

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI

MUQOBIL ENERGIYA MANBALARI

(Yo‘nalishga kirish)

MASALALAR TO‘PLAMI

Toshkent - 2020

Muqobil energiya manbalari (yo‘nalishga kirish) masalalar to‘plami.
Tashbayev N.T., Babaxodjayev R.P. –Toshkent: ToshDTU, 2020. 52 b.

Uslubiy qo‘llanma O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim muassasalari
5312400 – “Muqobil energiya manbalari (turlari bo‘yicha)” bakalavriat
yo‘nalishi uchun o‘quv uslubiy qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan

*ToshDTU ilmiy-uslubiy kengashi (“ ____ ” 09. 2020 y. Online majlis) qaroriga
asosan chop etildi.*

Taqrizchilar:

1. Yakubov J.F. – “Energogazservis” MChJ direktori
2. Yuldashev I.A. – ToshDTU Alternativ energiya manbalari kafedrası mudiri.

KIRISH

Energetikaning zamonaviy holatini noan'anaviy muqobil energiya manbalarisiz tasavvur qilish qiyin. Ularning ahamiyati kundan-kunga o'sib bormoqda. Chunki ularning bir qator afzalliklari va kamchiliklari borligiga qaramasdan, olimlar muqobil energiya manbalariga asoslangan texnologiyalarni yanada takomillashtirish bilan birga yangilarini ham ishlab chiqib, taqdim etishmoqda. Ushbu o'quv qo'llanmada muqobil energiya manbalarini qo'llashga oid turli masalalar va ularni yechish misollari keltirilgan.

Mazkur o'quv qo'llanmani o'zlashtirish natijasida talabalar muqobil energiya manbalari asosida biologik yoqilg'i va energiya turlarini (mexanik, issiqlik, elektr va bosim hosil qilish) ishlab chiqaruvchi va ushbu jarayonlarda ishtirok etuvchi barcha qurilma, apparatlar va asbob-uskunalaridan foydalanish va ularni hisoblash usullarini o'rganishda qo'shimcha bilim va ko'nikmalarga ega bo'ladilar.

1. QUYOSH ENERGIYASI

Quyosh energiyasidan foydalanish yoʻnalishlaridan biri bu uning tekis sochilgan nur issiqligini jamlab, nisbatan yuqori potensialga ega boʻlgan issiqlik energiyasi hosil qilishdir. Odatda quyoshning issiqlik energiyasidan foydalanish uchun quyosh kollektorlari qoʻllaniladi. Quyosh kollektorlarida asosan suv qizdiriladi. Quyosh energiyasini qabul qiluvchi moslama - geliokollektor sirtining yuzasi orqali yutilayotgan issiqlik oqimi (Q_q) quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_q = \tau_{gk} \alpha_{pg} A_p G, [Vt] \quad (1.1)$$

bu yerda G – birlik sirt yuzasiga tushayotgan nur energiyasi, Vt/m^2 ; A_p – nur tushayotgan sirt yuzasi, m^2 – qabul qilingan issiqlik energiyasining geliokollektor sirti orqali atrof-muhitga konvektiv yoʻqotilishini kamaytirish uchun qoʻyilgan shaffof shisha qoplamasining oʻtkazuvchanlik koeffitsiyenti, bir qavatli shisha toʻsiq uchun – 0,9; ikki qavatli shisha toʻsiq uchun – 0,8 ga teng deb qabul qilinadi;

α_{pg} - quyosh nurlarini qabul qiluvchi sirtning yutuvchanlik koeffitsiyenti, 0,85 - 0,9.

Nurlanishni yutish jarayonida qabul qiluvchi yuzadan tashqari qurilmaning butun sirt yuzasida harorat atrof-muhit haroratidan yuqori boʻladi. Geliokollektor haroratining (T_{qm}) atrof-muhitning oʻrtacha haroratidan ($T_{o'r}$) katta boʻlishi geliokollektorning maʼlum miqdorda issiqlik yoʻqotishiga olib keladi. Issiqlik energiyasining ushbu yoʻqotilishi issiqlik uzatish tenglamasining quyidagi ifodasi orqali aniqlanishi mumkin:

$$Q_t = A_p \cdot (T_{qm} - T_{o'r}) / R_t \quad [Vt] \quad (1.2)$$

bu yerda R_t - termik qarshilik, $[(m^2 \cdot ^\circ C) / Vt]$;

Geliokollektorning nurlarni qabul qiluvchi sirt yuzasiga tushayotgan issiqlik oqimining yigʻindisi (Q_Σ) qurilma uchun issiqlik energiya balansini tenglamasi yordamida aniqlanadi:

$$Q_\Sigma = \tau_{gk} \cdot \alpha_p \cdot A_p \cdot G - [(T_{qm} - T_{o'r}) / R_t] = \eta_i \cdot A_p \cdot G, \quad [Vt] \quad (1.3)$$

bu yerda η_i - nurlanishni oʻzlashtirish koeffitsiyenti, 0,85.

Sifatli geliokollektorlarda qabul qiluvchi sirt va suyuqlik haroratlari orasidagi farq katta boʻlmaydi, issiqlik uzatish koeffitsiyenti esa birdan salgina kichik boʻladi. Shunday qilib quyosh nurini qabul qiluvchi moslamadan issiqlik tashuvchiga uzatilgan issiqlik oqimi quyidagi nisbat bilan aniqlanadi:

$$Q_q = k Q_\Sigma \quad [Vt] \quad (1.4)$$

Bunda k ko'effitsiyent suyuqlikka berilayotgan umumiy issiqlikning ulushini bildiradi.

Massasi (m) bo'lgan suyuqlikni qizdirishga sarf bo'lgan issiqlik energiya miqdori quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$Q_s = m \cdot c \cdot dT_s / dt, [Vt] \quad (1.5)$$

bu yerda dT_s – suyuqlikning o'rtacha harorat differensial, [$^{\circ}C$];

s – suyuqlikning issiqlik sig'imi ko'effitsiyenti, [$Dj/(kg \cdot ^{\circ}C)$].

Birlik vaqt oralig'ida geliokollektordan (m_1) sarf bilan o'tayotgan suyuqlikni qizdirishga sarflanadigan issiqlik energiya miqdori:

$$Q_j = m_1 \cdot s (T_2 - T_1), [Vt] \quad (1.6)$$

bu yerda T_2, T_1 – geliokollektorning chiqishi va kirishidagi suyuqlik haroratlari, [$^{\circ}C$].

M – suyuqlikning quvurdagi massaviy sarfi kg/s

Ma'lumki, sohaga oid darslik va o'quv qo'llanmalarda, issiqlik jarayonlarini ifodalovchi tenglamalarda ayrim kattaliklarni harakterlovchi parametrlar o'rnida ularning solishtirma qiymatlaridan foydalaniladi va ushbu usul hisob ishlarini bajarishda ancha qulayliklarga olib keladi. Shuning uchun quyidagi ifodalardan foydalanamiz.

Birlik yuzaga nisbatan issiqlikning solishtirma oqimi:

$$q = \Delta T / R_t, [Vt/m^2], \quad (1.7)$$

$$Q = q \cdot A_p = \Delta T \cdot A_p / R_t, [Vt] \quad (1.8)$$

$$R_t = r/A, K/Vt, \quad r = R \cdot A, \quad m^2 \cdot K/Vt \quad (1.9)$$

Bunda r – solishtirma termik qarshilik, $m^2 \cdot K/Vt$.

$$q = \alpha \cdot \Delta T, [Vt/m^2]. \quad (1.10)$$

bu yerda α - issiqlik berish ko'effitsiyenti,

$$\alpha = 1/r, [Vt/(m^2 \cdot ^{\circ}C)]. \quad (1.11)$$

Devor qalinligi (Δx), sirt yuzasi (A_p) va haroratlari farqi (ΔT) bo'lganda olib o'tiladigan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = -\lambda \cdot A_p \cdot \Delta T / \Delta x \text{ [Vt]} \quad (1.12)$$

bu yerda λ – devorning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, [Vt/(m·°C)].

Minus ishorasi devor qalinligi bo'yicha harorat kamayishi yo'nalishida issiqlikning o'tishini ko'rsatadi. Issiqlik uzatilishi issiqlik o'tkazuvchanlik mexanizmi asosida amalga oshirilayotganida termik qarshilik quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$R_n = \Delta x / \lambda A_p \quad (1.13)$$

va solishtirma termik qarshilik:

$$r_n = R_n \cdot A_p = \Delta x / \lambda, \quad (1.14)$$

harakatlanmayotgan havo uchun $\lambda = 0,03 \text{ Vt/(m·K)}$.

Harorat ko'tarilishi uchun zarur bo'ladigan vaqt:

$$\Delta t = \Delta T / (dT_j / dt), \text{ [c]} \quad (1.15)$$

$$S_{\text{suyuq}} = m \cdot s, \quad (1.16)$$

bu yerda S_{suyuq} - suyuqlikning issiqlik sig'imi;

s – solishtirma issiqlik sig'imi; m – suyuqlik massasi.

Bu holatda issiqlik balansi quyidagicha ko'rinish qabul qiladi:

$$m \cdot c \cdot dT_{\text{suyuq}} / dt = \tau_{\text{gk}} \alpha_p A \cdot G - (T_{\text{suyuq}} - T_m) / R_{\text{or}}. \quad (1.17)$$

bu yerda R_{or} - qabul qiluvchi sirt va atrofdagi havo orasidagi oraliqning termik qarshiligi.

$$R_{\text{or}} = [(1/R_{\text{k,t,q}}) + (1/R_{\text{nur,t,q}})]^{-1}, \text{ K/Vt}, \quad (1.18)$$

bu yerda $R_{\text{k,t,q}}$ – qabul qiluvchi sirt va shisha oralig'idagi konvektiv termik qarshilik;

$R_{\text{nur,t,q}}$ – qabul qiluvchi sirt va shisha oralig'idagi radiatsion termik qarshilik.

Qizdirgichning qabul qiluvchi sirti va shisha qopqoq oralig'ining to'liq termik qarshiligi:

$$R_{\text{or}} = [(1/R_{\text{k-q}}) + (1/R_{\text{nur,q}})]^{-1}, \text{ K/Vt}, \quad (1.19)$$

Shisha qopqoqning mavjudligi atrof-muhit va qizdirilayotgan suvning sathi orasidagi issiqlik yo'qotishlariga qarshilikni 4 barobar oshiradi.

Havo qizdirgichlari

Vaqt birligida qabul qiluvchi yuzadan havoga uzatilayotgan energiya quyidagicha

aniqlanadi:

$$R_{\text{nur}} = \rho \cdot s \cdot Q_r \cdot (T_2 - T_1), \quad (1.20)$$

bu yerda ρ – havoning zichligi, $1,2 \text{ kg/m}^3$; s – havoning issiqlik sig‘imi, 1 kDj / (kgK) ; T_1 va T_2 – kirayotgan va chiqayotgan havo harorati, $^{\circ}\text{C}$; Q_r – havoning hajmiy sarfi, m^3 .

Quyosh energiyasida ishlaydigan quritgichlar

Moddaning absolyut namligi:

$$W = (m - m_0) / m_0, \quad (1.21)$$

bu yerda m – namunaning joriy massasi; m_0 – namunadagi quruq moddaning massasi. Quritish jarayonida moddadan atrof-muhitga, namlikning muvozanatiga yetguncha namlik beriladi. Namlik muvozanati atrof-muhit harorati va namligiga bog‘liq (odatda jadvallardan olinadi).

Suvning m_v massasini bug‘latish jarayonida havoning V hajmi T_1 dan T_2 gacha sovutiladi:

$$m_v r = r \cdot c \cdot V (T_1 - T_2), \quad (1.22)$$

bu yerda r – suvning bug‘ga aylanish solishtirma issiqligi, $r = 0,1 \text{ MPa}$ va $T = 100^{\circ}\text{C}$, xolatda $r = 2257 \text{ kDj/kg}$.

Quyoshli isitish tizimlari

Bino uchun issiqlik balansining tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$m \cdot c \cdot dT_r / dt = \tau_{\text{sh}} \cdot \alpha_p \cdot G \cdot A_p - (T_{\text{kom.}} - T_m) / R_t, \quad (1.23)$$

bu yerda T_x – xonadagi qulaylik harorati, $^{\circ}\text{C}$; A_{km} – geliokollektor maydoni, m^2 ; G – birlik sirt yuzasiga tushayotgan nur energiyasi, Wt/m^2 .

Agar xonadagi harorat doimiy bo‘lsa, unda:

$$\tau_{\text{sh}} \cdot \alpha_p \cdot G = (T_{\text{kom}} - T_m) / r \quad (1.24)$$

bu yerda τ_{sh} – shishaning o‘tkazuvchanligi, $0,9$; α_p – devorning yutish koeffitsieenti, $0,8$; r – bir qavat shisha oynali vertikal derazaning xonadan tashqariga bo‘ladigan yo‘qotishlarga ko‘rsatadigan termik qarshiligi, $r = 0,07 [\text{m}^2 \text{ K/Wt}]$.

Vaqt o‘tishi bilan xonadagi harorat o‘zgarishi quyidagicha aniqlanadi

$$T_r - T_m = (T_r - T_m)_{t=0} \exp[-t/(RC)], \quad (1.25)$$

bu yerda $R = r \cdot A_p^{-1}$; $S = m \cdot s$, m – devor massasi, kg; s – solishtirma issiqlik sig‘imi (masalan, beton uchun $s = 840 \text{ Dj}/(\text{kg K})$)

Quyosh batareyasining FIK

$$\eta = R_i / A_p \cdot G \quad (1.26)$$

Quyosh batareyasining EYUK (elektr yurituvchi kuchi)

$$E = R_i / I^2, \quad (1.27)$$

bu yerda I – tok kuchi, A., R_q – quyosh batareyasining quvvati, Vt.

Agar quyosh energiyasi sho‘r suvlarni chuchuklashtirish (distillyasiya) uchun ishlatiladigan bo‘lsa, quyosh distillyatorining unumdorligi (P) quyidagicha aniqlanadi:

$$P = G/r, [\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{kun}], \quad (1.28)$$

bu yerda G – nurlanish oqimi, $[\text{MDj}/\text{m}^2 \text{ kun}]$; r – bug‘ hosil bo‘lish solishtirma issiqligi, $2,4 \text{ MDj}/\text{kg}$.

Bug‘ turbinali quyosh elektr stansiyalarida geliostatlar oynasidan olingan quyosh nurlanishining issiqligi minoraga o‘rnatilgan bug‘ generatorida mujassamlashtiriladi. Bug‘ generatori olgan issiqlikning umumiy miqdori quyidagiga teng:

$$Q = \eta_i \cdot p \cdot F \cdot I, \text{ Vt}, \quad (1.29)$$

bunda η_i – quyosh nurlanishi ishlatilishining samaradorlik koeffitsiyenti $0,35 \dots 0,5$; p – geliostatlar soni; F – bitta geliostat oynasining maydoni, m^2 ; I – quyosh nurlanishining jadalligi, Vt/m^2 .

Bug‘ turbinasida 1 kg bug‘ning Renkin siklida bajaradigan ishi quyidagiga teng

$$l = h_1 - h_2, \text{ kDj}/\text{kg},$$

Termik FIK

$$\eta_t = (h_1 - h_2) / (h_1 - h_k), \quad (1.30)$$

bunda h_1 – o‘ta qizdirilgan bug‘ entalpiyasi, h_2 – turbinada ishlatilgan bug‘ entalpiyasi (suv bug‘ining $h - s$ diagrammasi bo‘yicha topiladi), h_k – kondensat entalpiyasi (suv va suv bug‘ining termodinamik xossalari jadvallaridan topiladi).

Bug‘ turbinali quyosh elektr stansiyasining nazariy quvvati quyidagiga teng

$$N_{pt} = \eta_t \eta_e Q, \text{ Vt}, \quad (1.31)$$

bunda η_e – elektr generatorining FIKi ... 0,92...0,96.

Fotoelektrik quyosh elektr stansiyasining quvvati quyidagiga teng

$$N_{fe} = \eta_{fe} F_{fe} I, \text{ Vt},$$

bunda η_{fe} - fotoelektr o'zgartirgichlar FIKi ...0,13...0,18), F_{fe} – ularning umumiy maydoni, m^2 .

2. GIDROENERGETIKA

Gidroenergetika qurilmasining quvvati quyidagi formula bilan hisoblanadi

$$N = K \eta_t \eta_e \rho g H V, \text{ Vt},$$

bunda K – gidrokanalda bosim yo'qotilishi koeffitsiyenti,

η_t – gidroturbina FIKi ... 0,7...0,88,

η_e –gidrogenerator FIKi ... 0,9...0,96,

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ – suv zichligi,

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$ – erkin tushish tezlanishi,

N - hosil qilinadigan bosim (quyi va yuqorigi suv sath(bef)lari farqi), m,

V - suv sarfi, m^3/s .

Agar radiusi (R) bo'lgan turbina g'ildiragi (ω) burchak tezligi bilan aylansa turbinaning quvvati (N) quyidagiga teng bo'ladi:

$$N = F \cdot R \cdot \omega, \quad (2.1)$$

bu yerda F – kuraklarga ta'sir etayotgan kuch.

Kelayotgan oqim tezligi:

$$U_s^2 = 2 \cdot g \cdot H, \text{ [m/s]} \quad (2.2)$$

bu yerda N - bosim, m.

G'ildirak radiusi

$$R = \frac{1}{2} \cdot U_s / \omega, \text{ [m]} \quad (2.3)$$

Kurak o'lchami r_l (radiusi):

$$r_l = R / (10-12), \text{ m},$$

Aktiv turbinalarning maksimal FIK $\eta = 0.9$.

Tezyurarlik koeffitsiyenti ξ :

$$\xi = R^{1/2} \omega / \rho^{1/2} (g \cdot H)^{5/4} = R_i / R \cdot 0,68 (n_i \cdot \eta)^{-1/2} \quad (2.4)$$

bu yerda n_i – soplolar soni; ρ – suvning zichligi.

Burchak tezligi ω

$$\omega = \xi \cdot \rho^{1/2} (g \cdot H)^{5/4} R^{-1/2}, [\text{rad/s}], \quad (2.5)$$

bu yerda R – turbina quvvati, V_t .

Turbina g'ildiragining diametri D :

$$D = V / \omega$$

bunda V = oqim tezligi, [m/s].

Oqim tezligi quyidagi ifodadan topiladi:

$$V = (2 g H)^{0.5},$$

3. SHAMOL ENERGETIKASI

Asosiy tushunchalar va formulalar

Shamol dvigateli parraklarining aylanishi natijasida hosil qiladigan F maydondan o'tayotgan Shamol oqimi quyidagi energiyaga ega

$$E = m w^2 / 2, \text{ Dj},$$

Bunda w – Shamol tezligi, m/s,

m – havo massasi.

Bir sekundda F maydonda $m = \rho w F$ kg/s havo oqib o'tadi,

bunda $\rho = r / RT$ – havo zichligi, kg/m³, r – atmosfera bosimi, Pa, $R = 287$ Dj/kg.K – gaz doimiysi, T – absolyut harorat, K. F maydonning qiymati Shamolparrak kurakchasining uzunligi L orqali $F = \pi L^2$ formula bilan aniqlanadi. Shamol energetika qurilmasining elektrik quvvati quyidagi formula bilan topiladi

$$N = \eta_v \eta_e \rho \pi L^2 w^3 / 2, V_t,$$

bunda η_v – KPD shamol dvigatelining FIKi ... 0,25...0,35,

η_e – shamolgeneratori va o'zgartirgichning elektrik FIKi...0,70...0,85.

Vaqt birligida shamolparrak aylanishining yuzasidan o'tayotgan havoning massaviy miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$m_1 = \rho \cdot S \cdot V_0, \text{kg/c} \quad (3.1)$$

bunda ρ – havo zichligi, 1,2 kg/m³; S - shamolparrak aylanasi yuzasi, $\pi \cdot R^2$, m²; V_0 – samolning shamolparrakracha bo‘lgan tezligi, m/s.

Shamolparrakga ta’sir etayotgan kuch

$$F = m_1 \cdot (V_0 - V_2), \text{kgm/s}^2, \quad (3.2)$$

bu yerda, V_2 - shamolning shamolparrakdan keyingi tezligi m/s.

Shamolning shamolparrak kesimidagi tezligi V_1 :

$$V_1 = \frac{1}{2} \cdot (V_0 + V_2), \text{m/s}, \quad (3.3)$$

Shamol oqimining quvvati:

$$R_0 = \rho \cdot S \cdot V_0^3 / 2, \text{Vt}, \quad (3.4)$$

Shamol qurilmasining quvvati shamolning shamolparrakdan o‘tganda yo‘qotadigan quvvatiga teng:

$$R = m(V_0^2 - V_2^2) / 2, \text{Vt}, \quad (3.5)$$

Shamolparakning tezyurarligi:

$$Z = V_r / V_0 = R \cdot \omega / V_0, \quad (3.6)$$

bu yerda V_r – parraklar uchining aylanma tezligi, m/s;

ω – shamolparrakning burchak tezligi.

4.BIOYOQILG‘I

Biogaz qurilmasidan olinishi mumkin bo‘lgan energiya miqdori

$$E = \eta N_b V_b \quad (4.1)$$

bu yerda η –yondirgichning FIKi =0,6; N_b –biogazning solishtirma hajmiy yonish issiqligi, = 20MDj/m³; V_b – ishlab chiqarilgan biogaz hajmi.

Biogaz qurilmalarida ishlab chiqarilgan biogaz xajmi quyidagicha aniqlanadi, (m³/sutka):

$$V_b = s \cdot m_0, \text{m}^3/\text{sutka}, \quad (4.2)$$

bu yerda s – quruq massadan biogaz chiqishi (0,2 dan 0,4 m³ gacha);

m_0 - achitishga mo'ljallangan materialning quruq massasi
Biogaz generatorini to'ldirgan suyuq massaning hajmi:

$$V_j = m_0/\rho_m, \quad (4.3)$$

bu yerda ρ_m - biogaz generatoriga solishga mo'ljallangan suyuq massaning tarkibidagi quruq materialning zichligi, $\rho_m = 50 \text{ kg/m}^3$).
Biogaz generatorining hajmi V_g :

$$V_g = V_j \cdot t_g, \quad (4.4)$$

bu yerda V_j - achitilayotgan massaning generatorga uzatilish tezligi;
 t_g - navbatdagi massa qismining generatorda turadigan vaqti, (8dan 20 sutkagacha).
Toza metan uchun (4.1) ifodadan:

$$E = \eta \cdot H_b \cdot V_b \cdot f_m, \quad (4.5)$$

bu yerda normal sharoitda metanning solishtirma yonish issiqligi -
 $N_b = 28 \text{ MDj/m}^3$; f_m - Biogaz tarkibidagi metan ulushi (taxminan 0,7).

5.ISSIQLIKNI AKKUMULYATSIYA QILISH

Akkumulyatorda saqlangan issiqlik miqdori Q :

$$Q = P \cdot n \cdot \tau \cdot Z, \text{ MDj}, \quad (5.1)$$

bu yerda P – issiqlikning sutkalik sarfi, kVt; n – sutkalar soni;
 τ – sutka davomida issiqlik sarflanishining davomiyligi, soat; Z – o'zgartirish koeffitsiyenti $3.6 \text{ mDj/kVt} \cdot \text{ch}$.
Talab qilinayotgan suv miqdori:

$$V = Q/(\rho \cdot c \cdot \Delta T), \text{ m}^3, \quad (5.2)$$

bu yerda ρ - suvning zichligi, kg/m^3 ;
 s – suvning issiqlik sig'imi, 4200 Dj/kg K ;
 ΔT – akkumulyatorning boshlang'ich va oxirgi haroratlari farqi, K.
Akkumulyator idishining chuqurligi h , m:

$$h = V/S, \text{ m}, \quad (5.3)$$

bu yerda V – hajm, m^3 ; S – maydon, m^2 .

Akkumulyator va atrof-muhit o'rtasidagi termik qarshilik R :

$$R = (\tau \text{ sek.}) / (1,3 \cdot V m^3 \cdot \rho c), \text{ K/Vt}, \quad (5.4)$$

Solishtirma termik qarshilik:

$$r = R \cdot S, \text{ m}^2 \text{ K/Vt}, \quad (5.5)$$

Idish ustki qopqogidagi qoplamaning qalinligi:

$$D = r \cdot \lambda, \text{ m}, \quad (5.6)$$

bu yerda λ -izolyatsion materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, (penopolistirol, $\lambda = 0,04 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$)

Akkumulyatorlarda zaxiralangan energiyaning zichligi q :

$$q = Q/V, \text{ MDj/m}^3, \quad (5.7)$$

6. ENERGIYANI MEXANIK AKKUMULYATSIYALASH

Aylanayotgan jismning kinetik energiyasi E quyidagicha aniqlanadi:

$$E = I \cdot \omega^2 / 2, \quad (6.1)$$

bu yerda I – jismning o'z aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti; ω – urchak tezligi, rad/s. Bir jinsli disk uchun inersiya momenti quyidagicha bo'ladi:

$$I = m \cdot a^2, \quad (6.2)$$

bu yerda m – disk massasi; a – disk radiusi.

Bir jinsli disk zaxira qilayotgan energiyaning zichligi:

$$W_m = E/m = a^2 \cdot \omega^2 / 2, \quad (6.3)$$

Maxovikning to'ldirilishlari orasidagi vaqt:

$$t = E/P, \text{ c}, \quad (6.4)$$

bu yerda - E (Dj), R (Dj/s).

ENERGIYANI UZATISH

Quvurda issiqlik yo'qotilishi:

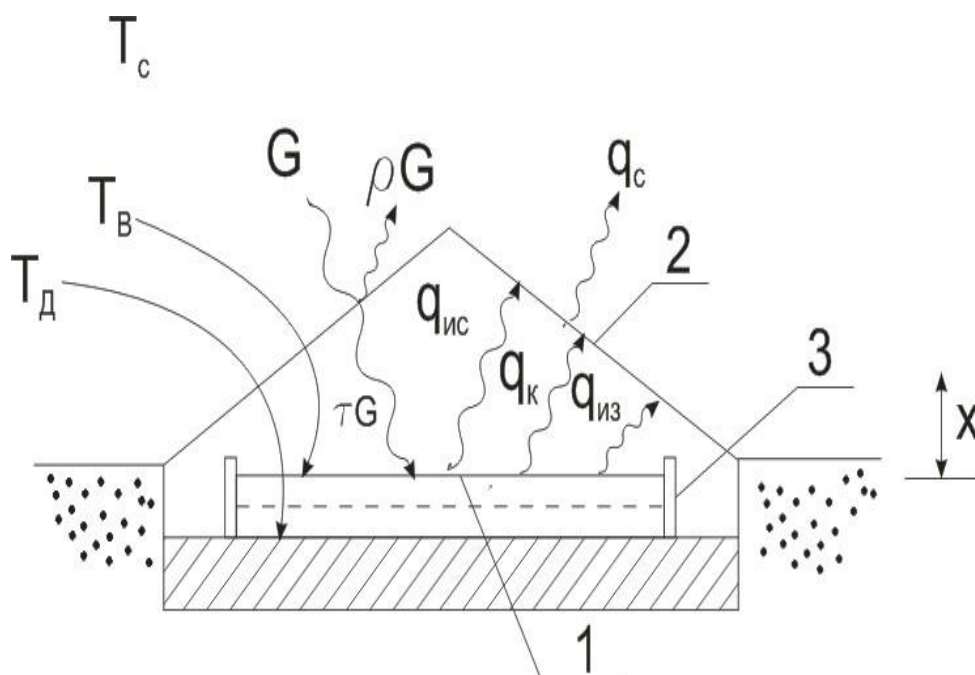
$$R_t = - \lambda \cdot S \cdot \Delta T / x, \quad (6.5)$$

bu yerda λ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, $\text{Wt/m}\cdot\text{K}$; S - maydon, ΔT – haroratlar farqi; x – izolyasiya qalinligi, m.

7. SUVNI CHUCHUKLASHTIRISH

Yerning cho'l hududlarida ichimlik suvi, qishloq xo'jaligi uchun chuchuk suv va boshqa shunga o'xshash ehtiyojlarni qondirish uchun sho'r suvlarni chuchuklashtirish dolzarb va muhim masala hisoblanadi. Aksariyat cho'l hududlari yer osti sho'r suvlari zaxiralariga ega bo'ladi. Bunday hududlarga chuchuk suvni olib kelishdan ko'ra shu yerdagi sho'r suvni chuchuklashtirish arzonroq tushadi. Chunki u yerlarda yer yuzining quyosh nuri bilan nurlanganlik darajasi boshqa joylarga nisbatan yuqori bo'ladi va chuchuklashtirish uchun quyoshning issiqlik energiyasidan foydalanish mumkin. Sho'r suvni chuchuklashtirish qurilmalari distillyatorlar guruhiga kiradi.

Quyosh energiyasi hisobiga ishlaydigan eng sodda distillyatorning chizmasi 1-rasmda keltirilgan. Bunday qurilma devorlari va tubi qoraytirilgan uncha chuqur bo'lmagan, suv bilan to'ldirilgan va bug' o'tkazmaydigan shaffof qopqoq bilan yopilgan basseynidan iborat. Shaffof qopqoq quyoshga qaratilgan bo'ladi. Qopqoqdan o'tgan quyosh nurlari suvni qizdiradi va uning bir qismini bug'lantiradi. Hosil bo'lgan bug'lar yuqoriga ko'tariladi va harorati pastroq qopqoqda kondensatstiyalanadi. Hosil bo'lgan kondensat qopqoq sirti bo'ylab yig'uvchi tarnovga qarab oqadi va u yerda yig'iladi.



1-rasm. Quyosh distillyatori va undagi energiya va massa oqimlari.

d - asos; b - bugʻlanish; k - konveksiya; nur.- nurlanish; s - suv; at.m– atrof-muhit; 1- qizdirilgan sirt; 2- sovuq devor; 3- tarnov.

Haqiqiy quyosh distillyatorining unumdorligini aniqlash uchun kelayotgan quyosh energiyasining qanday qismi bugʻlanishga sarflanayotganini bilish zarur. Suv sathining birligi uchun issiqlik balansi quyidagicha boʻladi:

$$m \cdot c \cdot dT_v / dt = \alpha_v \cdot \tau \cdot G - q_v - q_i - q_k - q_{is}, \quad (7.1)$$

bu yerda q_{is} – bugʻlanish jarayonidagi issiqlik uzatilishi.

Solishtirma radiatsion oqimni aniqlash uchun

$$q_i = 4\sigma_v [(T_v + T_d)/2]^3 \cdot (T_v - T_d), \quad (7.2)$$

bu yerda T_d – qopqoqning harorati; σ_v – Stefan – Bolsman doimiysi.

Konvektiv issiqlik oqimini quyidagicha ifodalaymiz:

$$q_k = k \cdot (T_v - T_d), \quad (7.3)$$

bu yerda k – issiqlik uzatish koeffitsiyenti $W/(m^2 \cdot K)$.

Yuza birligiga tushadigan natijaviy issiqlik oqimi:

$$q_k = 2 \cdot \rho \cdot s \cdot (Q/A) \cdot \Delta T \quad (7.4)$$

Qizdirilgan bug'ning yuqoriga va sovuq bug'ning pastga qarab harakatlanishi natijasida ko'paytiruvchi 2 paydo bo'ladi. Yuza birligidan vaqt birligida uzatiladigan bug'ning natijaviy massasi m' , quyidagicha aniqlanadi:

$$W = m'/A = 2 \cdot (Q/A) \Delta\chi = h_k \cdot \rho^{-1} \cdot c^{-1} \cdot \Delta\chi, \quad (7.5)$$

bu yerda χ – bug'ning konsentratsiyasi.

Suvning bug'lanishi natijasida yuza birligidan o'tadigan issiqlik oqimi quyidagiga teng bo'ladi:

$$q_t = W \cdot r, \quad (7.6)$$

bu yerda r – suvning bug'ga aylanish solishtirma issiqligi.

1-rasmda keltirilgan distillyator uchun:

$$q_t = k \cdot r \cdot \rho^{-1} \cdot c^{-1} \cdot [\chi(T_v) - \chi(T_d)]. \quad (7.7)$$

x o'lcham uchun:

$$k = Nu \cdot \lambda / x \quad (7.8)$$

λ – havoning issiqlik o'tkazuvchanligi ($\approx 0,03 \text{ Wt/m}\cdot\text{K}$) Nu – Nusselt soni

Ra – Reley soni

$$k = 0,062 (x / \lambda) Ra^{1/3}, \quad (7.9)$$

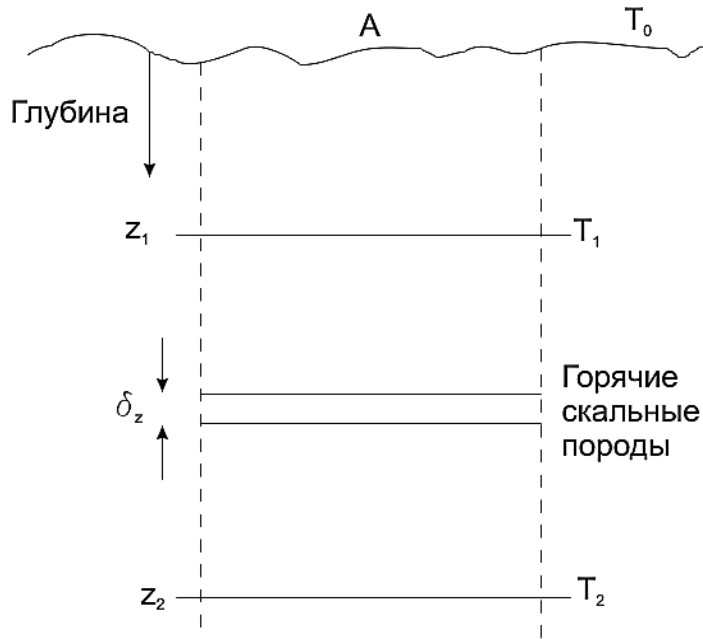
$$Ra = g \cdot \beta \cdot x^3 (T_v - T_d) \lambda^{-1} \cdot \nu^{-1} \quad (7.10)$$

bunda (ρ , λ va boshq.) aniqlash uchun quruq havoga tegishli ma'lumotlardan foydalanish mumkin.

Suv haroratining o'sishi bilan bug'lanishga sarflanayotgan issiqlikning ulushi tez ko'payadi.

8.GEOTERMAL ENERGIYA

Ma'lumki geotermal issiqlik (yer osti issiqligi) asosan seysmik faol bo'lgan hududlarda mujassamlashtirilgan.



2-rasm. Quruq tog' jinslaridan tuzilgan tizim

Ma'lum chuqurlikracha tog' jinsida mujassamlashtirilgan foydali issiqlik :

$$E_o = \rho_g \cdot A \cdot c_g \cdot J \cdot (z_2 - z_1)^2 / 2 \quad (8.1.)$$

bu yerda: ρ – zichlik;

s – solishtirma issiqlik sig'imi;

$J = dT/dz$ – harorat gradiyenti; A – maydon;

T_o – sirtqi harorat;

T_1 – minimal foydali harorat;

T_2 – maksimal chuqurlikdagi harorat.

Issiq tog' jinslarining o'rtacha harorati θ , bo'lsa,

$$\theta = (T_2 - T_1) / 2 = J \cdot (z_2 - z_1) / 2 \quad (8.2.)$$

bu holatda $E_o = S_g \cdot \theta$,

bu yerda S_g – z_1 va z_2 chuqurliklar oralig'ida yotgan tog' jinslarining issiqlik sig'imi:

$$S_g = \rho_g \cdot A \cdot c_g \cdot (z_2 - z_1). \quad (8.3)$$

Issiqlik jinslardan haroratga proporsional holda hajmiy sarfi Q , zichligi ρ_v va solishtirma issiqlik sig'imi s_v bo'lgan suv oqimi bilan olinmoqda. Bunda suv θ haroratgacha isiydi.

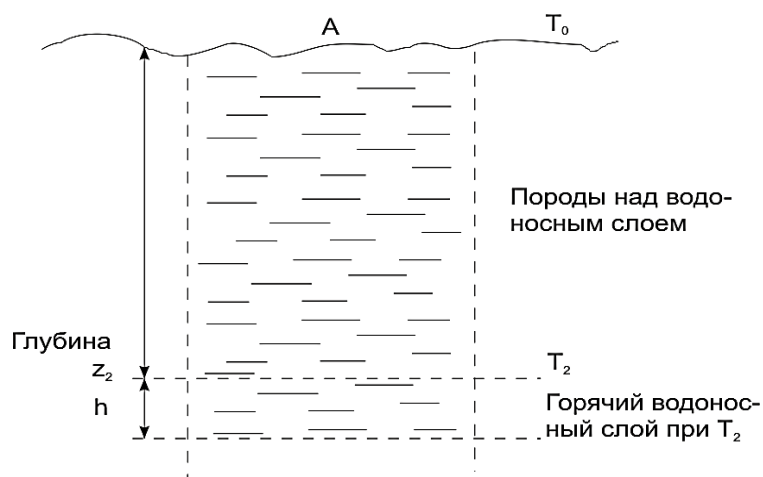
$$\theta = \theta_o \cdot e^{-t/\tau}. \quad (8.4.)$$

$$E = E_0 \cdot e^{-t/\tau}. \quad (8.5.)$$

Vaqt doimiysi τ quyidagicha aniqlanadi:

$$\tau = \rho_v \cdot A \cdot s_g \cdot (z_2 - z_1) / (Q \cdot \rho_v \cdot s_v). \quad (8.6.)$$

TABIY SIV QATLAMLARI



3-rasm. Issiq suv qatlamining kesimi.

Agar chuqurlikda yotgan tabiiy suv qatlamlari mavjud bo'lsa, issiqlik manbai suv qatlamining ichida joylashgan bo'ladi. Qatlamning bir qismi g'ovaklar bilan egallangan (g'ovakdorlik koeffitsiyenti r), qolgan qismi esa zichligi ρ_r bo'lgan tog' jinslari bilan egallangan bo'ladi.

Suv qatlamining qalinligi (h) uning yotgan chuqurligi (z_2) dan ancha kichik va suyuqlik hajmining harorati T_2 . Minimal foydali harorat T_1 . Issiqlik manbaining harakteristikasi quruq tog' jinslari uchun qo'llanilgan uslubda aniqlanadi.

$$T_2 = T_0 + (dT/dz) \cdot z = T_0 + J \cdot z, \quad (8.7.)$$

$$E_0/A = C_g \cdot (T_2 - T_1), \quad (8.8.)$$

bu yerda

$$S_g = [r \cdot \rho_v \cdot s_v + (1 - r) \cdot \rho_g \cdot c_g] \cdot h. \quad (8.9)$$

Hajmiy sarf Q da minimal foydali harorat T_1 dan yuqori bo'lgan tog' jinslarining harorati θ da olinadigan issiqlik aniqlanadi.

$$Q \cdot \rho_v \cdot s_v \cdot \theta = - S_g \cdot d\theta/dt. \quad (8.10)$$

$$E = E_0 \exp(-t/\tau_a), \quad (8.11.)$$

Bir konturli suv-bug'li geotermal elektr stansiyasida separatsiyadan olingan quruq to'yingan bug'ning entalpiyasi suv va suv bug'ining termodinamik xossalari

jadvallari yoki $h - s$ diagrammadan geotermal suvning harorati t_{gs} ga qarab topiladi. Agar ikki konturli geotermal elektr stansiyasi bo'lsa bug' generatoridagi haroratlar farqi Δt hisobga olinadi. Qolgan hisoblar bug' turbinali quyosh elektr stansiyalari hisobi kabi olib boriladi.

Quyidagi nisbat bilan bug' sarfi aniqlanadi

$$d = N / [(h_1 - h_2) \eta_t \eta_{0i} \eta_e], \text{ kg/c}, \quad (8.12)$$

bunda η_t – siklning termik FIKi,

η_{0i} – turbinaning nisbiy ichki FIKi,

η_e – turbogeneratorning elektrik FIKi

N – geotermal elektr stansiyasining quvvati, kVt,

Geotermal quduqlardan olinadigan issiq suvning sarfi quyidagi formuladan topiladi

$$G_{gs} = N / (\eta_t \eta_{0i} \eta_{pg} \eta_e c \Delta t_{pg}), \text{ kg/s} \quad (8.13)$$

Atrof-muhitdan bug'ning kondensatsiyalanishi uchun sarflanadigan sovuq suv miqdori

$$G_{xv} = d (h_2 - h_k) / (c \Delta t_{xv}), \text{ kg/s} \quad (8.14)$$

bunda $s = 4,19 \text{ kDj} / (\text{kg.K})$ – suvning issiqlik sig'imi,

η_{pg} – bug' generatorining FIKi,

Δt_{pg} – bug' generatorida geotermal suvlar haroratlarining farqi,

Δt_{xv} – kondensatorda sovuq suv haroratining o'zgarishi, °C.

Past qaynovchi va aralash ishchi jism qo'llaniladigan geotermal energetika qurilmalarining hisobi ushbu suyuqliklarning termodinamik xossalari jadvallari va ularning bug'lari uchun olingan $h - s$ diagrammalar yordamida amalga oshiriladi .

SUV KO'TARILISH ENERGIYASI

Dengiz bo'yi mamlakatlarida dengiz suvining ko'tarilish hodisasi kuzatiladi. Suv ma'lum vaqt oralig'ida ko'tariladi va orqaga qaytadi. Bu hodisa ro'y berayotganda katta miqdordagi suv hajmi harakatlanadi. Ushbu hajm juda katta energiyaga ega. Shu energiyani o'zlashtirish uchun suvning ko'tarilish energiyasida ishlaydigan elektr stansiyalari yaratilgan. Suvning ko'tarilishi natijasida vujudga keladigan energiya potentsiali E_{pot} L.B. Bernshteyn formulasi bilan topiladi :

$$E_{pot.} = 1,97 \cdot 10^6 \cdot R_o \cdot r^2 F, \text{ kVt} \cdot \text{ch}, \quad (8.15)$$

bu yerda $R_{o'r}$ – suv ko'tarilishining o'rtacha qiymati, m; F – suv havzasining maydoni, km^2 .

MASALALAR

1-masala

Turar joyni quyosh energiyasi bilan isitish uchun uy qora rangga bo'yalgan. Tadqiq qilinayotgan uyning janubiy tomonida $N \cdot L$ (bo'yi, uzunligi) o'lchamli katta deraza joylashgan. Shimoliy tomonida esa qora rangga bo'yalgan katta devori bor. Betondan ishlangan yutuvchi devor qalinligi (v), beton zichligi $\rho = 2,4 \cdot 10^3 kg/m^3$, shishaning o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti $\tau_p = 0,9$, devorning yutish ko'effitsiyenti $\alpha_p = 0,8$.

Xonadagi havoni tashqariga nisbatan $20^\circ C$ ga yuqoriroq haroratgacha isitish uchun zarur bo'ladigan quyosh nurlanishi oqimining kattaligi topilsin?

Ertalab soat 8 da, ya'ni 16 soatdan so'ng xona harorati topilsin. Tashqi havo harorati $T_1 = 0^\circ C$. Betonning issiqlik sig'imi $s = 840 Dj/kg \cdot K$. Bir qavat shisha oynali vertikal derazaning xonadan tashqariga bo'ladigan yo'qotishlarga ko'rsatadigan solishtirma termik qarshilik $r = 0,07 m^2 \cdot K/Vt$.

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Balandlik N, m	3	4	5	4	5	3	5	4	3	5	3	4	5	4	5
Uzunlik L, m	5	3	4	6	5	4	4	3	6	3	6	4	5	4	6
Qalinlik v, m	0,2	0,1	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3

2-masala

Basseyin maydoni $F \cdot 10^3, km^2$ va suv ko'tarilishining o'rtacha qiymati R, m ni bilgan holda basseyinning potensialini aniqlash lozim.

Kattalik	variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$F \cdot 10^3, km^2$	1	1,2	1,4	1,5	1,8	2,0	2,4	2,2	2,6	2,8	1	1,2	1,5	2,0	2,2
R, m	7	8	9	10	11	12	13	14	15	12	11	10	9	8	7

3-masala

O'lchamlari $N \cdot L$ (eni va bo'yi) yassi plastinkali qizdirgichning issiqlik yo'qotishlariga qarshiligi $r = 0,13 m^2 \cdot K/Vt$, issiqlik uzatish ko'effitsiyenti $a = 0,85$.

Shisha qopqoqning o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti $\tau = 0,9$. Plastinaning yutish koeffitsiyenti $\alpha_p = 0,9$. Qabul qilish moslamasiga kirayotgan suvning harorati T_2 , atrof-muhit harorati T_1 , nurlari energiya oqimi G , Vt/m^2 , suvning issiqlik sig'imi, $s = 4200$, $Dj/(kg \cdot ^\circ C)$, chiqayotgan suyuqlikning harorati T_3 . Suyuqlik haroratini t graduslarga ko'tarish uchun zarur bo'ladigan suyuqlikni haydash tezligini aniqlash lozim. Nasos kechasi xam ishlaydi, bunda $G = 0$. Qabul qilish moslamasidan o'tgan har bir holatda suvning harorati qanday o'zgaradi (T_3 , T_2).

O'tayotgan suvning o'rtacha harorati $t_{o'r}$ ni e'tiborga olish kerak.

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
N,m	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2
L,m	0,8	0,7	0,9	1,0	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
G.Vt/m ²	750	650	600	600	650	750	700	600	650	700	750	700	650	700	750
T ₁ , °C	20	15	10	5	20	15	10	5	20	15	10	5	20	15	10
T ₂ , °C	40	45	35	40	35	45	35	40	45	35	40	50	50	40	40
t, °C.	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4

4-masala

Quyosh batareyasiga tushayotgan nurlanish oqimining zichligi G , Vt/m^2 , foydali ish koeffitsiyenti, η %. Foydali ish koeffitsiyenti η va quvvati R, Vt li quyosh batareyasining maydoni qancha bo'lishi kerak?

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
G, Vt/m ²	460	500	550	600	700	750	450	480	500	520	550	580	600	650	700
η , %	20	18	19	20	21	22	23	18	19	20	21	22	23	24	20
R, Vt	100	90	110	120	130	150	140	90	100	110	120	130	140	150	160

5-masala

Quyosh batareyasi har birining quvvati 1,5 Vt, o'lchamlari 20x30 sm bo'lgan n -dona fotoelementlardan tuzilgan. Agar oqim zichligi G Vt/m² bo'lsa, uning foydali ish koeffitsiyenti topilsin.

Kattalik	variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
n,dona	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	600	1700	1800	2000	2200	2400	2700	3000
G, Vt/m ²	500	450	550	600	650	700	750	450	500	550	600	650	700	750	500

6-masala

Quyosh batareyasining maydoni S , m², tok zichligi i , A/sm², nurlanish zichligi G , Vt/m². Foydali ish koeffitsiyenti η da quyosh batareyasining EYUKi topilsin.

Kattalik	variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
S , m ²	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	0,3	0,4	0,5	0,6
i , A/sm ²	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-8}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$
G , Vt/m ²	300	400	500	400	450	500	550	600	650	700	750	600	650	700	750
η	0,3	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,3	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,3	0,25	0,3

7-masala

Xonadonning yoritish tizimi akkumulyator batareyasidan U , V kuchlanish oladi. Yoritish tizimi har kuni 4 soatga yoqiladi, iste'mol toki I , A . Agar Kremniy elementining EYUKi $I = 0,5A$ da $E = 0,5 V$ bo'lsa akkumulyator batareyasini to'ldirish uchun quyosh batareyasining quvvati qanday bo'lishi kerak? Batareyani to'ldirish jarayonida energiyaning sarfi iste'molchiga berilayotgan energiyaga nisbatan 20% ga ko'p bo'lishi kerak.

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
U, V	8	9	10	11	12	8	9	10	11	12	8	9	10	11	12
I, A	3,0	2,5	3	3,5	4,0	2,5	3,0	3,5	4,0	2,5	3,0	3,5	4,0	3,0	3,5

8-masala

Issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti λ , $Vt/m \cdot K$ bo'lgan issiqlik izolyatori ustida geliokollektor joylashgan. Geliokollektor sirtining solishtirma termik qarshiligi $r = 0,13 m^2 \cdot K/Vt$. Idish tubining qarshiligi sirtning qarshiligiga teng bo'lishi uchun izolyatsiyaning qalinligi qanday bo'lishi kerakligi aniqlansin.

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\lambda, Vt/m \cdot K$	0,034	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,15	0,1	0,12	0,13	0,14	0,05	0,06	0,04

9-masala

Agar quvurning ichki diametri d , sm , quyosh energiyasining oqimi G , Vt/m^2 va muhit harorati $T_{o'r}$ bo'lsa vakuumli geliokollektor quvurining harorati T_r topilsin. Issiqlik yo'qotilishlariga qarshilik $R = 10,2 K/Vt$, shisha qopqoqning o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti $\beta = 0,9$, yutish ko'effitsiyenti (yutilgan energiya uchun) $\alpha_p = 0,85$.

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d, sm	1	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1
$G, Vt/m^2$	750	700	650	600	550	500	750	700	650	600	550	500	750	700	650
$T_{o'r}, ^\circ C$	20	15	10	5	10	15	20	15	10	5	0	5	10	15	20

10-masala

Yig'ib olingan guruchning tarkibida W_n , % namlik bor. Havo harorati $T_2 = 30 ^\circ C$ va nisbiy namlik $\varphi = 80\%$, muvozanat namligi $W_r = 16\%$, nam havo zichligi $\rho =$

1,15kg/m³, suvning bug‘ga aylanish solishtirma issiqligi $r = 2,4$ MDj/kg. Guruchni $W_k = 16\%$ namlikkacha quritish zarur. M kg guruchni t, °C haroratli havo bilan talab qilinayotgan namlikkacha quritish uchun qancha havo miqdori zarur bo‘lishi hisoblansin

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$W_n, \%$	28	26	30	24	26	28	30	24	26	28	30	24	26	28	30
$t, ^\circ\text{C}$	45	50	40	45	50	40	45	50	40	45	50	40	45	50	45
M, kg.	1000	800	1200	1000	1550	1000	1200	1800	2000	2500	3000	1000	2000	1500	1200

11-masala

Quyosh distillyatorining maydoni $V \cdot L, \text{m}^2$. Nurlanish oqimi kuniga G, MDj/m², $G=20$ MDj/m²kun. Suvning bug‘ga aylanish solishtirma issiqligi $r = 2,4$ MDj/kg. Distillyator unumdorligi topilsin.

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
V, m	5	5	10	15	10	15	20	15	10	10	25	25	25	25	25
L, m	5	10	15	5	20	20	20	10	10	5	5	10	15	20	25
G MDj/m ² ·kun	20	15	10	10	15	20	20	15	15	10	15	15	20	20	15

12-masala

Yaxshi izolyatsiya qilingan kichik uy uchun o‘rtacha Q, kVt issiqlik sarfi talab qilinadi. Shunda yoritish moslamalaridan chiqqan issiqlik bilan birgalikda 20°C li ichki harorat ta’minlanadi. Uyning tagida to‘rtburchak hajm shaklidagi issiq suv akkumulyatori joylashgan. Uning yuqorigi qismini maydoni S, m² bo‘lgan uy poli tashkil etgan. Akkumulyator τ sutka davomida sovushi hisobiga 60 dan 40°C gacha issiqlik yo‘qotadi. Issiqlik faqat pol orqali bo‘ladi.

Akkumulyatorning chuqurligi, m; termik qarshiligi, K/Vt; akkumulyator qopqog‘i qoplamasining qalinligi, sm, va akkumulyatorlarda zaxiralangan energiya zichligi aniqlanishi kerak.

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q, KVt	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
S, m ²	200	100	120	140	150	170	280	250	220	120	130	150	140	100	150
τ , sutka	100	150	110	120	130	140	80	90	100	120	140	70	80	90	100

13-masala

Ishchi bosim N bo'lgan bitta soploli ($n = 1$) faol turbina quvvati R . Maksimal FIK $\eta = 0,9$ ta'minlaydigan burchak tezligi ω va turbina g'ildiragining diametri topilsin.

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R, kVt	10	20	30	40	50	690	70	80	90	100	110	120	130	140	150
N, m	10	15	20	25	30	26	40	45	50	55	60	65	70	75	80

1. Suvning sarfi Q , hosil qiladigan bosimi N bo'lsa kichik GES quvvati aniqlansin. Bunda ochiq suv kanalida bosim yo'qotish koeffitsiyenti $K = 0,85$, gidroturbinaning FIK i η_t , elektr generatorining FIKi η_e . Agar suv sarfi 70% kamaytirilsa, turbina quvvati qanchaga o'zgaradi?

Boshlang'ich ma'lumotlar variantlari jadvalda keltirilgan.

Variant	$Q, \text{m}^3/\text{s}$	N, m	$\eta_t, \%$	$\eta_e, \%$
1	10	17	76	94
2	12	15	78	95
3	14	13	79	96
4	16	11	80	93
5	18	9	81	94
6	20	8	82	95
7	22	7	83	95
8	24	6	84	96
9	26	7	85	95
10	28	8	84	96

14-masala

Shamolparrak radiusi R, m , shamolning shamolparakkacha bo'lgan tezligi $V_0, \text{m/s}$, shamolparrakdan so'ng $V_2, \text{m/s}$. Shamolning shamolparrak kesimidagi tezligi V_1 , shamol oqimining quvvati R_0 , shamol qurilmasining quvvati R va shamolparrakga ta'sir etayotgan kuch F aniqlansin F . Havo zichligi $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$.

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

R,m	4	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40	45	50	7,5	12,5
Vo,m/s	10	11	12	13	14	15	6	7	8	9	10	11	12	9	10
V ₂ ,m/s	5	6	4	8	7	8	3	3	3	4	5	6	6	5	4

15-masala

Agar har bir qoramoldan sutkasiga V_m , kg/sutka tezlikda achitiladigan quruq modda olinsa va biogazning chiqishi $S \text{ m}^3/\text{kg}$ bo'lsa, biogaz generatorida n qoramol go'ngini ishlatib olinayotgan biogaz miqdori va biogaz generatorning quvvati aniqlansin. Yondirgich qurilmasining samaradorligi 0,68. Olinayotgan biogaz tarkibida f miqdorda metan bor. Moddaning navbatdagi qismi biogeneratorida t_g vaqt davomida bo'ladi.

Kattalik	Variantlar.														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
n	4	10	15	20	25	30	40	45	50	55	60	65	70	80	100
V_m , kg/sut.	2	2,5	3	2	2,5	3	2	2,5	3	2	2,5	3	2	2,5	3
$S, \text{ m}^3/\text{kg}$	0,24	0,3	0,2	0,24	0,3	0,35	0,4	0,2	0,24	0,3	0,35	0,4	0,2	0,24	0,3
f	0,8	0,75	0,7	0,75	0,8	0,75	0,7	0,75	0,8	0,75	0,7	0,75	0,8	0,75	0,7
t_g , sutka	20	18	16	14	12	10	8	10	12	14	16	18	20	15	13

16-masala

Tarmoqqa ulangan elektrdvigateli yordamida maxovik aylanadi va ortiqcha energiya akkumulyatsiya qilinadi. Maxovik massasi $M, (\text{kg})$ bo'lgan $D, (\text{sm})$ diametrli silindrdan iborat. Uning aylanishlari soni $n, 1/\text{min}$. Maksimal tezlik bilan aylanayotgan maxovikning kinetik energiyasi aniqlansin. Agar o'rtacha iste'mol quvvati $R, (\text{kVt})$ bo'lsa akkumulyatorni to'ldirish oraliqlari topilsin.

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
M, kg	1000	1200	800	1500	1400	1000	1100	900	800	1000	1100	1200	1300	1500	1400
D, sm	180	200	220	200	180	150	160	170	190	210	200	180	170	180	180
n, 1/min	3000	2500	2500	2200	3000	3000	3000	3000	3000	2500	2600	2700	3000	3000	3000
R, kVt	20	25	30	25	20	15	20	15	15	20	25	22	20	20	22

17-masala

D diametrli quvur L, (m) masofaga issiqlikni uzatish uchun ishlatiladi. Quvur issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ bo'lgan X qalinlikdagi issiqlik izolyatsiya

materiali bilan o'ralgan. Agar atrof-muhitdagi havoning harorati $T_{o'r}$, va bug'ning harorati $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ bo'lsa, trassa bo'ylab issiqlikning yo'qotilishi topilsin.

Kattalik	Variantlar.														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D, sm	5	10	15	20	30	40	5	10	15	20	30	40	10	15	20
L, m	100	50	75	100	150	200	250	300	400	100	150	200	250	300	350
λ , Vt/m·K	0,04	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,06
X, sm	1	2	3	4	5	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
$T_{o'r}$, $^{\circ}\text{C}$	10	-20	-15	-10	-5	0	10	15	20	-20	-15	-15	-10	0	10

18-masala

Idishlarga quyilgan sut 70°C haroratli issiq suvda 10 minut mobaynida pasterizatsiya qilinadi. Pasterizatsiyaning sifatli bo'lishi uchun har bir shishaga 50litrlar issiq suv berilishi lozim. Issiq suvning haroratining minimal qiymati 40°C bo'lishini ta'minlaydigan sirkulyatsiya holati tashkil etilgan. Suvni isitish uchun quyosh energiyasidan foydalaniladi.

Agar zavodda 8 soat mobaynida 65000 dona shishaga sut quyilsa, qabul qiluvchi moslamaning yo'qotishlarsiz ishlash jarayonida zarur bo'ladigan qabul qiluvchi moslamaning minimal maydoni aniqlanishi kerak. Qabul qiluvchi moslamaning 8 soatda nurlanganlik darajasi G , MDj/m^2 , $\tau = 1$; $\alpha = 1$; $r = \infty$.

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nurlanganlik G , MDj/m^2	20	19	18	17	16	21	22	20	19	18	17	16	21	20	19

19-masala

Agar to'lqin uzunligi λ , m va amplitudasi a , m bo'lsa, to'lqinning faza tezligi, davri va quvvati aniqlansin.

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
λ , m	100	90	110	120	130	140	150	100	110	90	80	100	110	120	130
a , m	1,5	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	1,6	1,7	1,5	1,4	1,7	1,8	1,9	2,0

20-masala

Quruq tog' jinslarining 1m^2 maydoni uchun z , km chukurlikkacha bo'lgan qismida mujassamlangan foydali issiqlik hisoblansin. Harorat gradiyenti $G\text{ }^{\circ}\text{C/km}$. Yer sirtining haroratidan yuqori bo'lgan ruxsat etilgan minimal harorat 140K , granit zichligi, $\rho_g = 2700\text{kg/m}^3$, granitning issiqlik sig'imi $s_g = 820\text{Dj/(kg}\cdot\text{K)}$. Agar issiqlik

tashuvchi sifatida suv ishlatilsa va hajmiy tezlik v , $\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ bo'lsa, issiqlik olishning davomiyligining doimiy vaqti τ , nimaga teng bo'ladi. Boshlang'ich $(dE/d\tau)_{\tau=0}$ va 10 yildan so'ng olinadigan issiqlik quvvati nechaga teng bo'ladi?

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Z, km	7	6	5	6	5	7	5	6	5	7	6	5	6	5	7
G, °C/km	40	50	60	50	60	50	70	60	50	40	50	60	70	50	80
V, $\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,3	1,2	1	1,1

21-masala

Harorat gradiyenti $(dT/dz)^\circ\text{C}/\text{km}$. Sirtning o'rtacha harorati $t_0 = 10^\circ\text{C}$. Suvning solishtirma issiqlik sig'imi $s_{\text{suv}} = 4200 \text{ Dj}/(\text{kg}\cdot\text{K})$; zichligi $\rho = 1\cdot 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$. Hisoblarning yuza sirti $F \text{ km}^2$ uchun amalga oshirilsin. Qatlamning minimal ruxsat etilgan harorati $t_1 = 40^\circ\text{C}$. Maydon $F = 1 \text{ km}^2$. Suv qatlami joylashgan jinsning quyidagi harakteristikalari: zichligi $\rho_{\text{gr}} = 2700 \text{ kg}/\text{m}^3$, g'ovakdorligi $a\%$; solishtirma issiqlik sig'imi $s_{\text{gr}} = 840 \text{ Dj}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. berilgan bo'lsa, $z \text{ km}$ chuqurlikda joylashgan $h \text{ km}$ qalinlikdagi suv qatlamining boshlang'ich harorati t_2 va geotermal energiya miqdori $E_0 \text{ (Dj)}$ aniqlanishi zarur.

Qatlamga $V = \text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ sarf bilan suv kiritilganda issiqlik energiyasini olish davomiylig vaqti $\tau \text{ (yil)}$ nimaga teng bo'ladi. Boshlang'ich $(dE/d\tau)_{\tau=0}$ va 10 yildan so'ng olinadigan issiqlik quvvati nechaga teng bo'ladi?

Kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
h, km	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	0,9	1,1
z, km	3,5	3,0	4,0	2,0	3,0	4,0	2,0	3,0	4,0	2,0	2,0	3,0	4,0	5,0	4,0
a, %	5	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5
$dT/dz^\circ\text{C}/\text{km}$	65	70	75	80	60	65	70	75	80	85	90	70	80	75	80
V, $\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$	1	1,2	1,1	1,3	1,4	1,5	1,4	1,3	1,2	1	1,4	1,5	1,1	1,2	1,3

22-masala

Minorali quyosh elektr stansiyasida n -ta geliostat o'rnatilgan. Har birining yuzasi F_g . Geliostatlar quyosh nurlarini qabul qiluvchi moslamaga yuboradi. Uning sirtida H_{pr} maksimal energetik yoritilganlik qayd qilingan. Geliostatning qaytarish koeffitsiyenti $K_g = 0,8$, yutish koeffitsiyenti $\alpha_{\text{pog}} = 0,95$. Geliostat yuzasining maksimal nurlanganligi G_g . Agar issiqlik tashuvchining ishchi harorati $t^\circ\text{C}$ bo'lsa, geliokollektor sirtining maydoni va undagi konveksiya va nurlanish hisobiga bo'ladigan issiqlik yo'qotishlari topilsin. Qabul qiluvchi moslamaning qoralik

darajasi $\epsilon_{pr} = 0,95$. Konvektiv yo‘qotishlar nurlanish bilan yo‘qotishlarga nisbatan ikki barobar kam. Absolyut qora jism nurlanish koeffitsiyenti $S_0=5,67 \text{ Vt/(m}^2\text{K}^4)$.

Vari- antlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
n	263	300	280	270	260	200	350	340	320	330	310	280	180	250	255
$F_g, \text{ m}^2$	58	50	60	55	65	70	40	45	50	55	60	65	70	60	55
$G, \text{ Vt/m}^2$	600	650	700	700	680	650	700	690	680	670	650	640	700	660	660
$t, ^\circ\text{C}$	660	700	680	670	660	650	690	680	670	660	650	680	670	680	660
$H_{pr}, \text{ MVt/ m}^2$	2,5	2	3	3,5	3,3	3,4	3,2	3,9	2,8	2,6	2,7	2,6	2,5	2,4	2,6

23-masala

Orolda aholi, maishiy va qishloq xo‘jaligi ehtiyojlarini qondirish uchun chuchuk suv manbai yo‘q. Dengizning sho‘r suvini chuchuklashtirish orqali chuchuk suv masalasini hal qilsa bo‘ladi. Suvni chuchuklashtirish uchun elektr energiyasidan foydalanish mumkin, lekin orolda yetarlicha quvvatga ega elektr stansiyasi yo‘q. Orolda aholi va maishiy ehtiyojlar uchun elektr energiyasini Shamol elektr stansiyasi va kichik quvvatga ega zaxira dizel elektr stansiyasi ta‘minlaydi. Orolda quyoshli kunlar ko‘p bo‘lgani sababli chuchuklashtirish ishlariga quyosh energiyasidan foydalanish taklif etildi. Buning uchun quyoshli chuchuklashtirish qurilmasining maydoni $S, \text{ m}^2$ hisoblansin. Chuchuk suvga yillik ehtiyoj V , ming tonna yiliga. Quyosh nurlanishining intensivligi M , ming MDj/m²yil, yil davomidagi quyoshli kunlar soni – 260, solishtirma bug‘lanish issiqligi – 2,4 MDj/kg, FIK – $\eta = 0,85$.

kattalik	Variantlar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$V, \text{ ming t/sutka}$	50 0	40 0	35 0	30 0	25 0	20 0	15 0	10 0	50	10	1	0, 9	0, 8	0, 7	0, 6
$M, \text{ ming MDj/m}^2 \text{ yil}$	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	5,0	4,9	4, 8	4, 7	4, 6	4, 5	5, 0	5, 1	5, 2

QO‘SHIMCHA MASALALAR

Shamolparrak g‘ildiragi parragining uzunligi L , Shamol tezligi w , Shamol dvigatelining FIKi η_v , qurilmaning elektrik FIKi η_e , havo harorati t , atmosfera bosimi r bo‘lgan sharoitda bir turdagi p –ta Shamol energetik qurilmalaridan tashkil topgan Shamol elektr stansiyasining quvvati topilsin.

Boshlang‘ich ma‘lumotlar variantlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Variant	p , dona	L , m	w , m/s	η_v , %	η_e , %	t , °C	r , kPa
1	8	55	12	31	73	-20	100
2	9	57	11	32	74	-15	101
3	10	59	10	33	75	-10	102
4	11	61	9	34	76	-5	101
5	12	63	12	33	78	0	100
6	11	66	14	32	77	5	99
7	10	69	16	33	76	10	98
8	9	72	18	34	77	15	97
9	8	75	20	33	78	20	99
10	7	78	18	34	79	25	101

Agar geliostatlar soni p , bitta geliostat oynasining maydoni F , quyosh nurlanishi jadalligi p , quyosh nurlanishini ishlatish samaradorligi koeffitsiyenti η_n bo'lsa, bug' turbinali quyosh elektr stansiyasining minorasiga o'rnatilgan bug' generatoriga geliostatlar uzatayotgan issiqlik, termik FIK va Renkin sikli bo'yicha ishlayotgan quyosh elektr stansiyasidagi bug' turbinasining nazariy quvvati topilsin. Bunda o'ta qizdirilgan bug'ning bosimi $r_1 = 10$ kPa va harorati t_1 , kondensatordagi bosim $r_2 = 10$ kPa, bug' generatorining FIKi $\eta_{pg} = 0,85$. Agar bug' turbina o'rniga geliostatlar maydoniga teng maydonni egallagan va FIKi $\eta_{fe} = 0,15$ bo'lgan fotoelektrik o'zgartirgichlar qo'llanilganda stansiyaning quvvati qanday o'zgaradi? Boshlang'ich ma'lumotlar variantlari 2-jadvalda keltirilgan

2-jadval

Variant	p , dona.	F , m ²	I , Vt/m ²	η_i , %	p_1 , Mpa	t_1 , °C
1	1000	10	350	50	12	450
2	3000	12	400	48	11	440
3	5000	14	450	46	10	430
4	7000	13	500	47	9	420
5	8000	12	550	49	8	410
6	9000	11	600	50	9	400
7	10000	12	650	51	10	410
9	11000	13	700	50	11	420
10	12000	14	750	49	12	430

Elektr quvvati N bo'lgan ikki konturli suv-bug'li geotermal elektr stansiyasi geotermal quduqdan t_{gs} haroratli suv bilan issiqlik oladi. Bug' generatoridan chiqayotgan to'yingan quruq bug' t_{gs} dan 20°C pastroq haroratga ega. Bug' turbinada kengayadi va kondensatorga kiradi, U yerda atrof muxitdan olingan t_{ss} haroratli suv bilan sovutiladi. Sovutuvchi suv kondensatorda 12°C gacha qizdiriladi.

Kondensatning harorati t_{ss} ga nisbatan 20°C ga yuqoriroq. Bug‘ generatoridan chiqayotgan geotermal suvning harorati kondensat haroratidan 15°C ga yuqori bo‘ladi. Turbinaning nisbiy ichki FIKi η_{oi} , turbogeneratorning elektrik FIKi $\eta_e = 0,96$. Renkin siklining termik FIKi, bug‘ sarfi va issiqlikning solishtirma sarfi, geotermal quduq va atrof-muhitdan olingan suv sarflari aniqlansin.

Boshlang‘ich ma’lumotlar variantlari 3-jadvalda keltirilgan

3-jadval

Variant	N, MVt	$t_{gs}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{xv}, ^{\circ}\text{C}$	$\eta_{oi}, \%$
1	4	190	5	78
2	5	200	10	80
3	6	210	15	82
4	7	220	20	80
5	8	230	15	78
6	9	240	10	79
7	10	245	5	81
8	11	255	10	80
9	12	235	15	82
10	13	240	20	81

MASALALARNI YECHISH NAMUNALARI

1-masala

Turar joyni quyosh energiyasi bilan isitish uchun uy qora rangga bo'yalgan. Tadqiq qilinayotgan uyni janubiy tomonida N·L(bo'yi, uzunligi) o'lchamli katta deraza joylashgan. Shimoliy tomonida esa qora rangga bo'yalgan katta devori bor. Betondan ishlangan yutuvchi devor qalinligi (v), beton zichligi $\rho = 2,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, shishaning o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti $\tau_p = 0,9$, devorning yutish koeffitsiyenti $\alpha_p = 0,8$.

Xonadagi havoni tashqariga nisbatan 20°C ga yuqoriroq haroratgacha isitish uchun zarur bo'ladigan quyosh nurlanishi oqimining kattaligi topilsin/ Ertalab soat 8 da, ya'ni 16 soatdan so'ng xona harorati topilsin. Tashqi havo harorati $T_1 = 0^\circ\text{C}$. Betonning issiqlik sig'imi $s = 840 \text{ Dj/kg}\cdot\text{K}$. Bir qavat shisha oynali vertikal derazaning xonadan tashqariga bo'ladigan yo'qotishlarga ko'rsatadigan solishtirma termik qarshilik $r = 0,07 \text{ m}^2\cdot\text{K/Vt}$.

Yechim:

$$\tau \cdot \alpha \cdot G = (T_r - T_a)/r,$$

bu yerda r -bitta oynali vertikal derazaning xonadan tashqariga issiqlik yo'qotilishiga ko'rsatadigan qarshiligi, $0,07 \text{ m}^2\text{K/Vt}$;

T_a – tashqi harorat, $^\circ\text{C}$; T_r – xona harorati, $^\circ\text{C}$;

τ – oynaning o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, $0,9$; α – devorning yutish koeffitsiyenti, $0,8$; G – quyosh nurlanishining oqimi;

$$G = 20^\circ\text{C}/(0,07 \cdot 0,9 \cdot 0,8) = 400 \text{ Vt/m}^2.$$

Bunday nurlanganlikni qishning yorug' kunida kuzatish mumkin.

$$G = 0; dT_r/dt = -(T_r - T_a)/R; C = mc;$$

bo'lganda $R = r/A = 0,07/10 = 0,007 \text{ K/Vt}$,

bu yerda A – deraza maydoni, 10 m^2 .

$$T_r - T_a = (T_r - T_a)_{t=0} \exp[-t/(RC)], \quad T_a = \text{const}$$

Yutuvchi devor betondan ishlangan.

$$C = mc$$

$C = 2,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 2,5 \cdot 0,1 \cdot 840 \text{ Dj/(kg}\cdot\text{K)} = 2 \cdot 10^6 \text{ Dj/K}$, $RC = 0,007 \cdot 2 \cdot 10^6 = 14000 \text{ sek} = 4 \text{ soat}$. 16 soatdan so'ng xonadagi harorat tashqaridagidan $20^\circ\text{C} \cdot \exp(-16/4) = 0,4^\circ\text{C}$. ga yuqori bo'ladi.

2-masala

Basseyin maydoni $F \cdot 10^3$, km^2 va suv ko'tarilishining o'rtacha kattaligi R , m. ni bilgan holda Bernshteyn L.B. formulasidan foydalanib basseyinning suv ko'tarilish potentsiali E_{pot} , topilsin.

Yechim:

Basseyin maydoni $F = 1000 \text{ km}^2$; Suv ko'tarilishining o'rtacha kattaligi $R_{o'r} = 7,2 \text{ m}$.

$$E_{\text{pot.}} = 1,97 \cdot 10^6 \cdot R_{o'r} \cdot F$$

$$E_{\text{pot}} = 1.97 \cdot 10^6 \cdot 7,2^2 \cdot 1000 = 102 \cdot 10^6 \text{ kVt} \cdot \text{soat}.$$

3-masala

Tekis plastinkali qizdirgichning o'lchamlari $N \cdot L$ (eni va uzunligi) (2-jadval), issiqlik yo'qotishlariga qarshilik $r = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/Vt}$, issiqlik uzatish ko'effitsiyenti $a = 0,85$. Shisha qopqoqning o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti $\tau = 0,9$; plastinaning yutish ko'effitsiyenti $\alpha_p = 0,9$; geliokollektorga kirayotgan suyuqlikning harorati T_2 ; atrof muhit harorati T_1 ; nurlanish energiyasining oqimi G , Vt/m^2 , suvning issiqlik sig'imi, $s = 4200$, $\text{Dj/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$. Chiqayotgan suyuqlik harorati T_3 . Haroratni $t^\circ\text{C}$ ga ko'tarish uchun zarur bo'ladigan haydash tezligini topish kerak. Nasos kechasi $G = 0$ bo'lganda ishlaydi. Qabul qiluvchi moslamadan har bir o'tishida suvning harorati qanchaga kamayadi, $(T_3 - T_2)$?

O'tayotgan suyuqlikning o'rtacha harorati $t_{o'r}$ ni e'tiborga olish zarur.

Yechim:

Berilgan: $T_1 = 20^\circ\text{C}$; $T_2 = 40^\circ\text{C}$; $t = 4^\circ\text{C}$; $H = 0,8\text{m}$; $L = 2\text{m}$; $G = 750 \text{ Vt/m}^2$; $\alpha = 0,9$; $\tau = 0,9$.

Maydon birligiga tushadigan issiqlik oqimi:

$$q = (\rho \cdot c \cdot Q/A) \cdot (T_3 - T_1) = a[\tau \cdot \alpha \cdot G - (T_{o'r} - T_1)/r],$$

bu yerda ρ – suvning zichligi, 1000 kg/m^3 ;

s – suvning issiqlik sig'imi, $4200 \text{ Dj/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$;

Q – haydalayotgan suyuqlik xajmi, m^3/s ;

$T_3 = (T_2 + t)$ – kirayotgan suvning harorati, $^\circ\text{C}$;

$T_{o'r} = (T_2 + t/2)$ – geliokollektordagi kunlik o'rtacha harorat

$$T_{o'r} = (40 + 4/2) = 42^\circ\text{C};$$

$$Q = a[\tau \cdot \alpha \cdot G - (T_{o'r} - T_1)/r] \cdot A / [\rho \cdot c \cdot (T_3 - T_2)]$$

$$Q = 0.85 \cdot 1,6 \cdot [0,9 \cdot 0,9 \cdot 750 - (42 - 20)/0,13] / [1000 \cdot 4200 \cdot (44 - 40)] = \\ = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sek} = 130 \text{ l/soat}$$

Kechasi suvning harorati kollektordan har bir o'tishida $(T_3 - T_2)$ kattalikka pasayadi.

$(T_3 - T_2)$ ni quyidagi ifodadan topamiz:

$$Q = a[\tau \cdot \alpha \cdot G - (T_{o'r} - T_1)/r] \cdot A / [\rho \cdot c \cdot (T_3 - T_2)].$$

$G = 0$ ni tenglamaga qo'yib kechasi bo'ladigan o'rtacha haroratni topamiz $T_{o'r} = (40 - 4/2) = 38^\circ\text{C}$ Q . Suv 1 sikl/soat tezlikda haydaladi, agar nasos ishlashni davom ettirsa :

$$Q = 0.85 \cdot 1,6 \cdot [0,9 \cdot 0,9 \cdot 0 - (38 - 20)/0,13] / [1000 \cdot 4200 \cdot (T_3 - T_2)] = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$3,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sek} = -1,36(38 - 20) / 0,13 / [42 \cdot 10^5 \cdot (T_3 - T_2)] = -188 / [42 \cdot 10^5 \cdot (T_3 - T_2)]$$

bundan:

$$(T_3 - T_2) = -188 / 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot 42 \cdot 10^5 = -1,3^\circ\text{C}.$$

4-masala

Quyosh batareyasiga tushayotgan nurlanish oqimi G , Vt/m^2 , FIK, η %. FIKi η va quvvati R , Vt bo'lgan quyosh batareyasining maydoni S qancha bo'lishi kerak?

Yechim:

Nurlanish oqimining zichligi – $G = 460 Vt/m^2$; Quvvati $R=100Vt$; FIK $\eta=20\%$; S – maydon, m^2 .

$$R = \eta \cdot S \cdot G$$

$$S = R/\eta \cdot G$$

$$S = 100/0,2 \cdot 460 = 1.09 m^2.$$

5-masala

Quyosh batareyasi har birining quvvati $1,5 Vt$, o'lchamlari 20×30 sm bo'lgan n -dona fotoelementlardan tuzilgan. Agar oqim zichligi $G Vt/m^2$ bo'lsa, uning foydali ish ko'effitsiyenti topilsin.

Yechim:

Quyosh batareyasi 900 ta fotoelementdan tashkil topgan, oqim zichligi $G = 500 Vt/m^2$.

Quyosh batareyasining quvvati:

$$R = n \cdot 1.5$$

$$R = 900 \cdot 1.5 = 1350 Vt.$$

Quyosh batareyasining FIKi:

$$\eta = R/(S \cdot G)$$

$$S = 0,06 m^2 \cdot 900 = 54 m^2.$$

$$\eta = \frac{1350}{54 \cdot 500} = 0.05$$

$$\eta = 5\%.$$

6-masala

Quyosh batareyasining maydoni S , m^2 , tok zichligi i , A/sm^2 , nurlanish zichligi G , Vt/m^2 . FIK η bo'lgan quyosh batareyasining EYUKsi topilsin.

Yechim:

Berilgan: $S = 0,25 m^2$; $i = 3 \cdot 10^{-3} A/sm^2$; $G = 300, Vt/m^2, \eta = 0,3$.

Quyosh batareyasining quvvati:

$R = E \cdot I = S \cdot G \cdot \eta$ bundan EYuK:

$$E = \frac{SG\eta}{I}$$

Bu yerda I -tok, quyidagi formuladan topiladi:

$$I = i \cdot S$$

Unda EYuK:

$$E = \frac{SG\eta}{iS}$$

$$E = \frac{300 \cdot 0,3}{3 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^{-4} = 3B$$

7-masala

Xonadonning yoritish tizimi akkumulyator batareyasidan U, V kuchlanish oladi. Yoritish tizimi har kuni 4 soatga yoqiladi, iste'mol toki I, A. Agar Kremniy elementining EYuKsi I= 0,5A da E = 0,5 V bo'lsa akkumulyator batareyasini to'ldirish uchun quyosh batareyasining quvvati qanday bo'lishi kerak? Batareyani to'ldirish jarayonida energiyaning sarfi iste'molchiga berilayotgan energiyaga nisbatan 20% ga ko'p bo'lishi kerak.

Yechim:

Berilgan: U=8V; S=30A·soat; I=3A.

Akkumulyator batareyasini 8 V gacha to'ldirish uchun quyosh elementlari 20% ko'proq, 9,6 V kuchlanish berishi kerak. Cho'qqi yuklama sharoitida har bir elementning EYuK si 0,5V yaqin. Har kecha $3 \cdot 4 = 12$ A·soat energiya sarflanadi shu sababli elementlar kuniga $12 \text{ A soat} \cdot 1,2 = 14,4 \text{ A} \cdot \text{soat}$. (20% ko'p) energiya ishlab chiqarishi kerak. Elementlar har kuni 3 soat davomida quyosh bilan yoritilgan bo'lsa, unda to'ldirilish (zaryadka) tokining qiymati $14,4/3 = 4,8\text{A}$ tashkil etadi. Demak har biri 20 ta ketma-ket ulangan elementlardan tuzilgan 10 ta zanjir ulanishi kerak.

8-masala

Issqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti λ , Vt/(m K), bo'lgan issqlik izolyatoriga o'rnatilgan qabul qiluvchi moslamaning solishtirma termik qarshiligi $r = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/Vt}$. Sirtning qarshiligiga teng bo'lgan moslama tubining qarshiligini ta'minlash uchun zarur bo'ladigan izolyatsiya qalinligini aniqlash kerak.

Yechim:

Issqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti $\lambda=0,034$, Vt/(m K). Geliokollektor sirtidan yo'qotilayotgan energiya quvvati:

$$R = \Delta T \cdot A / r$$

bu yerda A – maydon, m²; ΔT - haroratlar farqi

Geliokollektor tubidan yo'qotiladigan quvvat:

$$R_d = \lambda \cdot A \cdot \Delta T / \Delta x,$$

bu yerda Δx – izolyatsiya qalinligi, m. $R = R_d$, desak $\Delta x = \lambda \cdot r$

$$\Delta x = 0.034 \cdot 0.13 = 0,0044\text{m} = 4,4\text{mm. bo'ladi.}$$

9-masala

Agar quvurning ichki diametri d, sm, quyosh energiyasining oqimi G, Vt/m² va muhit harorati $T_{o'r}$ bo'lsa vakuumli geliokollektor quvurining harorati T_r topilsin. Issqlik yo'qotilishlariga qarshilik $R = 10,2 \text{ K/Vt}$, shisha qopqoqning o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti $\beta = 0,9$, yutish ko'effitsiyenti (yutilgan energiya uchun) $\alpha_p = 0,85$.

Yechim:

Quvurchaning ichki diametri $d=1\text{m}=0,01\text{m}$, quyosh energiyasining oqimi $G=750\text{Wt/m}^2$, atrof-muhit harorati $T_{o,r}=20^\circ\text{C}$

$$\beta\alpha_p \cdot G \cdot d = (T_{tr} - T_{o,r})/R. R \cdot (\beta\alpha_p \cdot G \cdot d) + 20^\circ\text{C} = T_{tr}.$$

$$T_{tr} = 10,2 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 750 \cdot 0,01 + 20 = 78,5^\circ\text{C}.$$

10-masala

Yig'ib olingan guruchning tarkibida W_n , % namlik bor. Havo harorati $T_2 = 30^\circ\text{C}$ va nisbiy namlik $\varphi = 80\%$, muvozanat namligi $W_r = 16\%$, nam havo zichligi $\rho = 1,15\text{kg/m}^3$, suvning bug'ga aylanish solishtirma issiqligi $r = 2,4\text{MDj/kg}$. Guruchni $W_k = 16\%$ namlikkacha quritish zarur. $M\text{ kg}$ guruchni $t, ^\circ\text{C}$ haroratli havo bilan talab qilinayotgan namlikkacha quritish uchun qancha havo miqdori zarur bo'lishi hisoblansin.

Berilgan: $\omega = 0,28$. Havo harorati 30°C va nisbiy namlik 80% bo'lganda $\omega_r = 0,16$. 1000kg guruchni quritish uchun harorati 45°C li zarur havo miqdori topilsin.

Yechim:

Berilgan: $W_n = 28\%$; $t = 45^\circ\text{C}$; $M = 1000\text{kg}$.

$$m/m_0 = \omega + 1 = 1,28$$

Unda guruchning quruq massasi: $m_0 = 780\text{kg}$.

Demak bug'lantirilishi zarur bo'lgan suyuqlik massasi

$$m_\omega = (\omega - \omega_r) \cdot m_0$$

$$m_\omega = (0,28 - 0,16) \cdot (780) = 94\text{kg}$$

Quritish qurilmasidan chiqib ketayotgan nam havo harorati quyidagicha aniqlanadi: havo harorati 30°C va nisbiy namligi 80% bo'lganda, 1m^3 havoning absolyut namligi quyidagi tenglamadan topiladi:

$$\rho_p = R_p \cdot \varphi / (R_p \cdot T),$$

bu yerda ρ_p – havoning absolyut namligi, kg/m^3 . Havoning absolyut namligi deb nam havoning birlik hajmiga to'g'ri keladigan suv bug'ining massasiga aytiladi; R_p – to'yingan suv bug'ining bosimi, harorat 30°C bo'lganda $R_p = 4000\text{Pa}$; R_p – suv bug'ining gaz doimiysi $= 461,6\text{Dj}/(\text{kg K})$;

T - harorat ($t + 273$).

$$\rho_p = 4000 \cdot 0,8 / (461,6 \cdot (30 + 273)) = 0,0229\text{kg/m}^3 = 22,9\text{g/m}^3.$$

Guruch qatlamidan o'tgan havoning namligi yuqori bo'ladi. Don quritish qurilmasining energetik balansi tenglamasidan

$$m_v r = \rho \cdot s \cdot V \cdot (T_1 - T_2),$$

bu yerda r – suvning bug'ga aylanishining solishtirma issiqligi $2,4\text{MDj/kg}$; ρ va s – havoning zichligi va issiqlik sig'imi ;

V – havo hajmi;

T_1 va T_2 – havoning boshlang'ich va oxirgi harorati.

unda:

$$V = m_v \cdot r / \rho \cdot s \cdot (T_1 - T_2)$$

Havo hajmining zarur miqdori

$$V = 94 \cdot 2,4 \cdot 10^3 / 1,15 \cdot 1 \cdot (45 - 30) = 94 \cdot 2,4 \cdot 10^3 / (1,15 \cdot 1 \cdot 15) = 13 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

11-masala

Quyosh distillyatorining maydoni $(V \cdot L), \text{m}^2$. Nurlanish oqimi kuniga G , MDj/m^2 . Solishtirma bug'lanish issiqligi $r = 2,4 \text{ MDj/kg}$, $G = 20 \text{ MDj/m}^2 \cdot \text{kun}$. Distillyator unumdorligi topilsin.

Yechim:

Berilgan: $V = 30 \text{ m}^2$, $L = 30 \text{ m}^2$. Distillyator unumdorligi $P = G \cdot B \cdot L / r$

$$P = 20 \cdot 30 \cdot 30 / 2,4 = 7500 \text{ kg/kun}$$

12-masala

Yaxshi izolyasiya qilingan kichik uy uchun o'rtacha Q , kVt issiqlik sarfi talab qilinadi. Shunda yoritish moslamalaridan chiqqan issiqlik bilan birgalikda 20°C li ichki harorat ta'minlanadi. Uyning tagida to'rtburchak hajm shaklidagi issiq suv akkumulyatori joylashgan. Akkumulyator yuqori qismining maydoni S, m^2 bo'lgan uy poli tashkil etgan. Akkumulyator τ sutka davomida sovishi xisobiga 60 dan 40°C gacha issiqlik yo'qotadi. Issiqlik faqat pol orqali keladi.

Akkumulyatorning chuqurligi, m ; termik qarshiligi, K/Vt ; akkumulyator qopqog'i qoplamasining qalinligi, sm , va akkumulyatorda zaxiralangan energiya zichligi aniqlanishi kerak.

Yechim:

Berilgan: $Q = 1 \text{ kVt}$; $S = 200 \text{ m}^2$, $\tau = 100$ sutka. Zarur issiqlik miqdori:

$$Q_t = Q \cdot \tau \cdot (24 \text{ soat}) \cdot [3,6 \text{ MDj}/(\text{kVt} \cdot \text{soat})]$$

$$Q_t = (1 \text{ kVt}) \cdot (100 \text{ sutka}) \cdot (24 \text{ soat}) \cdot [3,6 \text{ MDj}/(\text{kVt} \cdot \text{soat})] = 8640 \text{ MDj}.$$

Suv miqdori: $m = Q_t / (\rho \cdot c \cdot T_0)$

$$m = (8640 \text{ MDj}) / [(1000 \text{ kg/m}^3) \cdot (4200 \text{ Dj}/(\text{kg} \cdot \text{K})) \cdot (20 \text{ K})] = 103 \text{ m}^3.$$

Idish chuqurligi: $h = m / S$

$$h = 103 \text{ m}^3 / 200 \text{ m}^2 = 0,5 \text{ m}.$$

Issiqlik yo'qotilishi faqat "idishning" yuqori qismi orqali bo'ladi deylik. Unda termik qarshilik:

$$R = (\tau \cdot Q_t) / \{ (1,3) \cdot m \cdot (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot [4200 \text{ Dj}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \}$$

$$R = (100 \text{ sutka}) \cdot (86400 \text{ s/sutka}) / \{ (1,3) \cdot (103 \text{ m}^3) \cdot (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot [4200 \text{ Dj}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \} \\ = 0,0154 \text{ K/Vt}.$$

Solishtirma termik qarshilik

$$r = R \cdot S$$

$$r = 0,0154 \cdot 200 = 3,1 \text{ m}^2 \text{ K/Vt}.$$

Izolyatsion materialning issiqlik o'tkazuvchanligi

$$\lambda = 0,04 \text{ Vt}/(\text{m} \cdot \text{K}).$$

Idish ustki qopqog'i qoplamasining zarur qalinligi

$$d = r \cdot \lambda$$

$$d = (3,1 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{Vt}) \cdot [0,04 \text{ Vt}/(\text{m} \cdot \text{K})] = 0,124 \text{ m}.$$

Akkumulyatorda zaxiralangan energiya zichligi Q_t / m

$$Q_t / m = (8640 \text{ MDj}) / (103 \text{ m}^3) = 84 \text{ MDj}/\text{m}^3.$$

13-masala

Shamolparrak radiusi R , m, shamolning shamolparakkacha bo'lgan tezligi V_0 , m/s, shamolparrakdan so'ng V_2 , m/s. Shamolning shamolparrak kesimidagi tezligi V_1 , shamol oqimining quvvati R_0 , shamol qurilmasining quvvati R va shamolparrakK ta'sir etayotgan kuch F aniqlansin F . Havo zichligi $\rho = 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Yechim:

Berilgan: $R = 7,5 \text{ m}$; $V_0 = 9 \text{ m/s}$; $V_2 = 5 \text{ m/s}$. tezlik V_1

$$V_1 = (V_0 + V_2)/2$$

$$V_1 = (9 + 5)/2 = 7 \text{ m/s}.$$

Shamol oqimining quvvati:

$$R_0 = \rho \cdot S \cdot V_0^3/2$$

$$S = \pi \cdot R^2 = 3,14 \cdot 7,5^2 = 176,6 \text{ m}^2.$$

$$R_0 = 1,2 \cdot 176,6 \cdot 9^3/2 = 77256 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 \text{ (Dj)}.$$

Shamolparrak aylanish yuzasidan o'tayotgan havo massasi topilsin: $m = \rho \cdot S \cdot V_0$

$$m = 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot 176,6 \text{ m}^2 \cdot 9 \text{ m/s} = 1907,3 \text{ kg/s}.$$

Shamolparrakga ta'sir etayotgan kuch: $F_A = m \cdot (V_0 - V_2)$

$$F_A = 1907,3 \text{ kg/s} \cdot 4 \text{ m/s} = 7629 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2.$$

Shamol energetika qurilmasining quvvati shamolning shamolparrakdan o'tishda yo'qotgan quvvatga teng:

$$R = m \cdot (V_0^2 - V_2^2)$$

$$R = 1907,3 \cdot (9^2 - 5^2) = 106808 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3 = 106808 \text{ Vt}.$$

14-masala

Ishchi bosim N bo'lgan bitta soploli ($n = 1$) faol turbina quvvati R . Maksimal FIK $\eta = 0,9$ ta'minlaydigan burchak tezligi ω va turbina g'ildiragining diametri topilsin.

Yechim:

Ishchi jism sifatida suv olingan. G'ildirak parragining o'lchami $r < R/(10-12)$.

Agar $r = R/12$ desak tezyurarlik koeffitsiyenti

$$\xi = r/[R \cdot 0,68(n \cdot \eta)^{-1/2}]$$

$$\xi = R/[R \cdot 12 \cdot 0,68 \cdot (1 \cdot 0,9)^{-1/2}] = 0,11$$

Optimal burchak tezligini topamiz:

$$\omega = \sqrt[5]{\rho \cdot (g \cdot H)^5 \cdot P^{-1/2}}$$
$$\omega = (0.11 \cdot 31,6 \cdot 3860) / 400 = 34 \text{ rad./s}$$

Unda turbina g'ildiragining diametri $D = V/\omega$

$$V = (2g \cdot H)^{1/2}$$
$$V = (19,6 \cdot 81) = 40 \text{ m/s} \quad D = 40/34 = 1,18 \text{ m}$$

15-masala

Fermadagi n ta qoramolning go'ngini utilizatsiya qilish orqali biogaz generatorining hajmi V_b , va bir sutkada biogaz generatoridan chiqadigan biogaz miqdori V_g hamda, uning ta'minlaydigan issiqlik quvvati N topilsin. Go'ngning navbatdagi qismi biogeneratorida $t = 25^\circ\text{C}$ haroratda bo'ladigan vaqti t_g sutka; Achitishga bitta qoramoldan V_m kg/sutka tezlik bilan quruq modda olinadi; quruq massadan biogaz chiqishi S m^3/kg . Biogaz tarkibidagi metan ulushi $f = 0,7$. Yondiruvchi moslama FIKi η . Biogaz generatorida taqsimlangan quruq moddaning zichligi, $r = 50 \text{ kg/m}^3$. Normal fizik sharoitda metanning yonish issiqligi $Q_{nr} = 28 \text{ MDj/m}^3$.

Yechim:

Berilgan: $n = 18$; $t_g = 14$ sutka; $t = 25^\circ\text{C}$; $V_m = 2 \text{ kg/sutka}$; $S = 0,24 \text{ m}^3/\text{kg}$; $\eta = 0,68$; $t_g = 14$ sutka; $r = 50 \text{ kg/m}^3$; $Q_{nr} = 28 \text{ MDj/m}^3$. Topilsin: V_b ; V_g ; $N(Vt)$.
18 ta qoramoldan 2kg/sutka tezlik bilan achitish moddasi olinmoqda:

$$m_0 = V_m \cdot n$$
$$m_0 = 2 \cdot 18 = 36 \text{ kg/sutka};$$

Suyuq massaning sutkalik hajmi:

$$V_{\text{suyuq}} = m_0 \cdot r$$
$$V_{\text{suyuq}} = 36 \text{ kg/sut.} / 50 \text{ kg/m}^3 = 0,72 \text{ m}^3/\text{sut.}$$

Biogaz generatorining hajmi

$$V_g = t_g \cdot V_s$$
$$V_g = 14 \text{ sut.} \cdot 0,72 \text{ m}^3/\text{sut.} = 10,08 \text{ m}^3$$

Biogazning sutkali chiqishi

$$V_b = S \cdot m_0$$
$$V_b = 0,24 \cdot 36 = 8,64 \text{ m}^3/\text{sutka}$$

Issiqlik quvvati N , Vt :

$$N = \eta \cdot Q_{nr} \cdot V_b \cdot f$$
$$N = 0,68 \cdot 28 \cdot 8,64 \cdot 0,7 = 115 \text{ MDj/sut.} = 31,97 \text{ kVt} \cdot \text{soat/sut.}$$

16-masala

Tarmoqqa ulangan elektrdvgateli yordamida maxovik aylanadi va ortiqcha energiya akkumulyatsiya qilinadi. Maxovik massasi M , (kg) bo'lgan D , (sm) diametrli silindrdan iborat. Uning aylanishlari soni n , 1/min. Maksimal tezlik bilan

aylanayotgan maxovikning kinetik energiyasi aniqlansin. Agar o'rtacha iste'mol quvvati R , (kVt) bo'lsa, akkumulyatorni to'ldirish oraliqlari topilsin.

Yechim:

Berilgan: $M = 1000\text{kg}$, $D = 180\text{sm}$, $n = 3000\text{ayl./min}$, $R = 20\text{kVt}$. Maxovikning maksimal tezlikdagi kinetik energiyasi:

$$E = I \cdot \omega^2 / 2,$$

$I = M \cdot a^2 / 2$, bu yerda $a = R$ (maxovik radiusi),

$$\omega = 2\pi \cdot n / 60$$

$$\omega = 6,28 \cdot 3000 / 60 = 314 \text{ rad/s}$$

$$E = 1000 \cdot 0,9^2 \cdot 314^2 / 4 = 20 \text{ MDj},$$

Akkumulyatorni to'ldirish uchun elektr dvigatelini ulash vaqtining o'rtacha oralig'i:

$$t = E / R$$

$$t = 20000000 \text{ Dj} / 20000 \text{ Dj/s} = 1000 \text{ sek.} = 16,7 \text{ min.}$$

17-masala

D diametrli quvur L , (m) masofaga issiqlikni uzatish uchun ishlatiladi. Quvur issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ bo'lgan X qalinlikdagi steklovata bilan o'ralgan. Agar atorof-muhitdagi havoning harorati $T_{o'r}$, va bug'ning harorati 100°C bo'lsa, trassa bo'ylab issiqlikning yo'qotilishi topilsin.

Yechim:

Berilgan: $D = 5\text{sm}$; $L = 100\text{m}$; $X = 1\text{sm}$; $T_{o'r} = 10^\circ\text{C}$; steklovataning issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 0,04 \text{ Vt/m}\cdot\text{K}$. Yo'nalish buylab issiqlikning yo'qotilishi:

$$R_t = \lambda \cdot A \cdot \Delta T / X$$

bu yerda A -issiqlik berish sirtining maydoni $A = \pi D \cdot L$, m^2

$$A = \pi \cdot 0,05 \cdot 100 = 15,7 \text{ m}^2$$

$$R_t = 0,04 \cdot 15,7 \cdot (100 - 10) / (0,01) = 5652 \text{ Vt} = 5,7 \text{ kVt.}$$

18-masala

Idishlarga quyilgan sut 70°C haroratli issiq suvda 10 minut mobaynida pasterizatsiya qilinadi. Pasterizatsiyaning sifatli bo'lishi uchun har bir shishaga 50 litr issiq suv berilishi lozim. Issiq suvning haroratining minimal qiymati 40°C bo'lishini ta'minlaydigan sirkulyatsiya holati tashkil etilgan. Suvni isitish uchun quyosh energiyasidan foydalaniladi.

Agar zavodda 8 soat mobaynida 65000 dona shishaga sut quyilsa qabul qiluvchi moslamani yo'qotishlarsiz ishlash jarayonida zarur bo'ladigan geliokollektorning minimal maydoni aniqlanishi kerak. Geliokollektorning 8 soat davomida nurlanganlik darajasi G , MDj/m^2 , $\tau = 1$; $\alpha = 1$; $r = \infty$.

Yechim:

Berilgan: Geliokollektorning 8 soatda nurlanganlik qiymati $G = 20 \text{ MDj/m}^2$, $s=50\text{l}$.
 m massasali suyuqlikni qizdirish jarayonida issiqlik oqimi:

$$Q_{\text{suyuq}} = m \cdot c \cdot dT/dt$$

$$Q_{\text{suyuq}} = \tau \cdot \alpha \cdot A_p \cdot G - [(T_p - T_o)/r]$$

$$m \cdot c \cdot dT/dt = \tau \cdot \alpha \cdot A_p \cdot G - [(T_p - T_o)/r], \text{ chunki } r = \infty. m \cdot c \cdot dT/dt = \tau \cdot \alpha \cdot A_p \cdot G$$

bundan

$$A_p = m \cdot c \cdot dT/dt \tau \alpha G,$$

bu yerda 8 soatda nurlanganlik qiymati $G = 20 \text{ MDj/m}^2$. $1 \text{ kVt} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Dj/sek}$

$$\text{Unda } G = 20 \cdot 10^6 \text{ Dj/m}^2 / 8 \text{ soat} / 3,6 \cdot 10^6 \text{ Dj/sek} = 0,694 \text{ kVt/m}^2 = 700 \text{ Vt/m}^2$$

$$A_p = 65000 \cdot 50 \cdot (70-40)/8 \cdot (700 \cdot 1 \cdot 1) = 17410 \text{ m}^2.$$

19-masala

Agar to'liqin uzunligi λ , (m) va amplitudasi a , (m) bo'lsa, to'liqinning faza tezligi, davri va quvvati aniqlansin.

Yechim:

Berilgan: to'liqin uzunligi $\lambda = 100 \text{ m}$; amplitudasi $a = 1,5 \text{ m}$. shunda:

$$\lambda = 2\pi \cdot g/\omega^2; \omega^2 = 2\pi g/\lambda$$

$$\omega^2 = 2\pi \cdot 10 \text{ m/s}^2 / 100 \text{ m} = 0,628 \text{ s}^{-2} \quad \omega = 0,8 \text{ s}^{-1}$$

To'liqinning harakatlanish davri $T = 2\pi/\omega$

$$T = 6,28/0,8 = 8 \text{ s}$$

To'liqinning fazaviy tezligi

$$s = \omega \cdot \lambda / 2\pi$$

$$s = 0,8 \cdot 100 / 6,28 \approx 13 \text{ m/s}$$

guruh tezligi

$$u = c/2$$

$$u = 13/2 = 6,5 \text{ m/s}$$

To'liqin fronti kengligining birligiga to'g'ri keladigan to'liqin quvvati

$$R = \rho \cdot g \cdot a^2 \cdot s / 4$$

$$R = 1027 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 2,25 \text{ m}^2 \cdot 13/4 = 73672 \text{ Vt/m} \approx 73,7 \text{ kVt/m}.$$

20-masala

Quruq tog' jinslarining 1 m^2 maydoni uchun z , (km) chuqurlikkacha bo'lgan qismida mujassamlangan foydali issiqlik hisoblansin. Harorat gradienti $G \text{ } ^\circ\text{C/km}$. Yer sirtining haroratidan yuqori bo'lgan ruxsat etilgan minimal harorat 140 K , granit zichligi, $\rho_g = 2700 \text{ kg/m}^3$, granitning issiqlik sig'imi $s_g = 820 \text{ Dj/(kg} \cdot \text{K)}$. Agar issiqlik tashuvchi sifatida suv ishlatilsa va hajmiy tezlik v , $\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$ bo'lsa, issiqlik olish davomiyligining doimiy vaqti τ , nimaga teng bo'ladi. Boshlang'ich $(dE/d\tau)_{\tau=0}$ va 10 yildan so'ng olinadigan issiqlik quvvati nechaga teng bo'ladi?

Yechim:

Berilgan: $z=7\text{km}$; $G = 40^\circ\text{C/km}$; $v = 1\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$.

7 km chuqurlikda tog' jinsining harorati T_2 muhit haroratidan T_0 dan 280K ga yuqori. Minimal ruxsat etilgan harorat esa 3,5km chuqurlikda T_0 dan 140K ga yuqori. Shunda

$E_0 = \rho_g A s_g G(z_2 - z_1)^2/2$. bu yerda A – maydon, 1km^2 ; $z_1 z_2$ – chuqurlik, km, Unda

$$\begin{aligned} E_0/A &= \rho_g \cdot s_g (z_2 - z_1)(T_2 - T_1)/2 \\ E_0/A &= 2700 \cdot 820 \cdot (3,5\text{km}) \cdot (70\text{ K}) = 5,42 \cdot 10^{17} \text{ Dj/km}^2, (z_2 - z_1) = 3.5\text{km}, \\ (T_2 - T_1)/2 &= 70\text{ K} \end{aligned}$$

Vaqt doimiysi τ quyidagicha aniqlanadi

$$\begin{aligned} \tau &= \rho_g \cdot s_g \cdot A(z_2 - z_1) / (\rho_v s_v \cdot v) \\ \tau &= 2700 \cdot 820 \cdot 3,5 \cdot 1 / (1 \cdot 1000 \cdot 4200) = 1,84 \cdot 10^9 \text{s} = 58\text{yil} \end{aligned}$$

Issqlik quvvati:
boshlang'ich

$$\begin{aligned} dE/dt &= -(E_0/\tau) \cdot e^{t/\tau} \\ (dE/dt)_{t=0} &= (5,42 \cdot 10^{17} \text{ Dj/km}^2) / (1,84 \cdot 10^9 \text{s}) = 294 \text{ MVt/km}^2 \end{aligned}$$

10 yildan so'ng

$$(dE/dt)_{t=10\text{yml}} = 294 \text{exr}(-10/58) = 247 \text{ MVt/km}^2.$$

21-masala

Suv qatlami joylashgan jinsning quyidagi harakteristikalar: zichligi $\rho_{gr} = 2700\text{kg/m}^3$, g'ovakdorligi $a\%$; solishtirma issiqlik sig'imi $s_{gr} = 840 \text{ Dj}/(\text{kg} \cdot \text{K})$. berilgan bo'lsa, z (km) chuqurlikda joylashgan h (km) qalinlikdagi suv qatlamining boshlang'ich harorati t_2 va geotermal energiya miqdori E_0 (Dj) aniqlanishi zarur. Harorat gradienti $(dT/dz)^\circ\text{C/km}$. Sirtning o'rtacha harorati $t_0 = 10^\circ\text{C}$. Suvning solishtirma issiqlik sig'imi $s_{suv} = 4200 \text{ Dj}/(\text{kg} \cdot \text{K})$; zichligi $\rho = 1 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3$. Hisoblar yuza sirti F (km^2) uchun amalga oshirilsin. Qatlamning minimal ruxsat etilgan harorati $t_1 = 40^\circ\text{C}$. Maydon $F = 1\text{km}^2$.

Qatlamga $V = \text{m}^3/(\text{s km}^2)$ sarf bilan suv kiritilganda issiqlik energiyasini olish davomiyligining doimiy vaqti τ (yil) nimaga teng bo'ladi. Boshlang'ich $(dE/d\tau)_{\tau=0}$ va 10 yildan so'ng olinadigan issiqlik quvvati nechaga teng bo'ladi?

Yechim:

Berilgan: $h = 3\text{km}$; $z = 500\text{m}$; $a = 5\%$; $dT/dz = 30^\circ\text{C/km}$; $V = 100\text{m}^3/(\text{s km}^2)$. Boshlang'ich harorat

$$\begin{aligned} t_2 &= t_0 + (dT/dz \cdot h) \\ t_2 &= 10^\circ\text{C} + (30^\circ\text{C/km} \cdot 3\text{km}) = 100^\circ\text{C}; \end{aligned}$$

Suv qatlamining issiqlik sig'imi

$$S_a = [a \cdot \rho_v \cdot s_v + (1 - a) \rho_{gr} \cdot s_{gr}] z$$

$$S_a = (0,05 \cdot 1000 \cdot 4200 + 0,95 \cdot 2700 \cdot 840) \cdot 500 = 1,18 \cdot 10^9 \text{ Dj/K} \cdot \text{m}^2 = \\ = 1,18 \cdot 10^{15} \text{ Dj/Kkm}^2$$

$$E_0/A = S_a \cdot (t_2 - t_1)$$

$$E_0/A = 1,18 \cdot 10^{15} [(100 - 40)^\circ \text{C}] = 70,8 \cdot 10^{15} \text{ Dj/km}^2 \approx 0,71 \cdot 10^{17} \text{ Dj/km}^2.$$

Issiqlik energiyasini olishning doimiylik vaqti

$$\tau_a = S_a / (V \cdot \rho_v \cdot s_v) = [a \cdot \rho_v \cdot s_v + (1 - a) \cdot \rho_g \cdot s_g] Z / (V \cdot \rho_v \cdot s_v)$$

$$\tau_a = 1,18 \cdot 10^{15} / (0,1 \cdot 1000 \cdot 4200) = 2,8 \cdot 10^9 \text{ s} = 90 \text{ yil}$$

Olinadigan issiqlik quvvati: boshlang'ich

$$dE/dt_{t=0} = -(E_0/\tau_a) \exp(-t/\tau_a)$$

$$dE/dt_{t=0} = 0,71 \cdot 10^{17} / 2,8 \cdot 10^9 \text{ c} = 25 \text{ MVt/km}^2$$

10 yildan so'ng

$$dE/dt_{t=10\text{yil}} = (dE/dt_{t=0}) \exp(-10/\tau_a)$$

$$dE/dt_{t=10\text{yil}} = 25 \text{ MVt/km}^2 \cdot \exp(-10/90) = 22 \text{ MVT/km}^2.$$

22-masala

Minorali quyosh elektr stansiyasida n-ta geliostat o'rnatilgan. Har birining yuzasi F_g . Geliostatlar quyosh nurlarini geliokollektorga yuboradi. Uning sirtida H_{qq} maksimal energetik yoritilganlik qayd qilingan. Geliostatning qaytarish koeffitsiyenti $K_g = 0,8$, yutish koeffitsiyenti $\alpha_{yut} = 0,95$. Geliostat yuzasining maksimal nurlanganligi G_g . Agar issiqlik tashuvchining ishchi harorati $t^\circ \text{C}$ bo'lsa, geliokollektor sirtining maydoni va undagi konveksiya va nurlanish hisobiga bo'ladigan issiqlik yo'qotishlari topilsin. Qabul qiluvchi moslamaning qoralik darajasi $\epsilon_{qq} = 0,95$. Konvektiv yo'qotishlar nurlanish bilan yo'qotishlarga nisbatan ikki barobar kam. Absolyut qora jism nurlanish koeffitsiyenti $S_0 = 5,67 \text{ Vt/(m}^2 \text{K}^4)$.

Yechim:

Berilgan: $n=263$; $F_g=58 \text{ m}^2$; $N_{qq}=2,5 \text{ MVt/m}^2$; $K_g=0,8$; $\alpha_{pg}=0,95$; $G_g=600 \text{ Vt/m}^2$; $t=660^\circ \text{C}$; $\epsilon_{qq}=0,95$. Topish kerak: F_{qq} ; q_{mur} ; q_{konv} . Geliokollektor geliostatlar orqali quyoshdan olgan energiyasi quyidagi tenglamadan aniqlanishi mumkin:

$$Q = K_g \cdot \alpha_{pg} \cdot F_g \cdot G_g n$$

$$Q = 0,8 \cdot 0,95 \cdot 58 \cdot 600 \cdot 263 = 6955824 \text{ Vt}$$

bu yerda G_g – geliostat oynasining nurlanganligi, Vt/m^2 ; F_g – geliostat sirtining maydoni, m^2 ; n – geliostatlar soni; K_g – konsentrator oynasining qaytarish koeffitsiyenti; α_{qq} – geliokollektorning yutish koeffitsiyenti.

Agar energetik yoritilganlik N_{qq} , Vt/m^2 ma'lum bo'lsa, geliokollektor maydoni aniqlanishi mumkin

$$F_{qq} = Q / N_{qq}$$

$$F_{qq} = 6955824 / 2500000 = 2,782 \text{ m}^2$$

Umumiy holatda geliokollektor sirtidagi harorat $t_{sirt} = 1160 \text{ K}$ bo'lishi mumkin, bu esa issiqlik tashuvchini 700°C gacha qizdirish imkonini beradi. Issiqlik qabul

qiluvchidagi nurlanish hisobiga bo'ladigan issiqlik yo'qotishlarini Stefan-Bolsman qonuni asosida hisoblab chiqish mumkin:

$$G_{\text{nur}} = \varepsilon_{\text{qq}} \cdot S_0 \cdot (T/100)^4$$

$$g_{\text{nur}} = 0,95 \cdot 5,67 \cdot (933/100)^4 = 4,08 \cdot 10^4 \text{ Vt/m}^2$$

bu yerda T – issiqlik tashuvchining absolyut harorati, $T = (t+273)$

$$T = (660+273) = 933\text{K}$$

ε_{pr} – geliokollektor kulrang jismining qoralik darajasi;

S_0 – absolyut qora jismning nurlanish koeffitsiyenti.

Konvektiv yo'qotishlar $q_{\text{konv.}} = q_{\text{nur}}/2$

$$q_{\text{konv.}} = 4,08 \cdot 10^4 / 2 = 2,04 \cdot 10^4 \text{ Vt/m}^2$$

Nurlanish va konveksiya xisobiga issiqlik yo'qotishlari

$$q = q_{\text{konv}} + q_{\text{nur}}$$

$$q = 4,08 \cdot 10^4 + 2,04 \cdot 10^4 = 6 \cdot 10^4 \text{ Vt/m}^2$$

23-masala

Chuchuk suvga yillik ehtiyoj V, (ming tonna) bo'lganda quyoshli chuchuklashtiruvchi qurilmaning S, (m^2) maydoni hisoblab topilsin. Quyosh nurlanishining jadalligi M, (ming MDj/ m^2 yil), yil davomida 260 kun quyoshli, suvning bug'ga aylanish sorlishtirma issiqligi – 2,4 MDj/kg, FIK – $\eta = 0,85$

Yechim:

Berilgan: $V = 400000\text{t}$; $M = 4890 \text{ MDj/m}^2 \text{ yil}$. Maydon S, (m^2) topilsin. O'zgartirish koeffitsiyenti – $1 \text{ kVt} \cdot \text{soat} = 3,6 \text{ MDj}$. Distillyatorning nurlanganligini aniqlaymiz

$$M/260 = 4890/260 = 18,8 \text{ MDj/m}^2 \text{ kun}$$

Agar quyosh energiyasi to'raligicha bug'latishga sarflansa va olingan bug' to'raligicha kondensatsiyalansa, unda ideal distillyatorning unumdorligi quyidagicha aniqlanadi:

$$18,8/2,4 = 7,8 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{kun}.$$

FIK $\eta = 0,85$ ni e'tiborga olganda, unumdorlik

$$7,8 \cdot \eta = 7,8 \cdot 0,85 = 6,63 \text{ kg/m}^2 \text{ kun ga kamayadi.}$$

Issiqlik yo'qotishlarini hisobga olib, distillyatorning maydoni

$$V/6,63 \text{ kg/m}^2 = 400000000 \text{ kg}/6,63 \text{ kg/m}^2 = 60332000 \text{ m}^2.$$

Distillyator eni 3000m desak uning uzunligi

$$60332000 \text{ m}^2/3000\text{m} = 20110\text{m}.$$

Albatta bunday o'lchamli distillyatorni yaratish mushkul. Shuning uchun bir nechta kichik o'lchamli distillyatorlar yaratilishi mumkin, faqat ularning umumiy maydoni berilgan maydonga teng bo'lishi kerak.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

Asosiy adabiyotlar

1. Горяев А.А. Возобновляемые источники энергии: учебн. пособие / А.А.Горяев, Г.А.Шепель. – Архангельск: САФУ, 2010. – 120с.
2. Лабейш В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. - СПб.: СЗТУ, 2003. – 80с.
3. Majidov T.SH. Noana’naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari. -Toshkent . 2014.177 b.
4. Muxammadiyev M.M., Xidirov A.A., Djurayev K.S. «Noan’naviy va qayta tiklanuvchan energiya manbalari» –Toshkent, 2007.–111b.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Ада Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико – технические основы: учебное пособие / пер. с англ. Под редакцией С.П. Малышенко, О.С. Попеля. М.: Издат. дом МЭИ; 2010. – 704с.
2. Хахалева Л.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.: Пособие для проведения практических занятий. Ульяновск, 2008. – 32с.
3. Четошников Л.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии Учебное пособие. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010. - 69 с.
4. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В. Солнечная энергетика. Москва, Издательский дом МЭИ, 2008, 276с.
5. Ляшков В.И., Кузьмин С.Н. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учебное пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. – 96 с.
6. Клычев Ш.И., Мухаммадиев М.М., Авезов Р.Р., Потаенко К.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. –Т.: Изд-во «Фан ва технология», 2010.
7. Физические величины. Справочник. А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др.; Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 1232 с.
8. Еремкин А.И., Королева Т.И. Тепловой режим зданий: Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2000 - 368 с.
9. Кириллов П.Л., Богословская Г.П. Теплообмен в ядерных энергетических установках: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 2000. - 456 с.: ил.
10. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи.
11. В. Блази. Справочник проектировщика. Строительная физика. М.: Техносфера, 2005. - 536 с.

Internet resurslari

1. <https://elib.belstu.by/handle/123456789/8906>
2. <https://review.uz/ru/post/razvitie-vozobnovlyaemx-istochnikov-energii-v-centralnoy-azii>
3. <https://minenergy.uz/ru/lists/view/32>
4. termoteh.in.ua

ILOVALAR

1-ilova

O‘zbekistonda haqiqiy bulutlanganlik sharoitida gorizontal sirtga
tushayotgan umumiy (to‘g‘ri va tarqalgan) quyosh radiatsiyasi, MDj/m²

Hudud	Oylar											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Qizilcha	289	377	530	545	662	812	850	796	599	404	297	247
Samarqand	222	263	373	524	708	825	854	784	620	423	243	189
Tomdibuloq	218	295	461	582	758	850	859	781	605	411	235	174
Taxiatosh	205	283	425	582	771	838	834	754	582	406	245	163
Toshkent	191	247	383	526	714	802	836	752	574	373	222	153
Termez	245	312	457	601	783	867	865	787	643	463	300	220
Farg‘ona	193	266	387	517	706	792	808	739	578	383	228	151

Quyosh fotoelektrik modullarining oʻrnatilish burchagiga qarab oʻzining oʻrnatilgan
quvvatiga nisbatan ishlab chiqaradigan quvvatning ulushi

	Quyosh fotoelektrik modullarining oʻrnatilgan quvvatiga nisbatan ishlab chiqarishi, %												
Yoʻnalish	Sharq	Janubiy –sharqiy					Janub	Janubiy gʻarbiy					Gʻarb
Oʻrnatilish burchagi	90 ^o	105 ^o	120 ^o	135 ^o	150 ^o	165 ^o	180 ^o	195 ^o	210 ^o	225 ^o	240 ^o	255 ^o	270 ^o
15 ^o	86.2	88.8	91.1	93.1	94.5	95.4	95.6	95.3	94.3	92.9	91.6	88.6	86.0
20 ^o	85.5	88.9	91.8	94.3	96.1	97.3	97.6	97.2	96.0	94.1	91.6	88.7	85.3
25 ^o	84.7	88.7	92.2	95.2	97.3	98.5	98.9	98.5	97.2	94.9	92.0	88.4	84.4
30 ^o	83.7	88.4	92.2	95.6	97.9	99.4	99.8	99.3	97.7	95.3	92.0	88.0	83.4
35 ^o	82.6	87.5	91.9	95.5	98.1	99.5	100.0	99.4	97.8	95.2	91.7	87.2	82.3
40 ^o	81.1	86.6	91.2	94.9	97.6	99.2	99.7	99.1	97.4	94.7	90.9	86.3	80.8
45 ^o	79.6	85.2	90.1	93.9	96.7	98.2	98.7	98.1	96.4	93.6	89.7	84.8	79.2
50 ^o	77.6	83.6	88.6	92.5	95.2	96.8	97.2	96.6	95.0	92.2	88.2	83.2	77.4
55 ^o	75.6	81.6	86.7	90.5	93.2	94.7	95.2	94.6	93.0	90.2	86.3	81.2	75.2

60°	73.3	79.3	84.3	88.2	90.8	92.2	92.5	92.0	90.5	87.9	83.9	78.9	72.9
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

3-ilova

Shamol elektrstansiyasining ko'rsatkichlari

Model	Condor Air 10kW	Condor Air 15kW	Condor Air 20kW	Condor Air 30kW	Condor Air 40kW	Condor Air 50kW	Condor Air Max 60kW
Shamolparrak diametri	7,5	9,5	11,5	13	14	14,5	17,5
Parrak balandligi	3,5	4,5	5,5	6	6,5	7	8,5
Rotorning nominal aylanishlari soni(ayl./min)	35-40	35-40	25-30	25-30	25-30	25-30	25-30
Nominal quvvat, Vt	10 000	15 000	20 000	30 000	40 000	50 000	60 000
Maksimal quvvat, Vt	11 200	16 500	22 000	32 000	42 000	52 500	62 500
Shamolning boshlang'ich tezligi	m/s	m/s	2,5 m/s	m/s	m/s	2m/s	m/s
Shamolning nominal tezligi	7,5 m/s	7,5 m/s	7,5 m/s	7,5 m/s	8 m/s	8 m/s	8 m/s

[illegible]

Akkumulyatorlar soni	20	20	20	20/40	40	40	40
Akkumulyatorlar sig'imi A*ch*	150	150	150	200/150	200	200	200
O'zgartirish tizimining samaradorligi	>0.85	>0.85	>0.85	>0.85	>0.85	>0.85	>0.85
shovqinligi, Db, dan ko'p emas	45	45	55	55	65	65	65

Shamol tezligi va havo oqimining solishtirma quvvati jadvali

Shamol tezligi (m/sek)	2	3	4	5	10	14	18	20	25	50
Havo oqimining solishtirma quvvati (Vt/m ²)	4,9	16,6	39,2	76,6	613	1682	3575	4904	7458	9578

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
1. QUYOSH ENERGIYASI.....	4
2. GIDROENERGETIKA.....	9
3. SHAMOL ENERGETIKASI.....	10
4. BIOYOQILG‘I.....	11
5. ISSIQLIKNI AKKUMULYATSIYA QILISH.....	12
6. ENERGIYANI MEXANIK AKKUMULYATSIYALASH.....	13
7. SUVNI CHUCHUKLANTIRISH.....	14
8. GEOTERMAL ENERGETIKA.....	16
9. MASALALAR.....	20
10. MASALALARNI YECHISH NAMUNALARI.....	32
ADABIYOTLAR.....	45
ILOVALAR.....	47

Muharrir: Sidikova K.A.