PELTYE MODULI ASOSIDA ISSIQLIK ENERGIYASIDAN ELEKTR ENERGIYASI OLISH

I.I. Hikmatov
Buxoro davlat universiteti tayanch doktoranti.
I.I. Raxmatov
Buxoro davlat universiteti Geliofizika, QTEM va elektronika" kafedrasi prof. tex.f.n

Annotatsiya. Olis cho'l hududlari va tog'lar kabi chekka hududlarda elektr energiyasining mavjudligi turli noqulayliklar tufayli doimo muammolidir. Elektr uzatish liniyalari orqali eltib bo'lmaydigan quyosh panellari va generator kabi noan'anaviy energiya qurilmalarini har doim ham qo'llab bo'lmaydi, shuning uchun tegishli yechim kerak. Peltye moduli kabi qattiq jismli elementlarda ishlaydigan qurilma qulay hisoblanadi, chunki u quyosh nurlaridan foydalanishni talab qilmaydi va energiyani jim ishlagan holda, ehtiyojga qarab, minimal manbalardan foydalangan holda hamda atrof-muhitga juda kam yoki mutlaqo zarar yetkazmagan holda hosil qilishi mumkin. Bu elementlar Zebek effekti asosida ishlaydi, ya'ni ikki xil elektr o'tkazgich yoki yarim o'tkazgich materiallar orasidagi harorat farqi natijasida ular orasida kuchlanish farqi hosil bo'ladi. Peltye modullari sham yoki o't yoqilgan manbalardan chiqqan yashirin issiqlikda ham ishlashi mumkin, boshqa tomondan esa issiqlikni tarqatish uchun radiator yoki sovitilgan suv, muz ishlatiladi.Bir tomondan isitish va boshqa tomondan sovutishni ta'minlash orqali kuchlanish hosil qilishda muhim rol o'ynaydigan harorat farqi yaratiladi.

Kalit so'zlar: Fotovoltaik qurilmalar, termoelektr energiyasi, issiqlikdan foydalanish, Zebek effekti, Peltye effekti, Peltye moduli

Аннотация. В отдаленных пустынных районах и труднодоступных районах, таких как горы, доступность электроэнергии всегда проблематична из-за различных неудобств. Нетрадиционные энергетические устройства, такие как солнечные панели и генераторы, к которым невозможно подвести линии электропередач, не всегда доступны, поэтому необходимо соответствующее решение. Устройство, работающее на твердотельных элементах, таких как модуль Пельтье, удобно тем, что не требует использования солнечного света и может генерировать энергию бесшумно, по требованию, используя минимальные ресурсы и практически не нанося вреда окружающей среде. Эти элементы работают на основе эффекта Зеебека, то есть в результате разницы температур между двумя различными проводящими или полупроводниковыми материалами между ними создается разность напряжений. Модули Пельтье также могут работать на скрытом тепле от таких источников, как свечи или горящий огонь, а с другой стороны,

ISSN 3030-3907

радиатор или охлажденная вода, лед используется для рассеивания тепла. Обеспечивая нагрев с одной стороны и охлаждение с другой, создается разность температур, которая играет важную роль в генерации напряжения.

Ключевые слова: Фотоэлектрические устройства, термоэлектрическая энергия, использование тепла, Эффект Зебека, Эффект Пельтье, Модуль Пельтье

Abstract: In remote desert areas and hard to reach areas such as mountains, the availability of electricity is always a challenge due to various inconveniences. Unconventional energy devices such as solar panels and generators that cannot be connected to power lines are not always available, so an appropriate solution is needed. A device powered by solid-state elements such as a Peltye module is convenient because it does not require the use of sunlight and can generate energy silently, on demand, using minimal resources and with little or no harm to the environment. These elements work on the basis of the Seebeck effect, that is, as a result of the temperature difference between two different conductive or semiconductor materials, a voltage difference is created between them. Peltye modules can also work on latent heat from sources such as candles or a burning fire, and on the other hand, a radiator or chilled water, ice is used to dissipate the heat. By providing heating on one side and cooling on the other, a temperature difference is created, which plays an important role in voltage generation.

Keywords: Photovoltaic devices, thermoelectric energy, heat utilization, Seebeck effect, Peltye effect, Peltye module

Kirish

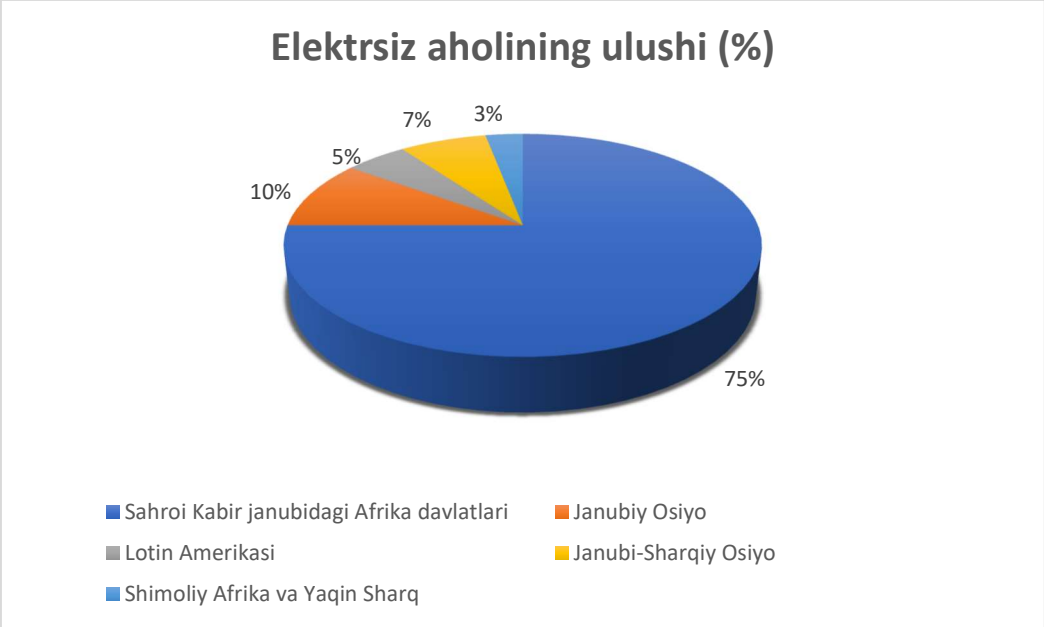
Birlashgan millatlar tashkilotining barqaror rivojlanish maqsadlari (SDG7) hisobotlariga ko‘ra bugungi kunda dunyoda taxminan **(10 %) 745 million** kishi elektr energiyasiga **to‘liq ulana olmagan** (ya'ni, elektr energiyasiz yashayotgan) deb baholangan. Elektr energiyasiga muhtoj bo‘lganlar esa **1,2 milliard**ga yaqin kishini tashkil qiladi. **“Elektr energiyasiga muhtoj” deganda nimani tushunamiz?**

Bu faqat elektr energiyasi umuman yo‘q odamlar emas, balki:

- Ishonchli, barqaror energiya manbaisiz yashayotganlar
- Faqat kunduzgi vaqt yoki qisqa vaqt uchun elektr oladiganlar
- Quvvati past (telefon, chiroq) bilan cheklangan tizimlarga ega bo‘lganlar
- Generator, batareyaga qaram bo‘lganlarni o‘z ichiga oladi.

Ushbu ko‘rsatgichlar asosan markazdan olisda joylashgan qishloq cho‘l va tog’ oldi transport va aloqa infratuzilmalari yetib bormagan va mustaqil energiya manbai zarur bo‘lgan hududlarni qamrab oladi. Dunyo aholisining elektr energiyasiga muhtoj bo‘lgan qismi 1-rasmda ko‘rsatilgan.

ISSN 3030-3907



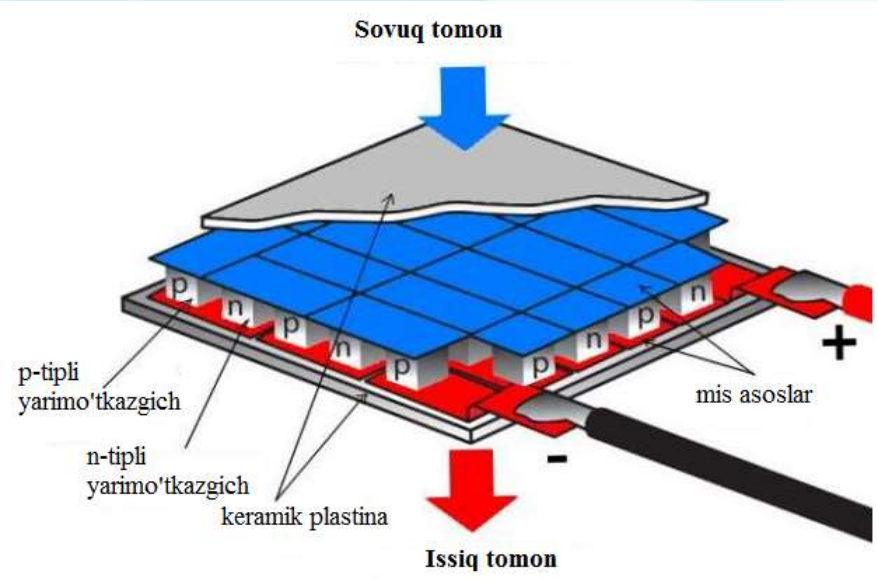
1-rasm. Elektr energiyasiga muhtoj aholi statistikasi

Olis qishloqlar va alohida hududlar buning natijasida juda katta zarar ko‘radi va elektr energiyasi uzatish va tarqsimlash tizimi orqali ularga normal tarzda etib borishi uchun uzoq vaqt kerak bo‘ladi.

Olisda joylashgan cho‘llar, o‘rmonlar va tog'lar hududi ko‘p hollarda elektr energiyasiga ega emas va shu sababli mustaqil energiya manbaiga zarurat tug’iladi. Bunday energiya manbalariga muqobil yechimlar esa Quyosh fotovoltaik-issiqlik-termoelektrik qurilmalari (PV/T-TE) kabi tizimlardir. Bu kabi qurilmalar asosan quyosh issiqlik nurlanishlarini elektr energiyasiga generatsiya qilishga mo‘ljallangan. Ularning tarkibiy qismi bo‘lib hisoblanuvchi Peltye modullaridan tayyorlangan qurilmalar issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantirish orqali energiya bilan ta'minlashga harakat qiladi. Issiqlik energiyasi manbalari bu joylar atrofida osongina mavjud va ulardan foydalanish atrof-muhitga zararli ta'sir ko‘rsatmaydi. Bu kabi qurilmalar yordamida hosil qilinadigan kuchlanishni uzgichlar va invertorlar yordamida o‘zgartirib turli xil maqsadlarda masalan, yoritish qurilmalarida foydalanish mumkin bo‘ladi.

Peltye modulining asosiy elementi, termoelektrik modul issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib berish qobiliyatiga ega bo‘ladi. Peltye modullari asosan ikkita noyob, p-tipli va n-tipli yarimo‘tkazgichlardan iborat bo‘lib, ular tabiatan statikdir. Peltye modulining ishlash jarayoni Peltye modullari ichida sodir bo‘ladigan Zeebek effekti (issiqlikni elektr energiyasiga aylantirish) ga asoslangan.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Peltye modulining tuzilishi

Issiqlik tarqalishi va oqishi bilan erkin zaryad tashuvchilar issiq tomondan sovuq tomonga o‘tadi. Hosil bo‘luvchi kuchlanishlar harorat farqiga bog’liqdir va harorat farqi saqlanib qolar ekan, tizim kuchlanish hosil qiladi. Har bir Peltye modulidan hosil qilingan kuchlanish vaqt va harorat farqiga qarab o‘zgaradi. Peltye modullarini ketma-ket ulashda yuqori kuchlanish hosil qilish mumkin. Haroratning doimiy ravishda o‘zgarib turishi sababli modulga yoki unga ulangan qurilmaga zarar etishi mumkin. Buning oldini olish uchun tizimga qo‘shimcha yuklama ulash orqali barqaror doimiy kuchlanish olish mumkin.

Qurilma nafaqat olisda va noqulay iqlim sharoitlardagi hududlar uchun foydali, balki u isitish manbai sifatida ishlatilishi mumkin bo‘lgan yashirin issiqlik ishlab chiqariladigan sanoat sohasida ham qo‘llanilishi va u bilan qo‘shimcha energiya ishlab chiqarilishi mumkin.

TUZILISHI.

Peltye modullari turli manbalardan, masalan, yoqilg‘i sifatida yog‘och yoqish, sham olovi, sanoatning yashirin (chiqindi) issiqligi, yoki uy xo‘jaligida pishirish vaqtida hosil bo‘ladigan issiqlik yordamida hech qanday murakkab texnologiyalarsiz kuchlanish (tok) hosil qiladi. Issiq tomon va sovuq tomonlar o‘rtasida yuzaga kelgan haroratlar farqi elektr energiyasini hosil qiladi. Bu jarayon o‘rmon va tog‘ hududlarida, shuningdek, elektr energiyasi uzilib qolgan hollarda uy sharoitida juda foydali bo‘lishi mumkin.

Qurilmaning asosiy qismi ko‘plab Peltye modullaridan iborat bo‘ladi. Ular ishlayotganda issiqlik bir tomondan ikkinchi tomonga o‘tadi - issiq tomon qizdiriladi, sovuq tomonda esa issiqlik radiatori, sovitilgan suv yoki muz yordamida sovitish amalga oshiriladi. Elektr energiyasi hosil bo‘lishi ikki xil yarim

ISSN 3030-3907

o‘tkazgich material o‘rtasidagi harorat farqi sababli yuzaga keladigan kuchlanish farqiga asoslanadi (Zebek effekti).

Modullarni issiqlik o‘tkazuvchi termik yopishtiruvchi modda (termokley) bilan baza (asos) qismi bilan biriktirish tavsiya etiladi. Agar sovitish uchun metall lotok ishlatilsa, tashqi devorlari plastik lenta (izolyatsiya) bilan o‘raladi - bu qisqa tutashuv yoki boshqa zararli ta’sirlarni oldini oladi. Modullar lotokning tub qismiga o‘rnatiladi. Modullar o‘zaro ketma-ket (serial) tarzda ulanadi: simlarning musbat (qizil) va manfiy (qora) uchi bir-biriga ulanadi. Oxirgi uchi esa bo‘sh qoldiriladi - ular hosil bo‘layotgan o‘zgaruvchan, barqaror emas kuchlanishni olish uchun kerak bo‘ladi. Modullar ketma-ket ulanganligi va vaqt o‘tishi bilan harorat farqi o‘zgarib turishi sababli yakuniy kuchlanish yuqori bo‘lishi mumkin, ammo barqaror emas. Shu sababli doimiy tok konvertori (to‘g’rilagich) ishlatiladi, u kuchlanishni 5 voltdan 35 voltgacha bo‘lgan diapazonda barqarorlashtirib va nazorat qilib beradi

Peltye modullari issiq va sovuq qarama qarshi sirtlar o‘rtasida hosil bo‘lgan harorat farqi orqali elektr energiyasini ishlab chiqaradi. Bu cheka o‘rmon va tog'li hududlarda, shuningdek, uylarda elektr ta'minoti uzilib qolganda juda foydali bo‘lishi mumkin va bu holatlarda biz issiq tomon uchun isitish manbai sifatida istalgan issiqlik (quyosh issiqligi, sham yoki yog'och alangasi) manbaidan, sovuq tomon uchun sovutish manbai sifatida sovutilgan suv yoki muzdan foydalanishimiz mumkin.

Ular issiqlik qo‘llanilganda issiqlikni bir tomondan boshqa tomonga o‘tkazish orqali ishlaydi, ikkinchisi esa sovutgich yoki sovutilgan suv va muz bilan sovutiladi. Elektr energiyasining bu hosil bo‘lishi ikkita o‘xshash bo‘lmagan yarimo‘tkazgichlar orasidagi harorat farqi tufayli kuchlanish farqiga olib keladi.

Tashqi barqarorlik uchun barcha elementlar quti ichiga joylashtiriladi**.** Qizdirish jarayoni sanoat yoki uy xo‘jaligida hosil bo‘ladigan chiqindi issiqlik yordamida amalga oshirilishi yoki to‘gridan to‘g’ri quyosh issiqlik energiyasi orqali hosil qilinishi mumkin. Bu issiqlik Peltye modullariga yetkaziladi va ular sovutish manbai bilan bog‘lanadi. Sovutish muzlatilgan suv**,** muz yoki radiator va ventilyator yordamida amalga oshiriladi. Qurilma ma’lum vaqtdan keyin kuchlanish hosil qiladi, va bu jarayon umuman shovqinsiz amalga oshadi. Qattiq va oddiy tuzilishga ega bo‘lgani sababli Peltye modullari uzoq muddat ishonchli ishlashi va ishlash vaqtida ishdan chiqmasligi bilan ajralib turadi.

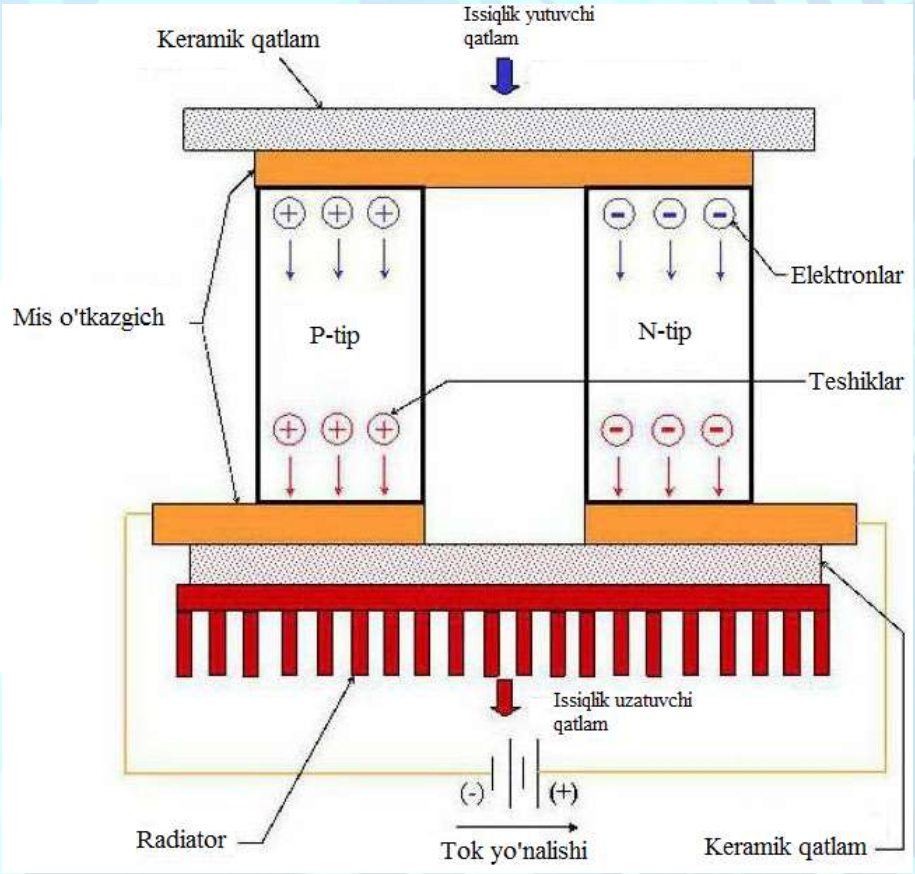
ISHLASHI

Peltye modullari sovutish manbai ostiga o‘rnatiladi. Bu sovutish manbai sifatida radiator va sovutuvchi ventilyator, yoki sovutish manbai bilan jihozlangan metall taglik (idish) bo‘lishi mumkin. Modullar yog‘ochdan tayyorlangan qutining ichiga o‘rnatiladi. Peltye modullari termokley yordamida mahkamlanadi, ularning

ISSN 3030-3907

issiq tomoni esa metall plastinka bilan qoplangan bo‘ladi. Bu metall plastinka issiqlikni tarqatish va Peltye modulini bug‘lanishdan (namlikdan) himoya qilish vazifasini bajaradi. Jarayon Peltye modullariga avval sovutish manbasini, keyin esa isitish manbasini ta'minlashdan boshlanadi.

Ma’lum vaqtdan so‘ng, Peltye modullari issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib, kuchlanish hosil qilishni boshlaydi.



3-rasm. Peltye modulining ishlash prinsipi

Umumiy jarayon shovqinsiz sodir bo‘ladi. Hosil qilingan kuchlanishlar bir-biriga ketma-ket ulangan modullar soniga proportsional, bundan tashqari, ular haroratlar farqiga bog'liq. Peltye modullariga issiqlik etib borishi bilan ular bo‘ylab haroratlar farqi vujudga keladi va qurilma orqali o‘tayotgan issiqlik oqimi elektr energiyasini hosil qiladi. Issiqlik Peltye modullari orqali o‘tayotganda, issiqlik harorat farqi oshgani sayin quvvatning ko‘proq o‘zgarishiga olib keladi va chiqish quvvati ham ortadi.

Peltye modullari asosan - vismut tellurid va qo‘rg'oshin tellurid yarimo‘tkazgich elementlaridan tayyorlangan termoelektriklardir va ularda elektronlarning bir qismi yadrolarga bog'langan holda, ba'zilari esa erkin harakatlana oladi.

Yarim o‘tkazgichlardan tashkil topgan Peltye modullari ichida mavjud bo‘lgan zaryadlar yuqori energiyali holatdan past energiyali holatga o‘tishi

ISSN 3030-3907

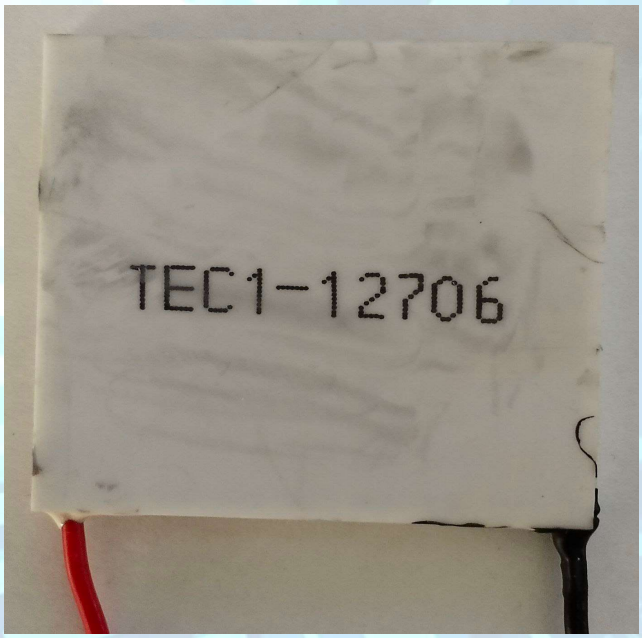
mumkin. Shu tarzda, agar Peltye modulidan foydalanilib, modulning har ikkala yuzasini isitish va sovutish ta’minlansa, haroratlar farqi hosil qilinadi. Natijada, bir tomonida manfiy zaryad, ikkinchi tomonida esa musbat zaryad paydo bo‘ladi. Bu zaryadlar o‘rtasidagi farq potensiallar farqini (ya’ni kuchlanishni) yuzaga keltiradi. Kuchlanish esa - elektr energiyasining o‘lchovi hisoblanadi.

TARKIBIY ELEMENTLAR

Peltye moduli

Issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantira oladigan ko‘p qatlamli (multisloyli) shakldagi qurilma Peltye modullarining asosiy qo‘llanilish yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Zebek effekti hamda Peltye effekti asosida ishlovchi Peltye modullari, foydalanuvchi ehtiyojiga qarab, kuchlanish hosil qilishi yoki isitish va sovitish maqsadlarida ham qo‘llanilishi mumkin.



4-rasm. Peltye moduli

Modul konstruksiyasi ikkita keramik plastinkadan iborat bo‘lib, ularning orasida vismut telluridi (Bi_2Te_3) dan tayyorlangan kichik kubiklar joylashgan. Bu material ichida va yarim o‘tkazgichlarda zaryad tashuvchilar erkin harakatlanib, zaryad va issiqlikni tashiydi.Harorat farqi tufayli zaryad tashuvchilar issiq uchi orqali harakatlanib, sovuq uchda to‘planadi. Bu jarayonda sovuq uchda zaryad yig‘ilishi natijasida kuchlanish yuzaga keladi. Yarim o‘tkazgichlar maxsus legirlovchi aralashmalar bilan kuchli legirlangan bo‘ladi, bu ularning elektr o‘tkazuvchanligini oshiradi. Modul uchun material tanlanayotganda u yuqori haroratga bardosh berishini inobatga olish kerak.

Isitish tizimi. Peltye moduli orqali elektr energiyasi olish uchun modulning bir tomoni qizdirilishi shart, va bu turli manbalar – quyosh nurlanish issiqligi,

ISSN 3030-3907

sanoat issiqligi, tutun, bug‘, sham yoki o‘tindan olinadigan issiqlik orqali amalga oshiriladi. Ammo sirtga berilayotgan harorat nazoratsiz oshsa, modullar ishdan chiqishi mumkin, shu sababli barqaror va xavfsiz isitish muhim hisoblanadi.

1-jadval

Peltye modullarining asosiy harorat xususiyatlari:

Tavsif	Qiymat (odatda)
Maksimal issiq tomon harorati	~130–150 °C
Minimal sovuq tomon harorati	~ –50 °C (ish sharoitida)
Tavsiya etilgan ishlash oralig‘i	0 °C dan 100 °C gacha
Zarar yetish xavfi boshlanadi	> 150 °C dan yuqorida

Turli manbalar Peltye modullari uchun har xil haroratni ta'minlaydi va shuni ham ta'kidlash kerakki, Peltye modullari haroratga ma'lum bir nuqtagacha bardosh bera oladi va shundan keyin uning shikastlanish ehtimoli ortadi.

Sovutish tizimi. Peltye moduli sovitish tizimi – bu isitish tizimi kabi muhim bo‘lib, u modulning ikkala tomoni o‘rtasida harorat farqini saqlab turish uchun mo‘ljallangan. Bu harorat farqi - Peltye modulida elektr energiyasi hosil bo‘lishining asosi hisoblanadi.

Sovitish manbai sifatida ko‘p hollarda muzlatilgan suv (sovuq suv), muz yoki radiator va ventilyator ishlatiladi. Ba’zi hollarda azot oksidi (N_2O) kabi moddalardan ham foydalanish mumkin. Peltye moduli sovutish manbai ostiga joylashtiriladi, shunda issiq tomondan sovuq tomonga issiqlik oson o‘tadi, va bu issiqlik sovituvchi orqali tashqariga chiqariladi. Peltye moduli hosil qilgan kam miqdordagi elektr energiyadan sovituvchi ventilyatorni quvvatlantirish mumkin. Peltye modullari soni ko‘p bo‘lsa, hosil bo‘ladigan issiqlik ham shunga yarasha ko‘p bo‘ladi. Peltye modulining samarali ishlashi uchun haroratlar farqi zarur, bu esa faqat samarali sovitish orqali ta’minlanadi. Shu sababli, issiq sirtdan issiqlikni olib chiquvchi sovitish tizimi Peltye moduli ishlashida asosiy rol o‘ynaydi.

ISHLASH SAMARADORLIGI VA FOYDALI ISH KOEFFITSIENTI (FIK) HISOBLASH.

Issiqlik modulning bir tomoniga beriladi, ikkinchi tomoni esa radiatorga, muz, yoki sovitilgan suv kabi issiqlikni tarqata oladigan boshqa biror ishji jism bilan ulanadi. Shu sababli modul ichidagi ikki ulangan nuqta orasida haroratlar farqi (ΔT) yuzaga keladi.

Modulning yon tomonlari izolyatsiyalangan qoplamalar bilan qoplangan, shuning sababli issiqlik faqat uzunlik bo‘ylab oqadi. Issiq yuza orqali o‘taytgan

ISSN 3030-3907

issiqlik tufayli yuzaga keladigan haroratlar farqi n-tipli blokdagi elektron va p-tipli blokdagi teshiklarning issiq tomondan modulning sovuq tomoniga harakatlanishiga olib keladi va shu orqali elektr potensiallar farqini hosil qiladi.

Tizimga yuklama qarshiligi (R_L) ulanadigan bo‘lsa, ichki zanjir yopiladi va bu qarshilik orqali elektr toki oqimi boshlanadi.

Har bir modulning o‘ziga xos ichki qarshiligi mavjud. Ikki o‘tishlar orasida yuzaga keladigan potentsiallar farqi $U = \alpha\Delta T$ bilan berilishi mumkin

Bu yerda:

- U — kuchlanish (volt)
- α — Zebek koeffitsiyenti (μV/K yoki V/K)
- ΔT — issiq va sovuq tomonlar o‘rtasidagi harorat farqi (Kelvin yoki °C)

Chiqish quvvatini quyidagi ifoda orqali aniqlashimiz mumkin bo‘ladi.

$$P = \left(\frac{U}{R+R_L}\right)^2 R_L \quad (2)$$

$$P = \left(\frac{\alpha\Delta T}{R+R_L}\right)^2 R_L \quad (2.1)$$

Ichki qarshilik va yuk qarshiligi bir xil R = R_L bo‘lganda, chiquvchi quvvat maksimal bo‘ladi, va u holda maksimal quvvat (2.1) quyidagicha berilishi mumkin.

$$P = \frac{(\alpha\Delta T)^2}{4R} \quad (2.2)$$

(2.2) ifodaga ko‘ra quvvat maksimal bo‘lishi uchun sirtlar orasidagi harorat farqi imkon qadar katta bo‘lishi kerak. Agar biz maksimal quvvatdan foydalanmoqchi bo‘lsak, ichki qarshilik imkon qadar past bo‘lishi kerak va bu modullarning uzunligi va diametrini oshirish orqali amalga oshirilishi mumkin.

Tizimning samaradorligi ishlab chiqilgan quvvatning nisbati bilan aniqlanishi mumkin,

$$\eta = \frac{Chiquvchi\ quvvat}{Issiqlik\ oqimi} = \frac{P_L}{Q} \quad (3)$$

$$\eta = \frac{\left(\frac{\alpha\Delta T}{R+R_L}\right)^2 R_L}{Q} \quad (3.1)$$

AFZALLIKLARI VA QO‘LLANILISH SOHALARI

Afzalliklar

- Harakatlanuvchi qismlar yo‘q – bu modulni shovqinsiz va ishonchli qiladi
- To‘g‘ridan-to‘g‘ri issiqlikni elektrga aylantiradi – Zeebek effekti asosida
- Issiqlik chiqindilaridan foydalanish imkoniyati – sanoatda, transportda ishlatilgan issiqlikdan energiya olinadi
- Ekologik toza – yonilg‘i yoqilmaydi, zararli chiqindilar chiqmaydi
- Ixcham va portativ – kichik hajmdagi qurilmalar uchun qulay

ISSN 3030-3907

• Murakkab mexanik tizimlarsiz ishlaydi – dvigatel, turbina yoki kompressor kerak emas

•Uzoq muddat ishlaydi – mexanik qismlar yo‘qligi tufayli kam xizmat talab qiladi

•Kosmik, harbiy, tibbiyot va chekka hududlar uchun ideal – energiya manbasi cheklangan joylarda foydali

Qo‘llanilish sohalari

1. doimiy kuchlanish ishlab chiqarish
2. Chiqindilarni issiqlikdan foydalanish va olib tashlash
3. U transport tizimlarida, maishiy binolarda, sanoatda va elektr stantsiyalarida qo‘llanilishi mumkin.

Kamchiliklari

•Foydali ish koeffitsienti juda past – odatda 2–8% oralig‘ida

•Katta elektr quvvat olish uchun ko‘p modul kerak bo‘ladi

•Harorat farqi yetarli bo‘lmasa, energiya ishlab chiqmaydi

•Samarali sovitish talab etiladi – aks holda modul qizib ketadi va chiqish kuchlanish kamayadi

•Harorat cheklovi mavjud – odatda 150 °C dan oshsa modul buziladi

•Narxi nisbatan yuqori – ayniqsa kuchli yoki sanoat modellar uchun

•Uzoq muddatli barqarorlikda sovitish tizimiga ehtiyoj kuchayadi

•Kichik chiqish tok/kuchlanish – bir modulda odatda 1–2 V va 100–300 mA gacha chiqadi

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. G. J. Snyder, “Thermoelectric Power Generation: Efficiency and Compatibility,” in Thermoelectrics Handbook Macro to Nano, edited by D. M. Rowe (CRC, Boca Raton, 2006), Ch. 9.

2. Darshak Vadhel, Savadas Modhavadiya, Prof. Jaydipsinh Zala: Energy Generation From Peltier Module By Utilizing Heat (International Research Journal of Engineering and Technology) Volume: 04 Issue: 03 | Mar -2017

3. M. Kishi, H. Nemoto, T. Hamao, M. Yamamoto, S. Sudou, M. Mandai, and S. Yamamoto, in Eighteenth International Conference on Thermoelectrics Proceedings, ICT’99, 301 (1999). [3] Thermoelectric generator. (2017, March 14).

4. Meyer, A., & Young, W. H. (1969). Thermoelectricity and Energy-Dependent Pseudopotentials. Physical Review, 184(3), 1003- 1006. doi:10.1103/physrev.184.1003

5. Zhang, J., Xuan, Y., Yang, L., 2014. Performance estimation of photovoltaic-thermoelectric hybrid systems. Energy 78, 895-903.

6. R. Zafar *et al.* Prosumer based energy management and sharing in smart grid (Renew. Sustain. Energy Rev.) (2018)

ISSN 3030-3907

7. G.K. Singh Solar power generation by PV (Photovoltaic) technology: a review (Energy) (2013)
8. M. Herrando *et al.* A review of solar hybrid photovoltaic-thermal (PV-T) collectors and systems (Prog. Energy Combust. Sci.) (2023)
9. Reji Kumar R., Samykano M., Pandey A.K., Kadirgama K., Tyagi V.V. Phase change materials and nano-enhanced phase change materials for thermal energy storage in photovoltaic thermal systems: A futuristic approach and its technical challenges. Renew. Sustain. Energy Rev. 133, 110341 (2020). https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110341.
10. Nižetić S., Grubišić-Čabo F., Marinić-Kragić I., Papadopoulos A.M. Experimental and numerical investigation of a backside convective cooling mechanism on photovoltaic panels. Energy, 111, 2016. – p. 211-225.
11. Chow T.T. A review on photovoltaic/thermal hybrid solar technology. Appl. Energy. 87(2), 2010. – p. 365-379.
12. Chauhan A., Tyagi V.V., Anand S. Futuristic approach for thermal management in solar PV/thermal systems with possible applications. Energy Convers. Manag. 163, 2018. – p. 314-354.
13. Zilli B.M., Lenz A.M., de Souza S.N.M., Secco D., Nogueira C.E.C., Junior, O.H.A. Performance and effect of water-cooling on a micro generation system of photovoltaic solar energy in Paraná Brazil. J. Clean. Prod. 192, 2018. – p. 477-485.
14. Fikri M.A., et al. Recent progresses and challenges in cooling techniques of concentrated photovoltaic thermal system: A review with special treatment on phase change materials (PCMs) based cooling. Sol Energy Mater. Sol Cells. 241(5), 111739 (2022). https://doi.org/10.1016/j.solmat.2022.111739.
15. Kern Jr. E.C., Russell M.C. Combined Photovoltaic and Thermal Hybrid Collector Systems. Massachusetts Institute of Technology, Lexington, 1978.
16. Lazzarin R. Heat pumps and solar energy: A review with some insights in the future. Int. J. Refrig. 116, 2020. – p. 146-160.
17. Bhargava A.K., Garg H.P., Agarwal R.K. Study of a hybrid solar system-solar air heater combined with solar cell. Sol. Energy, 31(5), 1991. – p. 471-479.
18. Bergene T., Lovvik O.M. Model calculations on a fat-plate solar heat collector with integrated solar cells. Sol. Energy, 55, 1995. –p. 453-462.
19. Werner W., Monika S.D. Solar heat worldwide. Global Market Development and Trends 2023 Detailed Market Figures 2022. AEE-Institute for Sustainable Technologies 8200 Gleisdorf, Austria. 2024.
20. Özakin A.N., Kaya F. Effect on the exergy of the PVT system of fins added to an air-cooled channel: A study on temperature and air velocity with ANSYS Fluent. Sol. Energy, 184, 2019. – p. 561-569.

ISSN 3030-3907

21. Srimanickam B., Vijayalakshmi M.M., Natarajan E. Experimental study of Exergy Analysis on fat plate solar photovoltaic thermal (PV/T) hybrid system. Appl. Mech. Mater. 787, 2015. – p. 82-87.

ISSN 3030-3907