birlashtiriladigan bo'lsa yer osti tog' bo'laklarida issiqlikni akkumulyatsiyalanish samaradorligi yanada ortadi va bunda tengsizlik quyidagicha ifodalanadi.

$$\frac{\varepsilon_{tik}^c}{\varepsilon_{tik}^{pl}} \geq 1 \quad (23)$$

Bu formulaga  $\varepsilon_{tik}^c$  va  $\varepsilon_{tik}^{pl}$  qayta tiklanadigan energiya koefitsientlari qiymatlarini quyib, geotermal plast qatlamda akkumulyatsiyalangan issiqlik temperaturasi  $T$  ni va quyosh xavo isitish kollektoridan samarali foydalanib, geotermal plast qatlamida akkumulyatsiyalangan issiqlikni kompozitsion quvurlardan vaqt birligida chiqish temperaturasi  $T(t)$  ni quyidagi formuladan aniqlaymiz.

$$T(t) \geq \frac{T_{f0}(t) + T_{f1}(t)}{r} + (\Delta\theta_{H1} + \Delta\theta_{H2}) \quad (24)$$

$t$ -vaqt davomida issiq havo oqimini harakatlanishi uchun quyidagi tenglik o‘rinlidir:

$$Q_{ik}^{pk}(t) = nQ_{fk}(t) \quad (25)$$

bu yerda  $Q_{fk}$  – quyosh issiq xavo kollektoridan geotermal plast qatlamiga beriladigan issiqlik miqdori;  $n$  - geotermal plast qatlamida joylashtirilgan kompozitsion quvurlar soni

Yer osti geotermal plast qatlamiga kompozitsion quvur orqali uzatiladigan issiqlik oqimi  $Q_{ik}^{pk}$  ning quvvati quyosh xavo isitish kollektorini ishlash rejimi asosida aniqlanadi.

$$\varepsilon_{tn}^{gr}(t) = \frac{Q_{tn}}{Q_{tn}(t) - Q_{tn}^{gr}(t)} \quad (26)$$

Demak yer osti geotermal plast qatlamidagi  $Q_{fk}$  – issiqlik miqdori va quyosh xavo isitish kollektoridan uzatiladigan  $Q_{ik}^{pk}$  issiqlik miqdorlari integratsiyalanishi natijasida sutkaning tashqi xavo temperaturasi  $-3-8^{\circ}S$  bo‘lgan quyoshli kunlar davomida gelioteplitsa ichidagi xavoni xaroratini mo‘tadillashtiradi ya’ni  $18-20^{\circ}C$  da saqlanishiga erishiladi. Shuningdek kombinatsiyalashtirilgan yer osti geotermal plast qatlamidagi issiqlik va quyosh havo isitish qurilmasidan olinadigan issiqlik energiyasini yer osti tog‘ jinslaridan tuzilgan qatlamga akkumulyatsiyalab undan gelioteplitsalarni qish faslida isitish uchun innovatsion texnologiyadan foydalanib yoqilg‘i energiya resurslari tejaladi va gelioteplitsada mikroiklim yaratiladi. yetishtiriladigan o‘simlik ildiz qatlamida agrotexnologik temperaturalari integratsiyalanishi asosida issiqlik rejimi mo‘tadillashadi.

Yer osti geotermal plast qatlamidan va quyosh nuri bilan xavo isitish innovatsion tizimlar asosida gelioteplitsaga beriladigan issiq xavoning temperaturasi quyidagi formuladan aniqlanadi [Kormer O., Challa H. Design for an improved temperature integration concept ingreenhouse cultivation// Computes and Electronies in Agriculture.-2003.-Vol.39.-№1.- P.39-59.]

$$t_{fk} = t_T + \frac{Aq \cdot S_g}{k \cdot S_1} \cdot \varepsilon_{jn}^{uz} \quad (27)$$

bu yerda  $t_T$  - tashqi xavo temperaurasi,  $^{\circ}C$ ;  $A$  - gelioteplitsa tiniq yuzasidan o‘tgan quyosh radiatsiyasini tuproq qatlamida yutilish koefitsienti;  $q$  - tiniq yuza orqali o‘tgan quyosh radiatsiyasini intensivligi,  $Vt/m^2$ ;  $S_g$  - gelioteplitsa ishchi maydonning yuzasi,  $m^2$ ;  $k$  - tiniq yuzaning atrof-muxitga issiqlik berish koefitsienti,  $Vt/(m^2 s)$ ;  $S_1$  gelioteplitsa tiniq yuzasi,  $m^2$ ; Tashqi xavo temperaturasining o‘rtacha oylik natijalari Muborakneftgaz MCHJ ning "Energiya tejamkorlik va ekologik muammolar laboratoriyasi" da olib borilgan tadqiqotlardan olindi. Quyosh radiatsiyasining intensivligi quyidagi formula bilan xisoblanadi.

$$q = \left[ k_p \frac{38(39)q_T \cdot 10^6}{N \cdot \tau \cdot 3600} \right] \quad (28)$$

bu yerda  $k_p$  – gelioteplitsani tiniq yuzasining quyosh nurini o‘tkazish koefitsienti; 38- Muborak sh uchun joyning geografik kengligi; 39- joyning geografik kengligiga muvofiq quyosh radiatsiyasining yig‘indi qiymati;  $q_T$  – tajribalardan piranometr asbobida o‘lchashlardan olingan quyosh radiatsiyasini yig‘indi qiymatlari;  $MJ/m^2$ ;  $10^6$  o‘tkazish koefitsienti;  $N$  - oy davomidagi kunlar soni, kunlar;  $1$  - oying sutka davomidagi quyoshli soatlari davomiyligi; soat;

3600-bir soatdagi sekundlar, 2018-2029 yillarda quyoshli kunlar (dekabr, yanvar, fevral, mart) davomiyligi Qarshi shahri metrologik markazidan olindi va quyidagi formula bilan hisoblab aniqlandi.

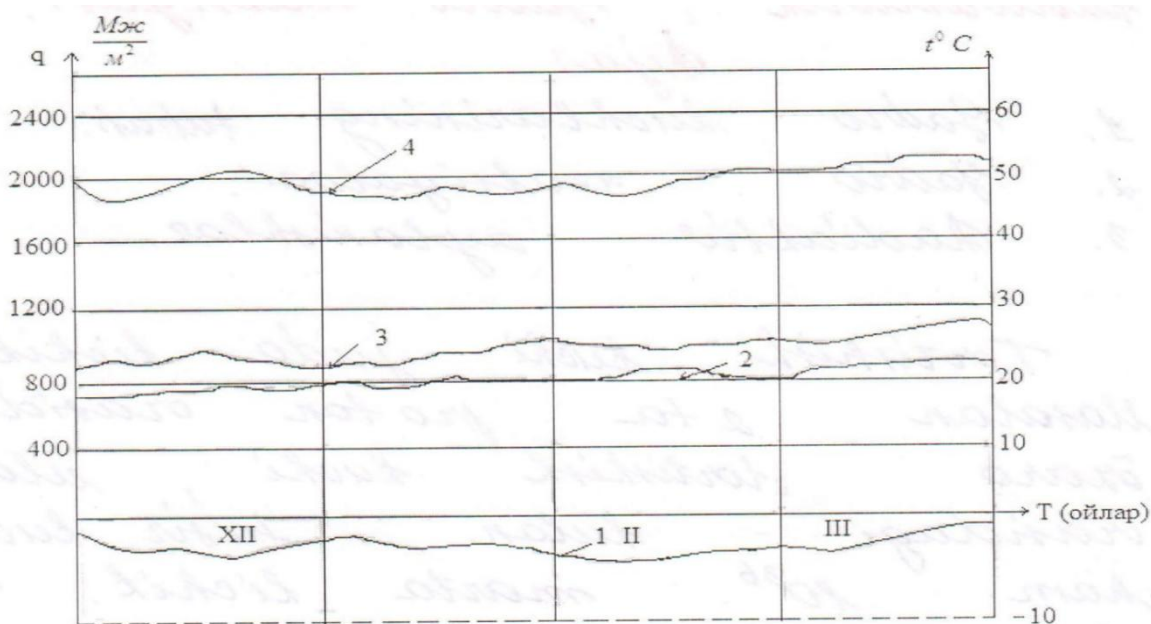
$$H = \sin(\varphi) \cdot \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(\pi \cdot \frac{12-\beta}{12}) \quad (29)$$

$$\delta = -\arcsin \left[ \sin(2\pi \cdot \frac{23.45}{360}) \cdot \cos(2\pi \cdot \frac{D+10}{365}) \right] \quad (30)$$

bu yerda H-quyosh turish balandligi;  $\varphi$  -joyning geografik kengligi Muborak shahri uchun (38 grad);  $\delta$  -quyoshning ekvatorga nisbatan og'ish burchagi,  $\beta$  -joriy vaqt, soat: D- yildagi 1 dekabrden boshlanib kunlar soni

$$K = 8 \text{ Vt}/(\text{m}^2\text{C}); k_p = 0.9; A = 0.8; S_1 = 260 \text{ m}^2; S_2 = 180 \text{ m}^2;$$

Muborak shahri uchun tashqi temperaturasi ( $t_T$ ) ning o'rtacha qiymati, joyning geografik kengligi  $39^\circ$  bo'lganda mintaqada yig'indi quyosh radiatsiyasi ( $q$ ) va kunning uzunligi ( $T$ , soat), va gelioteplitsa ichidagi xavo temperaturasi to'rt oy uchun qiymatlari (2019 yil XII-dekabr, 2020 yil 1- yanvar, 1-fevral, 1-mart) asosidagi nazariy va eksperimental tadqiqotlarning natijalari 3-rasmda keltirildi.



**3-rasm.** Yer osti geotermal plast qatlamidagi va quyosh xavo isitish kollektoridan kompozitsion quvur orqali uzatiladigan issiqlik energiyalarini akkumulyatsiyalangan issiqlik bilan gelioteplitsa ichida xavo temperaturasi o'zgarishini oylar bo'yicha o'rtacha tiniq yuzadan o'tadigan quyosh radiatsiyasi intensivligiga, tashqi xavo temperaturasiga va yer osti geotermal plast qatlamidan quvurlar orqali gelioteplitsa ichiga chiqadigan xavo temperaturasiga bogliqligi keltirilgan.

1-tashqi xavo temperaturasini o'rtacha o'zgarishi; 2-gelioteplitsa ichidagi xavo temperaturasini o'rtacha o'zgarishi; 3-yer osti geotermal plast qatlamidan quvurlar orqali chiqadigan xavo temperaturasini o'zgarishi; 4-gelioteplitsa tiniq yuzasidan o'tadigan quyosh radiatsiyasining intensivligi.

### XULOSA

O'tkazilgan tadqiqotlar analizi MATLAB/SIMULIK dastur asosida sonli metod bilan ishlab chiqilishi natijasida 3-rasmdagi grafik olindi. Yer osti geotermal plast jinslaridan iborat issiqlik akkumulyatoriga quyosh xavo isitish kollektoridan surib xaydovchi ventilyator bilan uzatiladigan



xavoning temperaturasi  $t_f \geq 22^\circ\text{C}$  va oqim tezligi  $0,62 \geq \text{m/s}$  bo'lgan xollarda tashqi xavo temperaturasi  $t_T \geq -5^\circ\text{C}$  da xam geliotenitsa ichidagi xavo temperaturasi  $t_{\text{ich}} = 18-20^\circ\text{C}$  intervalda bo'ladi. Shuningdek gelioteplitsa ishchi maydonida kunduzgi quyosh nur energiyasini yutishi bilan qurilma tiniq yuzasidan atrof-muxitta sarflanadigan issiqlik miqdorlarini o'zaro kompensatsiyalanishi e'tiborga olinganda yer osti geotermal plast tog' jinslarida iborat qatlam kompensatsion quvurlar orqali gelioteplitsa ichidagi temperaturani boshqarish texnologiyasi integratsiyalanishi natijasida yetishtiriladigan o'simlikni normal rivojlanishi uchun mikro iqlim yaratilishiga erishiladi.

Maqolani tayyorlash jarayonida olib borilgan tadqiqotlarni natijalaridan quyidagicha asosiy xulosalarga kelindi:

1) Yer osti geotermal plast tog' jinslaridan iborat qatlam issiqligi va quyosh xavo isitish kollektordan uzatiladigan energiya tejamkor texnologik tizim asosida issiq oqimi sirkulyatsiyalanishi jarayonida akkumulyatsiyalangan issiqlik bilan gelioteplitsalagi temperatura integratsiyasi asosida o'simliklarni rivojlanishi uchun mu'tadil iqlim rejimi yaratiladi.

2) Ishlab chiqilgan texnologik tizim asosida gelioteplitsada temperatura integratsiyasidan respublikamizdagi geotermal plast issiqlik manbalaridan dekabr-dan-mart oylarida samarali foydalanish bilan yoqilg'i energiya resurslarini tejashga erishiladi.

Yer osti massiv qatlamida issiqlikni filtrlab o'tishini muvofiqlik tizimi akkumulyatorda xavoning o'tkazuvchanlik koeffitsienti asosiy ko'rsatgichi xisoblanadi va donador qatlam va yer massivining xavo singdiruvchanlik koeffitsienti qatlam g'ovakligiga bog'liq bo'lib quyidagi formula orqali aniqlanadi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Хайриддинов Б.Э., Холмирзаев Н.С., Халимов Г.Г., Рисбаев А.С., Эргашев Ш.Х. "Мукобил энергия манбаларидан фойдаланиш" Т.: "ADABIYOT ECIQUNLARI" 2018 йил 414 бет
2. Ададуров Е.А., Амирхонов Р.А. Моделирование процесса аккумуляции теплоты 25 массиве грунте Изв. Вузов Сев. Кавказ регион. Естественные науки. Приложение. 2004. №8, с.60-65.
3. Рау М.В., Чернышев С.Н. Трещеноватость и свойства трещеноватых горных пород.- М.: Гостолтехиздат. 1970. -158 с.
4. Рихтмайер Р., Мартен К. Разностные методы решения красных задач. М.: Мир. 1972.-420 с.
5. Коздоба Л.А. Методы решения нелинейных задач теплопроводности. -М.: Паука. 1975.-228 с.
6. Пасконов В.М., Полежаев В.Н., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. М.: Наука, 1984.-288 с.
7. Lanol P.D., Ostman M.D. //Solar Energy 1995. V.34 № 4/5.P.351-366
8. Даффи Дж.А. Бекман У.А. Тепловые процессы и использованием солнечной энергии М.: Мир 1977-420 стр
9. Kouren O. Challa H Design for an improved temperature integration concept ingreenhouse cultivation //computes and Electronics in Agriculture 2003-Vol 39 №1 P. 39-59
10. Аллоокулов А.Э., Хайриддинов Б.Э., Ким В.Д., Нетрадиционная теплоэнергетика Г.: "Фан" 2009 182 с