



UO‘K: 621.31:621.39

YARIMO‘TKAZGICHLI TERMoeLEKTRIK SOVUTGICH (MUZLAT GICH)LAR ASOSIDAGI QURILMALARNING QO‘LLANILISHINI O‘RGANISH VA UNING TADBIQI**ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ (ОХЛАДИТЕЛЕЙ) С ПОЛУМОСТОВЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ****STUDY OF THE APPLICATION AND IMPLEMENTATION OF THERMOELECTRIC REFRIGERATORS (COOLERS) WITH HALF-BRIDGE CONVERTER****Nabiyev Mahmud Bozorovich¹** ¹Farg‘ona davlat universiteti o‘qituvchisi, texnika fanlari nomzodi dosenti**Tillaboyeva Ozoda Valiyevna²** ²Farg‘ona davlat universiteti magistranti**G‘ulomjonova Dildora Dilshodjon qizi³** ³Farg‘ona davlat universiteti magistranti**Annotatsiya**

Ushbu maqolada termoelektrik sovutgich mikromodullar hamda yuqori samaradorlikdagi termoelektrik generator tizimlari uchun mos materiallar asosidagi qurilmalarning qo‘llanilishi o‘rganildi va uning tabiiy tahlili keltirildi.

Аннотация

В данной статье исследуется применение термоэлектрических холодильников на основе подходящих материалов для микромодулей и систем термоэлектрических генераторов с высокой эффективностью, а также приводится аналитическая оценка их применения.

Abstract

This article explores the application of thermoelectric coolers based on suitable materials for micromodules and high-efficiency thermoelectric generator systems, and provides an analytical assessment of their implementation.

Kalit so‘zlar: termoelektr generator, mikromodul, sovutgich ,batareya, termoelement,Zeebek va Pel’t’e samarasi , (доброность – aslililik)

Ключевые слова: термоэлектрический генератор, микромодуль, холодильник, батарея, термоэлемент, эффект Зеебека и Пельтье, (доброность – подлинность).

Key words: thermoelectric generator, micromodule, cooler, battery, thermoelement, Seebeck and Peltier effects, (goodness – authenticity).

KIRISH

O‘zbekistonda amalga oshirib kelinayotgan keng ko‘lamli islohotlarning asosiy maqsadi, inson huquq va manfaatlarini ta‘minlash, xalqimiz uchun munosib turmush sharoitini yaratib berishdan iborat. Bu islohotlar ta‘lim sohasini ham sifat jihatdan yanada yuqori bosqichga ko‘tarishga qaratilgan keng ko‘lamli chora tadbirlarni amalga oshirishni ko‘zda tutadi. Hozirgi vaqtda monokristall yarim o‘tkazgich qatlamlarini o‘stirishda va turli hil yarimo‘tkazgichli qurilmalarni tayyorlashda: Zeebek yoki Pel’t’e termobataryalari uchun, termoelektrik materiallarni olishda monokristal o‘stirish usulidan keng foydalanilmoqda. Bu usul bitta jarayonning o‘zida yarimo‘tkazgichli termoelektrik materiallarni va ko‘p qatlamli tuzilmalar olish imkoniyatini beradi.

Yarimo‘tkazgichli termoelektrik materiallardan yoki moddalardan monokristallarni o‘stirish va olish texnologiyasi usullari hamda qurilmalarni tayyorlash, bu fan-texnikada muhim ahamiyat kasb etuvchi innovatsion texnologiyalarni talab qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR

Horijiy manbalarda nasr qilingan mualliflarning H.Mamur, MA Üstüner, H Korucu, MRA Bhuiyan oshkor etilgan quyidagi tadqiqot ishlarida A review of the performance evaluation of thermoelectric nanostructure materials $\text{Bi}_{2-x}\text{SbxTe}_3$ ($0.20 \leq X \leq 1.80$) Cleaner Chemical Engineering $\text{Bi}_{2-x}\text{SbxTe}_3$ ($0.20 \leq X \leq 1.80$) termoelektrik nanostrukturallarning ishlashini baholashni ko'rib chiqish Cleaner Chemical Engineering. 2023.[1] Bunda an'anaviy materiallar bilan taqqoslaganda, termoelektrik (TE) nanostrukturallarning materiallari ko'proq tijorat ta'siriga ega. Ushbu materiallarning rivojlanishi termoelektrik generatorini (TEG) ishlab chiqish uchun zarur. Zamonaviy TE kontseptsiyasi uchun $\text{Bi}_{2-x}\text{SbxTe}_3$ ($0.20 \leq X \leq 1.80$) nanostrukturallarning moddalar TEG ishlab chiqarish uchun Bi_2Te_3 cheklovlarini minimallashtirishi mumkin. Yaqinda $\text{Bi}_{2-x}\text{SbxTe}_3$ ($0.20 \leq X \leq 1.80$) TEG ishlab chiqarish maqsadlarida foydalanish uchun istiqbolli TE materiali sifatida aniqlandi. Hozir u dastlabki bosqichda va u bor.[1].

Energiyani filtrlash effekti legirlash orqali Sr, Bi_2Te_3 yupqa plyonkaning yuqori termoelektrik quvvat omili A Ashfaq, MM Sabugaa, MB Musa, N Almousa, EA Shokralla, Ry Capangpangan, AC Alguno, MA Hossain, am Alanazi, M Abboud larning-Issiqlik va ommaviy uzatishda xalqaro aloqalar-9.Nashrida 2023.[2].

Ikkinchi ilmiy ishda an'anaviy Bi_2Te_3 yupqa plyonka termoelektrik quvvat omili uchun ishlatilishi mumkin. Biroq, Bi_2Te_3 yupqa plyonkasining past samaradorligi uning keng qo'llanilishini keskin cheklaydi. Ushbu tadqiqotda biz oddiy termal bug'lanish yo'li orqali shisha substrat bilan qoplangan Sr legirlangan, Bi_2Te_3 yupqa plyonkasi haqida xabar berishgan. Sintez qilingan yupqa plyonkalar quvvat pechida 773 daqiqa davomida haroratda (30 K) tavlangan. Rentgen diffraksiyasi ma'lumotlari sof va Sr tekisliklari Bi_2Te_3 yupqa plyonkasini legirlanganligini tasdiqladi va kristall parametrlariga ta'sirini ham o'rgandi. Sof va Sr legirlanganda Bi_2Te_3 yupqa plyonka namunalarning sirt morfologiyasi skanerlovchi elektron mikroskop orqali o'rganilgan. G'ovakilligi bo'lmagan va bir tekis yo'naltirilgan donador sirt morfologiyasi bo'lmagan juda buzilmagan donalar kuzatilgan. Sintezlangan namunalarning don hajmi Bi_2Te_3 matritsasidagi Sr tarkibining ko'payishi bilan kamayadi. Biz Zeebek koeffitsienti va elektr o'tkazuvchanligini oshirish haqida xabar berdik. Ushbu omillar legirlash konsentratsiyasi bilan don hajmi va zichligini boshqarishi bayoni keltirilgan[2].

Uchinchi maqolada [Improve thermoelectric performance of \$\text{Bi}_2\text{Te}_3\$ by incorporation of Mo₂C MXene with N-type conductivity](#) Y Guo, J Du, M Hu, B Wei, T Su, A Zhou Journal of Materials Science: Materials in Electronics 2023. Maqola bayonida quyidagi Bi_2Te_3 ning termoelektrik ishlashini N tipidagi o'tkazuvchanlik bilan Mo₂C MXene qo'shilishi bilan yaxshilangligi haqida mualliflar Y Guo, J Du, M Xu, B Vey, T Su, A Zhou. Materialshunoslik jurnali: elektronkadagi materiallar -2023da ilmiy ish natijalari batafsil yoritilgan. Ya'ni bu maqolada, Bi termoelektrik (TE) ishlashi 2 da 3 Mo, shu jumladan tomonidan yaxshilandi 2 C mxene, qaysi o'rtacha da bajarish bilan yangi ikki o'lovchi material hisoblanadi. Mo 2 C MXene ning te xususiyatlari 5 min uchun 623 K da uchqun plazma sintirlash (SPS) bilan sintirlangan 6 Vt% Al bilan bog'langan ommaviy namunalardan tavsiflandi. Al ning juda zaif TE ishlashi tufayli Mo₂ C MXene/Al kompozitsiyasining ishlashi Mo 2 C MXene ni aks ettiradi. Bu bilan N tipidagi o'tkazgich Seebeck koeffitsienti-9,25 k da 600 K. Bu Mo 2 C MXene quyma namunalarning TE ishlashini tavsiflovchi birinchi hisobot. Keyin Bi 2 Te 3 / Mo 2 C mxene kompozit kukunlari Mo 2 C MXene kuchlari va bi 2 Te 3 ning prekursorlaridan 453 k uchun 24 soat davomida gidrotermal usul bilan tayyorlandi. Mo 2 C MXene bilan birlashtirilgan bi 2 Te 3 ning ommaviy namunalari SPS tomonidan 523 K uchun olingan. 7 min. Kompozitlar N tipidagi o'tkazgichlardir. Elektr o'tkazuvchanligi Mo 2 C MXene tarkibi bilan sezilarli darajada oshdi, issiqlik o'tkazuvchanligi esa biroz kamaydi. 5 vol% Mo 2 C MXene bilan namuna optimal termoelektrik xususiyatlarini ko'rsatdi, va uning ZT qiymati 0.26 da 473 K. da 450 K, bu namunadagi ZT qiymati (~ 0.25) 78.6% Bi 2 Te 3 (~ 0.14) nisbatan yuqori edi. Bu Mo 2 C mxene, ichki TE ishlashi bayon etilgan. [3].

Termoelektrik sovutgich mikromodullar Pel'te effekti bilan ishlaydi (bu termoelektrik effektning umumiy nomi bilan ham yuritiladi). Termoelektrik sovutgich mikromodullar qurilmalarining ikkita tomon ya'ni-issiqlik tomon va sovuq tomonlardan iborat. Agar qurilmadan elektr toki oqib o'tsa, u bir tomondan ikkinchi tomonga issiqlikni olib keladi, shunda bir tomon soviydi, ikkinchisi qiziydi. "Issiq" tomoni issiqlik qabul qiluvchiga biriktirilgan bo'lib, u atrof-muhit haroratida qoladi, sovuq

tomon esa xona haroratidan pastroq bo'ladi. Maxsus yarim o'tkazgich termobataryalarda pastroq harorat uchun bir nechta sovutgichlar birlashtirilishi mumkin, ammo umumiy samaradorlik sezilarli darajada pasayadi.

Ikkita noyob yarim o'tkazgichlardan biri, n-turi va bitta p-turi termoelementlar ishlatiladi, chunki ular har xil elektron zichligiga ega bo'lishi kerak. O'zgaruvchan p – n tipidagi yarimo'tkazgich termoelement termal ravishda bir-biriga parallel ravishda va elektr o'tkazgich sifatida ketma-ket joylashtiriladi. So'ng har tomondan issiqlik o'tkazuvchi plastinka bilan birlashtiriladi, odatda keramika alohida izolyatorga ehtiyojni yo'q qiladi. Ikkala yarimo'tkazgichning bo'sh uchlariga kuchlanish berilganda, yarimo'tkazgichlar tutashgan joyida kontakt qarshiligi paydo bo'lib, harorat farqi hosil bo'ladi. Sovutish plitasi bo'lgan 1-tomon issiqlikni yutadi, keyin uni yarimo'tkazgich qurilmaning 2-issiqlik tomoniga o'tkazadi. Keyinchalik, umumiy birlashmaning sovutish qobiliyati barcha termoelementlarning umumiy kesimiga mutanosib bo'ladi, ular ko'pincha elektr tokini amaliy darajalarga kamaytirish uchun ketma-ket ulanadi. Termoelementning ustunlarning uzunligi uzun ustunlar orasidagi muvozanat bo'lib, ular yon tomonlari o'rtasida ko'proq issiqlik qarshiligiga ega bo'ladi va pastroq haroratga erishishga imkon beradi, lekin ko'proq joul issiqlik ajralishi hosil bo'ladi va 2-tomonlarning ustunlarida elektr samaradorligi oshadi, ammo issiqlik o'tkazuvchanligi issiqdan sovuq tomonga issiqlik o'tishi bilan ko'proq kamayadi. Katta harorat farqlari uchun uzunroq ustunlar alohida, tobora kattaroq modullarni yig'ishdan ancha kam samaraga ega, modullar kattalashadi, chunki har bir qatlam yuqoridagi qatlam tomonidan harakatlanadigan issiqlikni ham, qatlamning chiqindi issiqligini ham chiqarib tashlashi kerak. (1=Diagrammaga qarang)

Termoelektrik materiallarga qo'yiladigan talablar:

- Xona haroratida ishlaydigan o'tkazgichli yarim o'tkazgich materiallar;

- Yuqori elektr o'tkazuvchanligi (ajralayotgan issiqlik hisobiga issiqlik elektr o'tkazuvchanligini kamaytirish uchun);

Issiqlik o'tkazuvchanligi pastroq bo'lgan (issiqlik issiq tomondan sovuq tomonga qaytib o'tkazmaslik uchun) bu odatda og'ir elementlarga aylanadi;

- Katta termoelementlar murakkab tuzilishga ega;

- Yuqori anizotrop yoki yuqori nosimmetrik ionli panjaralar;

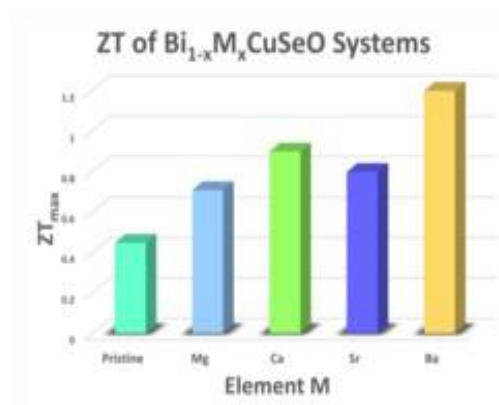
- Murakkab tuzilmalar

Yuqori samaradorlikdagi termoelektrik generator tizimlari uchun mos materiallar quyidagicha: past issiqlik o'tkazuvchanligi va yuqori elektr o'tkazuvchanligi kombinatsiyasiga ega bo'lgan materiallar bo'lishi kerak. Turli xil moddiy kombinatsiyalarning birgalikdagi hosil qilingan qurilmalarning odatdagi samaradorlik (доброность – asillilik, αT) koeffitsienti sifatida va uni A.F. Ioffe kriteriyasi (mezoni) debaytiladi va uni tenglamasi quyida keltirilgan,

$$\alpha T = \frac{\alpha^2 \sigma T}{\chi}$$

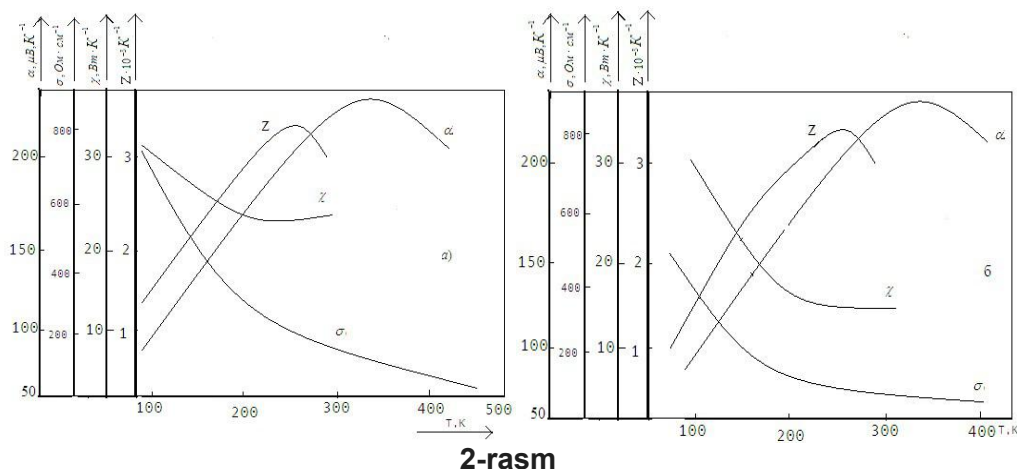
bu yerda α -bu Zeebek koeffitsienti, T-xarorat. α – termo e.yu.k. σ -elektr o'tkazuvchanligi, χ -issiqlik o'tkazuvchanligi.

Termoelektrik sovutish uchun yuqori samarali faol materiallardan vismut telluridi eng ko'p ishlatiladi. Termoelektrik sovutish elementlari izolyatsiya qilingan korpusda bo'lishi va ular bir juft keramika plitalari orasiga joylashtirilgan bo'ladi. Termoelektrik sovutgichlar millivatdan bir necha ming vattgacha bo'lgan issiqlikni olib tashlashni talab qiladigan termobataryalar uchun ishlatiladi. Ular ichimlik sovutgichi singari yoki suvosti kemasi yoki temir yo'l vagonlari kabi katta modullar uchun tayyorlanishi mumkin. TEM (termoelektrik muzlatgich) elementlarining ishlash muddati cheklangan. Ijobiy va salbiy tomonlari: TEM bo'yicha, keyingi tadqiqotlarni rag'batlantiruvchi ko'plab omillar mavjud, ular tarkibidagi chiqindilar miqdori yoq-ekologik toza bo'lib, ya'ni ishlab chiqarishda foydalanish qulayligidir.



FIZIKA-TEXNIKA

Boshlang'ich termoelektrik materiallar sifatida quyidagi eritmalar ishlatilgan: 85% (mol) Sb_2Te_3 + 25% mol Bi_2Te_3 + 4% (butun) Te + p-tipli shoxlar uchun 1% Se va 90% Bi_2Te_3 + 10% (mol) Bi_2Se_3 + n-tipli shoxlar uchun 0,06 (vazn) [4,9]. Ishlab chiqaruvchi [4-10] bo'yicha ushbu materiallarning α , χ , σ , Z va xaroratga xos bog'liqligi 2-rasmda keltirilgan.

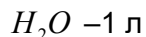
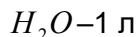
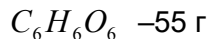
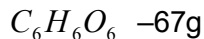


2-rasm

P- tipidagi va n tipidagi namunalar parametrlarining haroratga xos bog'liqligi [9].

Issiqlik quvvatini aniqlashda maksimal nisbiy xatolar 3% dan oshmadi, termo e.y.u.k., solishtirma qarshilik - 3%, issiqlik o'tkazuvchanligi - 7%, sifat koeffitsienti Z esa $T_{maks/stats} - 2\% \cdot max / stationar - 2\%$.

Moddaning olcham uzunligi 30 mm va diametri 8 mm bo'lgan silindrsimon ustunlar edi. Elektr uchqun mashinasida material ustunidan kerakli geometrik o'lchamlarning shoxlari kesilgan. Keyin termoelement shoxchalari quyidagi tarkibdagi moddalar elektropolirovkadan o'tkazildi: [9]. **n-tip uchun** NaOH-83g, **p-tip uchun** KOH-90 g



Oshlamadan so'ng, tayyorlangan vannada ularning shoxlari spirt bilan yuviladi va $Bi_{0,96}Sb_{0,04}$ ($T_{fluyus} = 573 \text{ } ^\circ K$), qotishma bilan qoplanadi, so'ngra $Bi_{0,58}Sb_{0,42}$ ($T = 413 \text{ } ^\circ K$) qotishma qo'llanildi. Termoelement shoxlari uchlarining tekisligiga nikel yupqa qatlam qotishma temir yordamida yopishtirildi. Yupqa qatlam qotishma kavsharlangan shoxlarning kontakt qarshiligi zond usuli yordamida kompensatsiya sxemasidan foydalanilgan holda odatda bu kattaliklar $10^{-5} \text{ } \Omega \cdot \text{cm}^2$) dan oshmadi. [9].

Past haroratli mintaqada (600 $^\circ K$ gacha) ishlaydigan termoelementlar uchun eng yaxshi quyma materiallar hali ham vismut birikmalari (Bi_2Te_3 , Bi_2Se_3 , Bi_2Sb_3) va ularning qattiq eritmalariga asoslangan materiallar hisoblanadi. Ushbu materiallarning maksimal sifat omili (3-:-3,2 $10^{-3} \text{ } K^{-1}$ ga teng.. Biroq, bugungi kunda termoelektrik materiallarga yangi talablar qo'yilmoqda, ular belgilangan qiymatlardan sezilarli darajada oshadi. Zamonaviy talablarga muvofiq xona haroratiga yaqin haroratlarda termoelektrik materialning sifat koeffitsienti $Z \sim 10 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ K^{-1}$ qiymatlariga yetishi kerak. (loffe mezoni $ZT \sim 3$). Z ning bunday katta qiymatlarini olish uchun yangi istiqbolli yarimo'tkazgich birikmalari va qattiq eritmalarini qidirish ishlari olib borilmoqda. Termoelementlarni ommaviy ishlatish uchun sezilarli darajada arzonroq materiallarni topish juda muhimdir.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

1. Shakllangan qatlamlarning o'sish tezligi ham haroratga, ham ishlov berish vaqtiga, shuningdek, tok o'tkazuvchi shinaning metalliga va materialga nisbatan almashtirish uchun tanlangan lehimlarning kimyoviy faolligiga bog'liqligi aniqlandi.

2. Past haroratli hududda (600 $^\circ K$ gacha) ishlaydigan termoelementlar uchun eng yaxshi quyma materiallar hali ham vismut birikmalari (Bi_2Te_3 , Bi_2Se_3 , Bi_2Sb_3) VA ULARNING qattiq eritmalariga asosidagi materiallar hisoblanadi. Ushbu materiallarning maksimal sifat omili (3-:-3,2)

10^{-3} K^{-1} yetadi. Biroq, bugungi kunda belgilangan qiymatlardan sezilarli darajada oshib ketadigan termoelektrik materiallarga yangi talablar qo'yiladi.

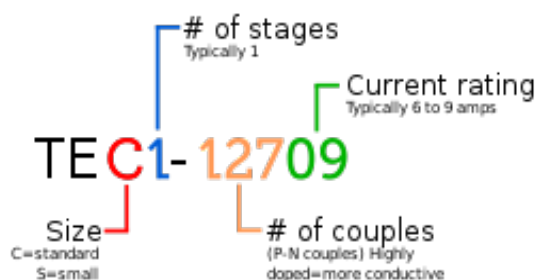
Termoelektrik o'zgartirgichlar-konvertorlar sanoatda ishlab chiqariladi, ammo ularning hali ham past sifat koeffitsienti va samaradorligi, shuningdek, yuqori narxi jiddiy to'siqdir. Shu sababli, zamonaviy talablarga javob beradigan va juda yuqori narxga ega bo'lmagan yangi materiallarni qidirish davom etmoqda.

Masalan: Issiqlik issiq tomondan sovuq tomonga o'tadi issiqlik o'tkazuvchanligi modulning o'zida, harorat farqi oshgani sayin kuchayib boradigan qiymatdir. Natijada, haroratning farqi o'sib borishi bilan samarali ravishda harakatlanadigan issiqlik pasayadi va modul unchalik samarasi kuzatilmaydi. Ajralib chiquvchi issiqlik 2-chi tomon sovuq qismga qarab borgan o'zaro haroratlar farqi yuzaga keladi. Bir bosqichli termoelektrik sovutgich odatda issiq va sovuq tomonlari orasida maksimal $70 \text{ }^\circ\text{C}$ harorat farqini hosil qiladi.

Quyidagi universal 3-diagrammada ko'rinib turganidek, o'lchamlari amperda, bosqichlar soni, juftliklar soni va joriy reytingi bo'yicha: Juda keng tarqalgan Tec1-12706, 40 mm o'lchamdagi va 3-4 mm balandlikdagi kvadrat, bir necha dollarga topilgan va 60 Vt atrofida harakatlanadigan yoki 6 A oqim bilan $60 \text{ }^\circ\text{C}$ harorat farqi hosil qiladigan tarzda sotiladi. Ularning tavsifnomasida elektr qarshilik 1-2 Om ekanligi ko'rsatilgan.

3-Diagramma

Ijobiy va salbiy tomonlari: TEM bo'yicha, keyingi tadqiqotlarni rag'batlantiruvchi ko'plab omillar mavjud, ular tarkibida uglerod chiqindilari miqdori va ishlab chiqarish qulayligi.



XULOSA

1. Adabiyotlarda termoelektrik materiallarning keng doirasini (qattiq eritmalar, qatlamlı tuzilmalar, keramika, metall-oksid birikmalari, klatratlar, perovskitlar, skutteruditlar, super panjaralar, past o'lchamli tizimlar, nanoturbalar va boshqalar) o'rganish bo'yicha ma'lumotlar mavjud. Ro'yxatda keltirilgan materiallar orasida superlattalar, kvant naychalari va quduqlar termoelektr energiyasini aylantirish uchun eng yuqori sifat omiliga ega, ammo bu tuzilmalarni ishlab chiqarish texnologik qiyinchiliklar bilan bog'liq va qimmat baxodir.

2. 1-TEM tizimlarining muhim afzalliklaridan biri harakatlanuvchi qismlari yo'q. Bu mexanik ta'sirlashish etmasligi va mexanik tebranish va issiqlik tufayli eskirishi uning degeredatsiyasi tufayli ishdan chiqish holatlarining kamayishi tizimning ishlash muddatini oshiradi va texnik talablarni pasaytiradi. Amaldagi texnologiyalar nosozliklar orasidagi o'rtacha vaqtni atrof-muhit haroratida 100000 soatdan oshishini ko'rsatadi.

3. 1-TEM tizimlarining joriy boshqarilishi yana bir qator afzalliklarga olib keladi. Issiqlik oqimi qo'llaniladigan doimiy oqim bilan to'g'ridan-to'g'ri mutanosib bo'lganligi sababli, elektr tokining yo'nalishi va miqdorini aniq boshqarish bilan issiqlik qo'shilishi yoki chiqarilishi mumkin. Gazlarni o'z ichiga olgan rezistiv isitish yoki sovutish usullaridan foydalanadigan usullardan farqli o'laroq, TEM issiqlik oqimini (nazorat ostida bo'lgan tizimda ham, tashqarida ham) teng darajada boshqarishga imkon beradi. Issiqlik oqimining aniq ikki tomonlama boshqaruvi tufayli, boshqariladigan tizimlarning harorati darajadagi fraktsiyalargacha aniq bo'lishi mumkin, ko'pincha laboratoriya sharoitida milli Kelvin (mK) aniqligida o'lchanadi. TEM qurilmalari an'anaviy analoglariga qaraganda shakli jihatidan ancha moslashuvchan. Ular odatdagi muzlatgichga qaraganda kamroq joy yoki og'irroq sharoitlarda ishlatilishi mumkin. Ularning geometriyasini moslashtirish qobiliyati juda kichik joylarga aniq sovutishni etkazib berishga imkon beradi. Ushbu omillar ularni ilmiy va muhandislik qo'llanmalarida odatiy tanlovga aylantiradi, talab va talab qilinadigan energiya talablari bilan energiya samaradorligi asosiy muammo emas.

Kamchiliklari: TEM tizimlari bir qator e'tiborga loyiq kamchiliklarga ega. Eng muhimi, odatdagi bug 'siqishni tizimlari bilan taqqoslaganda ularning cheklangan energiya samaradorligi va ular birlik maydonida ishlab chiqarishga qodir bo'lgan umumiy issiqlik oqimidagi (issiqlik oqimi) cheklolardir.

FIZIKA-TEXNIKA

4. Termoelektrik sovtgichlar mikroprotessorlar uchun issiqlik qabul qiluvchilarni ko'paytirish uchun ishlatiladi. Termoelektrik sovtgichlar sanoat ishlab chiqarish ining ko'plab sohalarida qo'llaniladi va ushbu sanoat mahsulotlari bozorga chiqa rilishidan oldin minglab tsikllarni sinab ko'rish sinovini boshdan kechirganligi sababli to'liq ishlash tahlilini talab qiladi.

5. Ba'zi loyihalarda - lazer uskunalari, termoelektrik konditsionerlar yoki sovtgichlar, sanoat elektronika va telekommunikatsiyalar kiradi. Avtomobil, mini muzlatgichlar yoki inkubatorlar, harbiy shkaflar, AT muhiti va boshqalar.

6. Pel't'e elementlari ilmiy qurilmalarda qo'llaniladi. Pel't'e (termoelektrik) ko'rsatkichi atrof-muhit harorati, issiq va sovuq tomoni funktsiyasidir issiqlik almashinuvchisi (kuler) ishlash, termo E.yu.k, Pel't'e moduli geometriyasi va Pel't'i'e elektr parametrlaridir.Ko'chirilishi mumkin bo'lgan issiqlik miqdori oqim va vaqtga mutanosibdir. $Q = Pit$ bu yerda P bu Pel't'e koeffitsienti, t vaqt. Pel't'e koeffitsienti haroratga va sovtgich ishlab chiqarilgan materiallarga bog'liq. Bir amper uchun 10 vatt kattalik keng tarqalgan, ammo bu ikki hodisa bilan qoplanadi:

Om qonuniga binoan , Pel't'e moduli chiqindi issiqligini o'zi ishlab chiqaradi, bu yerda R qarshilik. Q_j –Joul issiqligidir.

$$Q_j = I^2 R t$$

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. H Mamur, MA Üstüner, H Korucu, MRA Bhuiyan (2023). A review of the performance evaluation of thermoelectric nanostructure materials Bi2-xSbxTe3 (0.20≤ X≤ 1.80)Cleaner Chemical Engineering Bi2-xSbxTe3 (0,20≤ X≤ 1,80) termoelektrik nanostrukturallari materiallarning ishlashini baholashni ko'rib chiqish /*Cleaner Chemical Engineering*.
2. A.Ashfaq, MM Sabugaa, MB Musa, N Almousa, EA Shokralla, Ry Capangpangan, AC Alguno, MA Hossain, am Alanazi, M Abboud larning (2023).Energiyani filtrlash effekti legirish orqali Sr, Bi2Te3 yupqa plyonkaning yuqori termoelektrik quvvat omili -*Issiqlik va ommaviy uzatishda xalqaro aloqalar-9*.
3. Y Guo, J Du, M Hu, B Wei, T Su, A Zhou (2023).Improve thermoelectric performance of Bi2Te3 by incorporation of Mo2C MXene with N-type conductivity *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*
4. Е.К. Иорданишвили (1974) "Термоэлектрические источники питания". Кн.М. Изд. Сов. Радио.
5. А.Ф.Иоффе(1960) «Полупроводниковые термоэлементы.» Москва..
6. Е.К.Иорданишвили, В.П.Бабин(1983)«Нестационарные процессы в термоэлек трических и термомагнитовых системах преобразования энергии.» Москва «Наука»
7. V.P.Babin, Ye.K.Iordanishvili, M.B.Nabiyev, X.O.Olimov (1988). J.T.F t 58. Выр. 9 S.1796-1798
8. М.Б.Набиев, К.И.Гайназарова, М.Абдуллаева, Б.Б.Бойназаров(2016.). «Влияние контактного сопротивления в спале термоэлемента на теплоту джоуля при нестационарных процессах охлаждения» Научно–технический журнал, НТЖ ИТЖ. ФерПИ.Том 20,Вып. №4. С.73–79.
9. М.В.Нabiyev, X.O.Olimov, R.Ya.Rasulov, A.A. Kodirov.(1998), IFJ. t.71 №3 S.542–543.
10. М.В.НАБИYEV.(2022.),Yarim O'tkazgichli termoelementlar. Monogrfiya,FDU nashri yoti 120 bet.
11. Набиев,Т.К.Жабборов,И.И.Юлдошова.(2022)ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРИПОЕВ НА ОСНОВЕ ВИСМУТА И СВИНЦА, ДЛЯ ТЕРМОЭЛЕМЕНТОВ- РЕСЕАРЧ АНД ЭДУСАТИОН,
12. МБ Набиев, М.З Худойбердиева, И.С Ходиев (2022)ИЗМЕРЕНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕС КИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЯ ДВУХКАСКАДНОГО ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕС КОГО АГРЕГАТА ПРИ ... - РЕСЕАРЧ АНД ЭДУСАТИОН.