Farg‘ona Politexnika Instituti “Fizika” kafedrasi, PhD, Sulaymonov Xusanboy Mannopovich taqrizi ostida

Akramov Botirjon Oxunjon o‘g‘li
Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandisligi xalqaro instituti assistent o’qituvchisi
Telefon raqami: +998 93 480 03 95
Orcid: *https://orcid.org/0009-0009-2095-4702*
E-mail: *akramovbotirjon18@gmail.com*

MIKROMODULLI MUZLATGICHLARNING TERMOELEKTRIK SOVUTISHIDA PEL’TYE EFFEKTIDAN FOYDALANISHNI O‘RGANISH

Annotatsiya: Mikromodulli muzlatgichlar turli texnologik dasturlarda qo‘llaniladigan kichik, ixcham sovutgichlardir. Ular termoelektrik sovutish asosida ishlaydi, bu Pel’tye effektidan foydalanishni o‘z ichiga oladi. Bu ta’sir elektr toki ikki o‘xshash bo‘lmagan materialdan o‘tganda sodir bo‘ladi, bu esa bir tomonning isishi va boshqa tomonining sovishini keltirib chiqaradi. Mikromodulli muzlatgich odatda bir qator termoelektrik chiplardan iborat bo‘lib, ularning har biri ketma-ket ulangan ko‘plab Pel’tye elementlarini o‘z ichiga oladi. Qurilmaichida parcha sovuq va issiq tomonlari bo‘lgan asosga o‘rnatiladi.
Kalit so’zlar: mikromodul, sovutgich, Pel’tye, issiqlik.

ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭФФЕКТА ПЕЛЬЬЯ ПРИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОХЛАЖДЕНИИ МИКРОМОДУЛЬНЫХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Аннотация: Микромодульные холодильники — это небольшие компактные холодильники, используемые в различных технологических приложениях. Они работают на основе термоэлектрического охлаждения, предполагающего использование эффекта Пельтье. Этот эффект возникает, когда электрический ток проходит через два разнородных материала, в результате чего одна сторона нагревается, а другая охлаждается. Микромодульный холодильник обычно состоит из серии термоэлектрических чипов, каждый из которых содержит множество последовательно соединенных элементов Пельтье. В устройстве деталь крепится на основу с холодной и горячей сторонами.
Ключевые слова: микромодуль, охладитель, Пельтье, тепло.

STUDYING THE USE OF THE PEL'TYE EFFECT IN THERMOELECTRIC COOLING OF MICROMODULE REFRIGERATORS

Abstract: Micromodule refrigerators are small compact refrigerators with various technological applications. Oni rabotayut na osnoe thermoelektricheskogo okhlajdeniya, predpolagayushchego ispolzovanie effekta Pelte. This effect occurs when the electric current passes through two different materials, and as a result, one side heats up and the other side cools. A micromodule refrigerator usually consists of a series of thermoelectric chips, each of which contains a number of subsequently connected elements Pelte. V ustroystve detal krepitsya na osvor s holodnoy i goryachey storonami.
Key words: micromodule, cooler, Pelte, heat.

Substrakt chipning sovuq tomonidan so‘rilgan issiqlikni yo‘qotish uchun issiqlik qabul qiluvchi sifatida xizmat qiladi. Elektr toki chiplardan o‘tganda, issiqlik chipning sovuq tomonidan so‘riladi, bu esa substratni sovutadi va sovutish effektini ta’minlaydi. Mikromodulli muzlatgichlar turli sohalarda, jumladan elektronika, optika, biotexnologiya va fotonikada keng qo‘llaniladi. Ushbu muzlatgichlar elektron komponentlarni, mikroskop linzalarini, lazerlarni va fotodetektorlarni va boshqa ilovalarni sovutish uchun ishlatiladi.

Mikromodulli muzlatgichlar MRI apparatlarining issiqlik boshqaruvini sovutish uchun tibbiy texnologiyada ham qo‘llaniladi va ularni energiya, sovutish va tibbiy ilovalarda innovatsion

maqsadlarda qo‘llash bo‘yicha tadqiqotlar davom etmoqda. Quyida keltirilgan formulalardan ko'rinib turibdiki, termoelementlar bo‘ylab haroratning pasayishi ortishi bilan TEGning quvvati va samaradorligi ortadi. Shuning uchun har doim “issiq” birikmalarning haroratini oshirishga harakat qilish kerak, bu amaliy holatlarda ishlatiladigan materiallar va strukturaviy elementlarning termal barqarorligi bilan chegaralanadi. Shu bilan birga, “sovuq” birikmalarning harorati atrof-muhitga issiqlikni olib tashlash imkoniyatlari bilan belgilanadi. Yer osti va suv osti elektr stansiyalarida, ular uchun issiqlik o‘chirish tizimining o‘lchamlari va massasi ko‘pincha hal qiluvchi ahamiyatga ega emas, “sovuq” birikmalarning harorati atrof-muhit haroratiga juda yaqin (farq 20-50 daraja). Vaziyat minimal o‘lchamlari va og‘irligi bilan ma'lum quvvatni ta'minlash uchun zarur bo‘lgan kosmik elektr stantsiyalari bilan farq qiladi. Kosmosda issiqlik chiqishi faqat radiatsiya orqali mumkin va radiator haroratining pasayishi uning o‘lchamlarini sezilarli darajada oshirishni talab qiladi (doimiy issiqlik oqimida radiator maydoni haroratning to‘rtinchi kuchiga teskari proportsionaldir). Kosmik elektrostantsiyani loyihalashda emitentning optimal hajmini, TEGni va ularning harorat rejimini tanlash muammosi paydo bo‘ladi. Uni hal qilish uchun sovitgich-radiatorning asosiy parametrlari o‘rtasidagi bog‘liqliklar talab qilinadi, ularning kelib chiqishi quyida keltirilgan. [1]

Keling, sovutgich-emitterning ish haroratini oldindan baholaylik. T_0 (sovuq ulanish harorati) dan T_1 (issiq ulanish harorati) oralig‘ida ishlaydigan TEGni ko‘rib chiqamiz. Issiqlik manbasidan ajralib chiquvchi oqim Q_1, Q_0 atrofdagi bo‘shliqqa sovitgich orqali yo‘naltiriladigan oqim:

$$Q_0 = F\varepsilon\sigma T_0^4 \qquad (10)$$

bu yerda F-sovitgich maydoni, ε – qorong‘ulik darajasi, σ – Stefan-Boltsman doimiysi. (1.14) ga ko‘ra samaradorlik - issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantirish Karno siklining FIK va ichki FIKi qiymatiga teng:

$$\eta = \eta_K\eta_i = \frac{T_1 - T_0}{T_1}\eta_i$$

boshqa tomondan, FIK quvvatlar orqali quyidagicha bog‘langan

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_0}{Q_1} = 1 - \frac{Q_0}{Q_1}$$

va

$$W = Q_1\eta = Q_0\eta/(1-\eta)$$

Q_0 issiqlik oqimni quvvat uchun (10) formulaga kiritsak, FIK $\eta = \eta_K\eta_i$ va $T_0 = T_1(1-\eta_K)$ orqali quyidagiga ega bo‘lamiz

$$W = F\varepsilon\sigma T_1^4(1-\eta_K)^4\frac{\eta_K\eta_i}{1-\eta_K\eta_i} \qquad (11)$$

Yuqorida aytib o‘tilganidek, T_1 harorati ruxsat etilgan maksimal darajaga yaqin tanlangan, ya’ni berilgan qiymat (T_1 = const). Bundan tashqari, taxminan $\eta_i = const$ deb taxmin qilishimiz mumkin. Keyin (11) dan kelib chiqadiki, ma’lum bir radiator maydoni uchun $\eta_K(0 < \eta_K < 1)$ o'zgaruvchisiga qarab quvvat maksimalga erisahdi. $\eta_K$ning optimal qiymatini $\partial W/\partial\eta_K$ tenglamasidan topish mumkin:

$$\eta_K = \frac{2}{5}\frac{1}{1+\sqrt{1-\frac{16}{25}\eta_i}}.$$

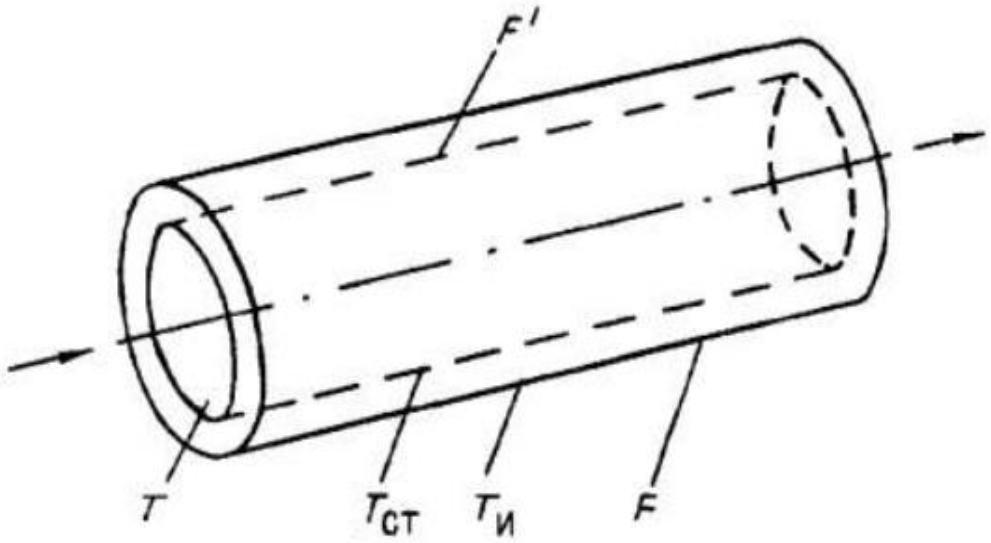
Bizda $\eta_i \to 0$

$$\eta_k = \frac{1}{5}, \qquad T_0 = \frac{4}{5}T_1,$$

Agar $\eta_i \to 1$ bo‘lsa, u holda

$$\eta_k = \frac{1}{4}, \qquad T_0 = \frac{3}{4}T_1.$$

Shunday qilib, sovutgich haroratining optimal qiymati quyidagi intervalda yotadi $T_0=(0,75\text{-}0,8)T_1$
Hozirgi vaqtda yuqori haroratli materiallar uchun, “issiq” o‘tish joyining ish haroratining haqiqiy

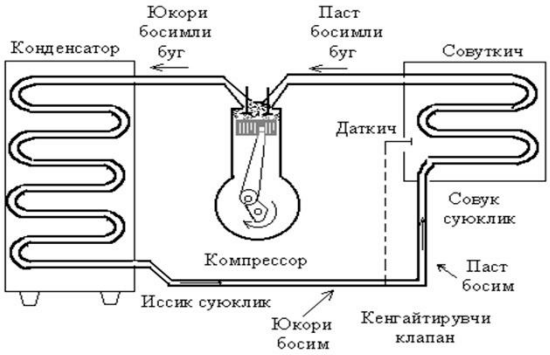


1-rasm. Sovutgich-radiator

a
n qiymati $T_1 \approx$ 1200 ° C = 1473 K ni tashkil qiladi. Chiquvchi uchun $T_0 \approx$ 800 – 900 °C, asosankosmik TEGlarda yuqori haroratni sozlash uchun. Bu sovutgich-radiatorning bir qator dizayn xususiyatlarini aniqlaydi, unda odatda suyuq metall sovutgichlar (Na, K, Li) ishlatiladi.[12] Keling, sovutish tizimi paytida TEG ga ulangan sovutgich-radiatorning parametrlarini tahlil qilishga o'tamiz. Radiator quvur, uning ichida sovutish suvi harakatlanadi, T haroratga ega. Keling, yozuvni kiritamiz: T_{ti} - quvurning ichki yuzasi harorati, F^l - ichki yuzaning maydoni, T_i - tashqi nurlanish sirtining harorati, F- uning maydoni. Amalda qo'llaniladigan konstruktsiyalarda trubka qanotlarga ega bo‘lishi mumkin, bu nurlanishning samarali maydonini kiritish orqali hisobga olinishi mumkin bo‘lgan yuzalar.
Bo‘limda statsionar dξ rejimda (o‘lchovsiz koordinata sovutish suvi kirish joyidagi noldan radiatorga chiqishda ξ birlikka o'zgaradi) quyidagi energiya balansi tenglamalari bajariladi:

$$dQ = -cGdT \qquad (12)$$
$$dQ = \alpha^*(T - T_{ti})F'd\xi; \qquad (13)$$
$$dQ = k(T_{ti} - T_i)F'd\xi; \qquad (14)$$
$$dQ = \varepsilon\sigma T_i^4 kFd\xi - \text{qd}\xi; \qquad (15)$$

bu dQ – issiqlik oqim, issqilik uzatgichga berilivchi; c –issiqlik sig’im, G – iste’mol; α^* - ichki truba yuqorida qatlam issiqlik koeffitsienti; k – devor orqali issiqlik uzatish koeffitsienti, q –ichki issiqlik oqim zichligi
Issiqlik mashinalari bilan bir qatorda texnika va kundalik hayotda sovitkich mashinalar ham keng qo‘llaniladi. 2-rasmda zamonaviy kompressorli sovitkichning tuzilishi ko‘rsatilgan.



2-rasm. Zamonaviy kompressor tuzilishi.

Sovitkich kompressori elektr motor bilan harakatga keltiriladi. Sovitkich sistemasi qaynash harorati past bo‘lgan ishchi modda (freon suyuqligi) bilan to‘lg‘iziladi. Sovitkich kompressori sovitkich bo‘limida freon bug‘i sovib, suyuqlikka aylanadi, bunda ajralib chiqadigan issiqlik atrof-muhitga tarqaladi. Kondensatorda to‘plangan suyuq freon ingichka kapellyar nay orqali sovitish bo‘limi ichida joylashtirilgan bug‘latkichga uzatiladi. Bug‘latkichda freon suyuqligi bug‘lanadi, buning uchun zarur bo‘lgan issiqlik bug‘latkich devorlari va unga tegib turgan havo qatlamlaridan olinadi, natijada sovitish bo‘limida harorat pasayadi. Bug‘latkichdan o‘tgan freon bug‘i yana kompressor tomonidan so‘rib olinib, kondensatorga uzatiladi va sikl yangidan boshlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. MIKROMODULLI SOVUTGICHLARNING ZAMONAVIY DUNYODA INQILOB QILUVCHI SOVUTISH YECHIMLARI AB Oxunjon o‘g‘li, AS Shuhratjon o‘g‘li - Science Promotion, 2023 https://sciencepromotion.uz/index.php/sp/article/view/225

2. Sh, A. S., & Meliboyev, I. A. (2022, December). FIZIKA FANI AMALIY MASHGULOTLARIDA, LABARATORIYALARIDA O’QUVCHILAR MAVZUNI TERANROQ ANGLASHI UCHUN SUNIY INTELLEKT JIHOZLARDAN FOYDALANISH. In *Conference Zone* (pp. 423-428).

3. О.В. Марченко, А.П. Кашин, В.И. Лозбин, М.З. Максимов “Методы расчета термоэлектрических генераторов” . Сибирская издательская фирма «Наука», 1995

4. B.O.Akramov , Sh.Sh.Abdullayev, O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi Toshkent Davlat texnika universitetining Qo‘qon filiali “MIKROMODULLI SOVUTGICHLARNING ZAMONAVIY DUNYODA INQILOB QILUVCHI SOVUTISH YECHIMLARI”, 2023-yil, Farg‘ona.

5. B.O.Akramov, Sh.Sh.Abdullayev “Rivojlangan aloqa yuzasiga ega termoelementlarning nazariy tahlili” , O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi tashkil topganligining 80 yilligiga bag‘ishlangan “YANGI O‘ZBEKISTON FANI VA TA’LIMINI RIVOJLANTIRISHDA YOSHLARNING O‘RNI” MAVZUSIDAGI YOSHLAR KONFERENSIYASI, 2023-yil, Toshkent

6. Nurmatov, O., Rahmonov, T., Sulaymonov, K., & Yuldashev, N. (2020). Phototenzoelectric properties of polycrystalline films of chalcogenides of cadmium and zinc,

produced by portional evaporation in vacuum. Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering, 2(5), 10.

7. Сулаймонов Х. М. и др. Фотоэлектрические свойства полупроводниковых поликристаллических пленочных структур CdTe: Sn при статических механических деформациях //Известия Ошского технологического университета. – 2019. – №. 3. – С. 180-186.

8. Imomalievich R. T., Tolibjonovna M. D., Khaydarovich Y. N. Photoelectric Phenomena in Thin Polycrystalline CdTe, CdSe, CdS Films under Mechanical Deformation //European science review. – 2021. – №. 11-12. – С. 40-49.

9. Yuldashev N. K. et al. The effect of mechanical deformation on the photovoltaic properties of semiconductor polycrystalline film structures CdTe: Sn //Scientific-technical journal. – 2019. – Т. 23. – №. 3. – С. 9-14.

10. Мирзаев В. Т. и др. Магнитооптические свойства редкоземельных (Р3)-ионов в парамагнитных гранатах //Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. – 2019. – С. 34-36.

11. Сулаймонов Х. М. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК PbSe В ИК ОБЛАСТИ СПЕКТРА //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2021. – Т. 1. – №. 11. – С. 828-836.

12. Sulaymonov X. M., Yuldashev N. K. Elektric conductivity and strain sensitivity of semiconductor polycrystalline thin films //Scientific-technical journal. – 2020. – Т. 24. – №. 1. – С. 9-20.

8. Сулаймонов Х. М. Влияние циклической деформации на электропроводность пленок (Bi _0.3 Sb _0.7) _2 Te _3 на переменном токе //Журнал технической физики. – 2017. – Т. 87. – №. 3. – С. 471-472.

13. Sulaymonov K. M. et al. Edge absorption spectra of heavily doped polycrystalline PbTe: Pb AND PbTe: Te FILMS //Scientific-technical journal. – 2020. – Т. 24. – №. 2. – С. 22-26.

14. Эргашев С. Ф. и др. Разработка автоматизированной системы измерений энергетических характеристик солнечных энергетических установок //Точная наука. – 2019. – №. 43. – С. 22-27.

15. Sulaymonov, H.M., Yuldashev, N.K. Effect of internal stresses on the static strain characteristics of p-(Bi0.3Sb0.7)2Te3 composite films. J. Surf. Investig. 10, 878–882 (2016). https://doi.org/10.1134/S1027451016040364