

TERMOELEKTRIK EFFEKT. TERMOELEKTRIK GENERATOR

Jabborov Ibrohim Raxmatilla o'g'li*TDTUOF Elektr texnikasi va elektr mexanikasi**kafedrası assistenti**ibrohimjabborov8@gmail.com***Japporova Shahlo Raxmatilla qizi***TDTUOF Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va**elektr texnologiyalari yo'nalishi talabasi**japporovashahlo@gmail.com*

Annotatsiya: Mazkur maqolada termoelektrik effekt va uning asosida ishlovchi termoelektrik generatorlarning fizik asoslari, ishlash prinsipi, qurilish elementlari hamda qo'llanilish sohalari yoritilgan. Asosiy diqqat Seebeck va Peltier effektlariga qaratilgan bo'lib, ular orqali issiqlik energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantirish imkoniyati izohlangan. Termoelektrik materiallarning elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi, Seebeck koeffitsienti, shuningdek, samaradorlikni belgilovchi ZT ko'rsatkichi tahlil qilingan. Qurilmalarda p- va n-turdagi yarimo'tkazgichlardan foydalanish, ularning modullarda joylashtirilishi, harorat gradyenti asosidagi tok hosil bo'lishi tushuntirilgan. Termoelektrik generatorlarning afzalliklari – harakatsiz qismlari, ishonchliligi, kam texnik xizmat talab qilishi – va ularning qiyin muhitlardagi, masalan, kosmik apparatlar, uzoq masofadagi meteorologik stansiyalar kabi joylardagi qo'llanilishi ko'rsatilgan. Shuningdek, termoelektrik tizimlarni samarali ishlashi uchun zarur bo'lgan muhandislik yondashuvlari va issiqlik almashinuvi muammolari muhokama qilingan.

Kalit so'zlar: Termoelektrik effekt, termoelektrik generator, Seebeck, Peltier, meteorologik, stansiya, issiqlik, kosmik apparatlar.

Аннотация: В данной статье рассматриваются основы термоэлектрического эффекта и принцип действия термоэлектрических генераторов, преобразующих тепловую энергию непосредственно в электрическую. Основное внимание уделяется эффектам Зеебека и Пельтье, лежащим в основе термоэлектрических явлений. Приведены характеристики термоэлектрических материалов, такие как электрическая и теплопроводность, коэффициент Зеебека и показатель эффективности ZT. Описана конструкция термоэлектрических модулей на основе p- и n-типа полупроводников, а также формирование электрического тока за счёт температурного градиента. Подчёркнуты преимущества термоэлектрических генераторов — отсутствие движущихся частей, надёжность, простота обслуживания, что делает их пригодными для использования в условиях с ограниченным доступом, например,

в космических аппаратах, автономных маяках и метеостанциях. Также затронуты инженерные аспекты проектирования термоэлектрических систем, включая теплообмен и минимизацию потерь энергии на границах материалов.

Ключевые слова: Термоэлектрический эффект, термоэлектрический генератор, Зеебек, Пельтье, метеорологический, электростанция, тепло, космический аппарат.

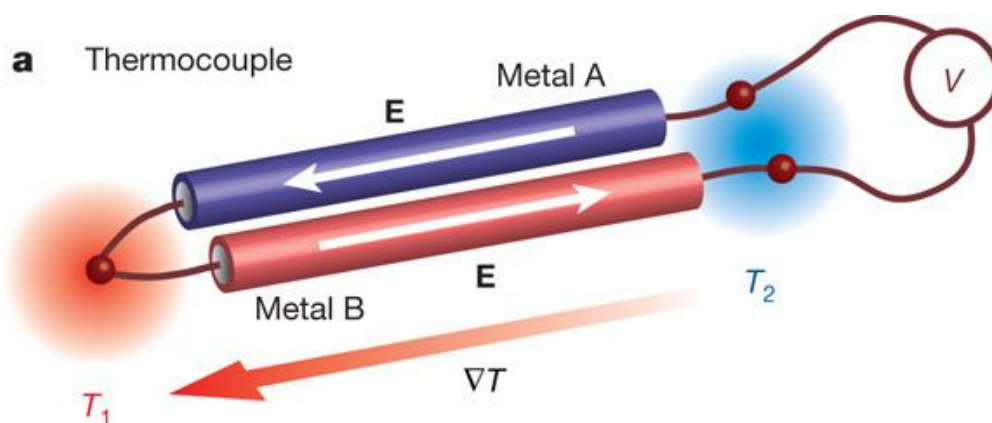
Termoelektrik effekt - bu issiqlikni to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantirishdir. Joule qonuniga binoan, tok o'tkazuvchi Supero'tkazuvchilar o'tkazuvchanlik qarshiligi va u orqali o'tadigan tok kvadratining ko'paytmasiga mutanosib issiqlik hosil qiladi. 1820-yillarda Tomas J. Zebek ushbu qonunni boshqacha talqin qilib sinovdan o'tkazdi. U ikkita bir-biriga o'xshamaydigan metallarni olib keldi, bu erda metallar tegib turadigan birikmalar har xil haroratga ega. U issiqlik farqiga mutanosib ravishda birikmalar o'rtasida kuchlanish paydo bo'lganligini payqadi. Ikki xil metalning tutashgan joyidagi harorat farqi tufayli hosil bo'lgan tok deb nomlanadi **Seebeck ta'siri**. Sebeck effekti o'lchovli kuchlanish va oqim hosil qiladi. Termoelektr generatori tomonidan hosil qilingan oqim zichligini quyidagi tenglama bilan hisoblash mumkin.

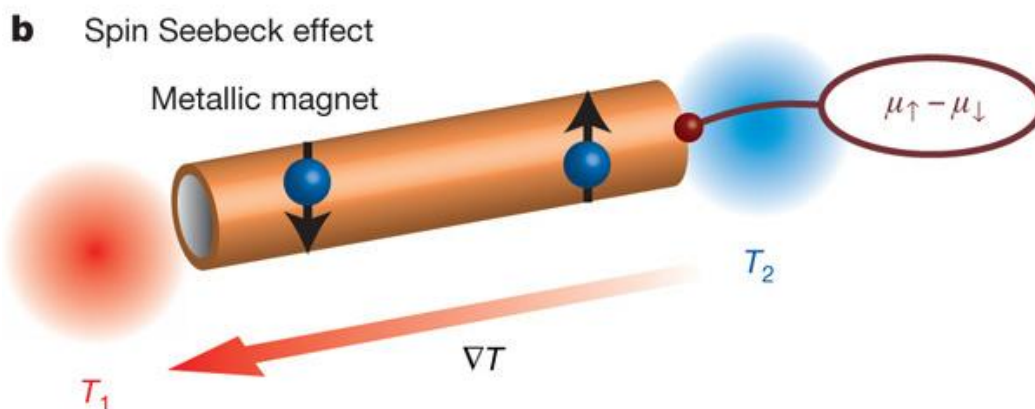
$$E_{emf} = -S \cdot \Delta T$$

$$J = \sigma(-\nabla V + E_{emf})$$

Elektromotor maydonning intensivligini Seebeck koeffitsienti yordamida hisoblash mumkin, bu har bir foydalanilayotgan material uchun o'ziga xosdir, delta T esa harorat gradyenti. Termoelektr ta'sirini tavsiflashga yordam beradigan yana bir ta'sir bu **Peltier effekti**.

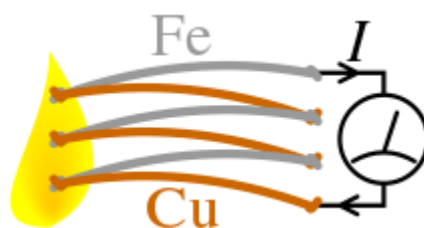
Peltier effekti o'tkazuvchan materiallar ulanishda issiqlik tarqalishini yoki yutilishini tavsiflashga yordam beradi. Oqim oqimining yo'nalishiga qarab, issiqlik tarqaladi yoki materialning shu nuqtasi tomonidan so'riladi.





1821 yilda, Tomas Johann Seebeck ikki xil o'tkazgich o'rtasida hosil bo'lgan termal gradiyent elektr energiyasini ishlab chiqarishi mumkinligini qayta kashf etdi. Termoelektrik ta'sirning markazida a harorat gradyenti o'tkazuvchi materialda issiqlik oqimi paydo bo'ladi; bu zaryad tashuvchilarning tarqalishiga olib keladi. Issiq va sovuq mintaqalar orasidagi zaryad tashuvchilar oqimi o'z navbatida voltaj farqini keltirib chiqaradi. 1834 yilda, Jan Charlz Afanaz Peltier teskari ta'sirni aniqladiki, ikkita bir-biriga o'xshamaydigan o'tkazgichlarning tutashgan joyidan elektr tokining oqishi, oqim yo'nalishiga qarab, uni isitgich yoki sovutuvchi vazifasini bajarishiga olib kelishi mumkin.

Qurilish



Seebeck ta'siri a termopil temir va mis simlardan yasalgan

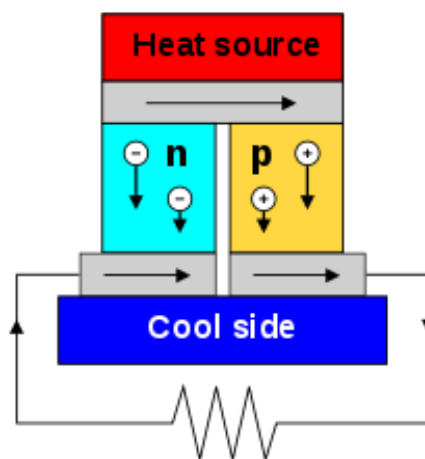
Termoelektr energiyasini ishlab chiqaruvchilar uchta asosiy tarkibiy qismlardan iborat: termoelektrik materiallar, termoelektrik modullar va issiqlik manbai bilan birlashadigan termoelektrik tizimlar.

Termoelektrik materiallar harorat farqlarini elektr kuchlanishiga aylantirish orqali to'g'ridan-to'g'ri issiqlikdan quvvat hosil qiladi. Ushbu materiallar ikkalasi ham yuqori bo'lishi kerak elektr o'tkazuvchanligi (σ) va past issiqlik o'tkazuvchanligi (κ) yaxshi termoelektrik materiallar bo'lishi. Issiqlik o'tkazuvchanligining pastligi, bir tomoni qizdirilganda, boshqa tomoni sovuq bo'lib qoladi, bu esa harorat gradyanida katta kuchlanish hosil bo'lishiga yordam beradi. Elektronlar oqimining kattaligi ushbu material bo'ylab harorat farqiga javoban Seebeck koeffitsienti (S). Berilgan materialning termoelektr quvvatini ishlab chiqarish samaradorligi uning "xizmatining ko'rsatkichi"

$$ZT = S^2 \sigma T / \kappa.$$

Ko'p yillar davomida asosiy uchta yarim o'tkazgichlar past issiqlik o'tkazuvchanligi va yuqori quvvat omiliga ega ekanligi ma'lum bo'lgan vismut tellurid (Bi.)₂Te₃, qo'rg'oshin tellurid (PbTe) va kremniy germaniy (SiGe). Ushbu materiallarning ba'zilari biroz qimmatga tushadigan noyob elementlarga ega va bu ularni qimmatga tushiradi.

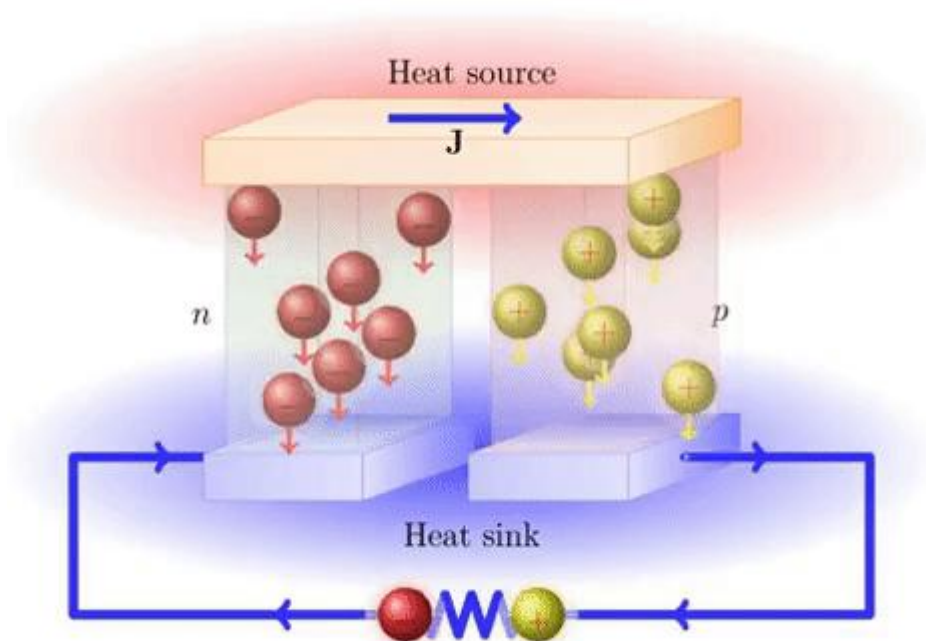
Bugungi kunda yarimo'tkazgichlarning issiqlik o'tkazuvchanligi ularning yuqori elektr xususiyatlariga ta'sir qilmasdan tushirilishi mumkin nanotexnologiya. Bunga quyma yarimo'tkazgichli materiallarda zarralar, simlar yoki interfeyslar kabi nanokkala xususiyatlarni yaratish orqali erishish mumkin. Biroq, ishlab chiqarish jarayonlari nano-materiallar hali ham qiyin.



Turli Seebeck koeffitsienti materiallaridan (p-doped va n-doped yarim o'tkazgichlar) tashkil topgan, termoelektr generatori sifatida sozlangan termoelektr zanjiri.

Termoelektr generator - issiqlik energiyani bevosita elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilma; tok manbai. Termoelektr generatorlari - bu p-tip (musbat zaryadning yuqori konsentratsiyasi) va n-tip (salbiy zaryadning yuqori konsentratsiyasini o'z ichiga olgan) elementlari deb nomlanadigan ikkita birlashma qismidan tashkil topgan qattiq holatdagi issiqlik dvigatellari. P-tipdagi elementlar musbat Zebek koeffitsientini beradigan juda ko'p musbat zaryad yoki teshiklarga ega bo'ladigan tarzda doping qilinadi. N-tipli elementlar tarkibida salbiy zaryadning yuqori konsentratsiyasi yoki elektronlarning salbiy Seebeck koeffitsientini beradigan elektronlar mavjud. Ishi termoelektr hodisalardan biri — Zeyebek effektita asoslangan. Asosiy qismlari: termobatareya (yari mo'tkazgichli termoelementlar majmui), issiklik almashinish qurilmalari. Temperaturalar farqi hisobiga termobatareyada elektr yurituvchi kuch (EYuK) paydo bo'ladi. Issiqlik manabiga ko'ra, Termoelektr generatorning izotop quyosh, gaz va boshqa turlari bo'ladi. Uning an'anaviy elektr mashinalardan afzalligi shundaki, unda harakatlanuvchi qismlar bo'lmaydi, ishonchli, unga texnik xizmat ko'rsatish oson. Foydali ish koeffitsiyenti (FIK) pastligi, qimmat turishi termoelektr generatorning kamchiligi hisoblanadi. Termoelektr generator

uzoqroq yerlarda joylashgan iste'molchilar — avtonom mayoqlar, meteorologiya stansiyalari, kosmik apparatlar, turli ilmiy ekspeditsiyalar va boshqalarda ishlatiladi.



Termoelektrik afzalliklari: Termoelektr generatorlari yoqilg'i yoki sovutish uchun hech qanday suyuqlik talab qilmaydigan qattiq holatdagi qurilmalar bo'lib, ularni yo'naltirilmaslikka qarab, tortishish darajasi nolga yoki chuqur dengizda ishlatishga imkon beradi. Qattiq jismlarning dizayni qattiq muhitda ishlashga imkon beradi. Termoelektr generatorlarida harakatlanadigan qismlar mavjud emas, ular uzoq vaqt davomida parvarishlashni talab qilmaydigan ishonchli qurilmani ishlab chiqaradi. Chidamlilik va atrof-muhit barqarorligi termoelektrlarni boshqa dasturlar qatorida NASA ning chuqur kosmik tadqiqotchilari uchun sevimli qildi.[7] Bunday ixtisoslashtirilgan dasturlardan tashqaridagi termoelektr generatorlarining asosiy afzalliklaridan biri shundaki, ular chiqindilarni issiqligidan foydalanib quvvat olish orqali samaradorlikni oshirish va atrof muhitga ta'sirni kamaytirish uchun mavjud texnologiyalarga qo'shilishi mumkin.

Termoelektrik modul - bu issiqlikdan to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasini ishlab chiqaradigan termoelektrik materiallarni o'z ichiga olgan sxema. Termoelektrik modul uchida birlashtirilgan ikkita o'xshash bo'lmagan termoelektrik materiallardan iborat: n-tip (manfiy zaryad tashuvchilar bilan) va p-tip (musbat zaryad tashuvchilar bilan) yarimo'tkazgich. To'g'ridan-to'g'ri elektr oqimi materiallarning uchlari orasidagi harorat farqi bo'lganda elektronda oqadi. Odatda, oqim kattaligi harorat farqi bilan to'g'ridan-to'g'ri proporsionaldir:

$$J = -\sigma \nabla T$$

Qayerda σ mahalliy hisoblanadi o'tkazuvchanlik, S - Seebeck koeffitsienti (shuningdek, termoelement deb ham ataladi), mahalliy materialning xususiyati va ∇T harorat gradiyenti hisoblanadi.

Amalda elektr energiyasini ishlab chiqarishda termoelektrik modullar juda qattiq mexanik va issiqlik sharoitida ishlaydi. Ular juda yuqori haroratli gradientda ishlagani uchun, modullar uzoq vaqt davomida katta termik induksiya va kuchlanishlarga duch keladi. Ular shuningdek mexanik ta'sirga ega charchoq ko'p miqdordagi termal tsikllardan kelib chiqadi.

Shunday qilib, kavşaklar va materiallar tanlanishi kerak, shunda ular ushbu qattiq mexanik va issiqlik sharoitlarida omon qolishlari kerak. Shuningdek, modul shunday tuzilishi kerakki, ikkita termoelektrik materiallar termal ravishda parallel, lekin elektr sifatida ketma-ket bo'ladi. Termoelektrik modulning samaradorligiga uning dizayni geometriyasi katta ta'sir ko'rsatadi.

Termoelektrik modullardan foydalanib, termoelektrik tizim issiq egzoz trubkasi kabi manbadan issiqlik olish orqali quvvat hosil qiladi. Ishlash uchun tizim katta harorat gradiyentiga muhtoj, bu esa real sharoitda oson emas. Sovuq tomoni havo yoki suv bilan sovutilishi kerak. Issiqlik almashinuvchilari ushbu isitish va sovutishni ta'minlash uchun modullarning ikkala tomonida ham ishlatiladi.

Yuqori haroratlarda ishlaydigan ishonchli termoelektrik generator tizimini loyihalashda ko'plab muammolar mavjud. Tizimda yuqori samaradorlikka erishish modullar orqali issiqlik oqimi o'rtasidagi muvozanatni ta'minlash va ular bo'ylab harorat gradiyentini maksimal darajada oshirish uchun keng muhandislik dizaynini talab qiladi. Buning uchun tizimda issiqlik almashinuvchi texnologiyalarni loyihalashtirish termoelektrik generator muhandisligining muhim jihatlardan biridir. Bundan tashqari, tizim bir necha joylarda materiallar orasidagi interfeyslar tufayli issiqlik yo'qotishlarini minimallashtirishni talab qiladi. Yana bir qiyin cheklov - isitish va sovutish manbalari o'rtasida katta bosim tushishining oldini olish.

Agar AC quvvat talab qilinadi (masalan, o'zgaruvchan tok tarmog'idan ishlashga mo'ljallangan uskunani quvvatlantirish uchun) Doimiy quvvat TE modullaridan inverter orqali o'tish kerak, bu samaradorlikni pasaytiradi va tizimning narxini va murakkabligini oshiradi.

Xulosa

Termoelektrik effekt va uning asosida yaratilgan termoelektrik generatorlar bugungi kunda alternativ energiya manbai sifatida katta ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu qurilmalar issiqlik energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantirish imkonini berib, harakatsiz qismlar va yuqori ishonchlilik kabi afzalliklari bilan ajralib turadi. Seebeck va Peltier effektlariga asoslangan termoelektrik tizimlar uzoq muddatli va parvarishsiz ishlash imkoniyatini beradi, bu esa ularni kosmik apparatlar, meteorologik stansiyalar, avtonom tizimlar kabi murakkab va qiyin sharoitlarda

qo'llashga imkon yaratadi. Shunga qaramay, bu texnologiyaning ayrim kamchiliklari – past foydali ish ko'effitsiyenti va yuqori ishlab chiqarish xarajatlari – uni keng ommalashtirishda to'siq bo'lishi mumkin. Kelajakda nanotexnologiyalar asosida yaratiladigan yangi materiallar ushbu muammolarni hal qilish va termoelektrik tizimlarning samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar:

1. Jabborov, I. R. "KICHIK QUVVATLI MIKRO GESNING O'ZBEKISTON ENERGETIKASIDA TUTGAN O'RNI VA ULARNING RIVOJLANISH BOSQICHLARI." Research Focus 2.5 (2023): 41-47.
2. Ergashovich, Yuldoshov Husniddin, Abdumutalov Abrorbek Abdujabbor O'G'Li, and O'G. Qo'Shboyev Azimjon Nizomiddin. "Siqilgan havo sovutish sifatini kompressor qurilmasining samaradorligiga ta'sirini o'rganish." Ta'lim fidoyilari 21.6 (2022): 25-28.
3. Муминов, Махмуджон Умурзакович, and Абдурахмон Юлдашевич Сотиболдиев. "Разработка бесщёточного мини гидро-солнечного синхронного генератора." Universum: технические науки 1-3 (94) (2022): 43-45.
4. Муминов, Махмуджон Умурзакович, Шахобиддин Хайрулло Угли Хусанов, and Туракул Кучкарович Арсланов. "Выбор электропривода вентилятора главного проветривания для рудной шахты." Universum: технические науки 6-6 (99) (2022): 18-21.
5. Муминов, Вахобиддин Усан Угли, Хусанов Шахобиддин Хайрулло Угли, and Ирода Аблахат Кизи Усманилиева. "Аккумуляция солнечной энергии в виде водородной энергии." Universum: технические науки 6-6 (99) (2022): 14-17.
6. Yuldashevich, Abduraxmon Sotiboldiyev. "MIKROGIDROELEKTROSTANSIYA DETALLARI UCHUN MATERIALLAR TANLASH." Journal of new century innovations 43, no. 2 (2023): 42-46.