

Abdurahmonov Gulmurza

O'zbekiston Milliy Universiteti professori

Yo'lchiyeva Farog'at

O'zbekiston Milliy Universiteti tayanch doktoranti

E-mail: raybabyy2021@gmail.com

OKSID PEROVSKITLARNING TERMoeLEKTRIK XOSSALARI

Annotatsiya. Barqaror va toza energiya manbalariga bo'lgan ehtiyoj ortib borayotgani sababli, termoelektr materiallar energiya yig'ish va chiqindi issiqlikni elektrga aylantirish bo'yicha istiqbolli yechim sifatida ko'rilmogda. Oksid perovskitlar esa bu materiallar uchun eng munosib nomzoddir.

Kalit so'zlar. Termoelektr, oksid perovskit, issiqlik o'tkazuvchanligi.

Абдурахмонов Гулмурза

Профессор Национального университета Узбекистана

Юлчиева Фарогат

Аспирант Национального университета Узбекистана

E-mail: raybabyy2021@gmail.com

ТЕРМОЭЛИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИДНЫХ ПЕРОВСКИТОВ

Аннотация. В связи с растущим спросом на возобновляемые и чистые источники энергии, термоэлектрические материалы рассматриваются как перспективное решение для сбора энергии и преобразования отходящего тепла в электричество. Наиболее подходящими кандидатами на роль таких материалов являются оксидные перовскиты.

Ключевые слова. Термоэлектричество, оксидный перовскит, Теплопроводность.

Abdurakhmonov Gulmurza

Professor, National University of Uzbekistan

Yulchiyeva Farogat

PhD student, National University of Uzbekistan

E-mail: raybaby2021@gmail.com

THERMOELECTR PROPERTIES OF OXIDE PEROVSKITES

Abstract. Due to the increasing demand for sustainable and clean energy sources, thermoelectric materials are seen as a promising solution for energy harvesting and waste heat conversion into electricity. Oxide perovskites are the most suitable candidates for these materials.

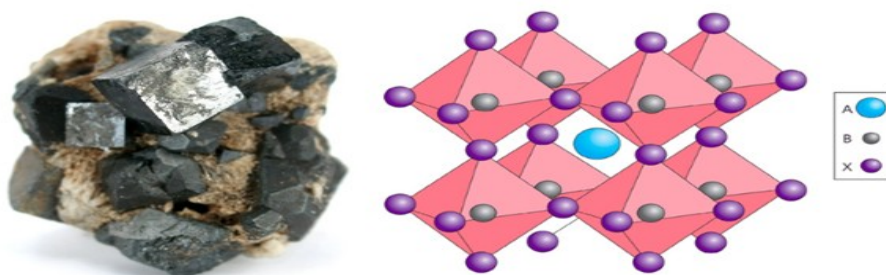
Keywords. Thermoelectric, oxide perovskite, thermal conductivity.

Kirish. Yaqin 20 yil ichida butun dunyo bo'yicha energiyaga bo'lgan talab 50% ga oshishi taxmin qilinmoqda [1]. Ammo shu bilan birga, yoqilg'i (neft, gaz, ko'mir) zaxiralari tez sur'atda kamayib bormoqda. Unga ko'ra, 50 yildan keyin faqat ko'mir yoqilg'i manbasi sifatida qisman mavjud bo'lishi mumkin [2]. Bundan tashqari, uglevodorodlarni yoqish atrof-muhitga katta zarar yetkazadi — ichki yonuv dvigatellari ixtiro qilingandan beri CO₂ chiqindilari juda tez ortib bormoqda, bu esa iqlimining o'zgarishiga sabab bo'lmoqda. Shu sababli, toza, qayta tiklanuvchi va uzoq muddatli energiya manbalarini izlash zarur. Yangi energiya manbasi yoki qurilma ekologik toza bo'lishi, CO₂ chiqindilari juda kam yoki butunlay bo'lmasligi talab etiladi [3]. Oksidli termoelektrik materiallar yuqori harorat va oksidlanishga chidamlilik, zaharli yoki uchuvchi elementlarning yo'qligi **va past narxi** bilan **sanoatda tashlandiq** issiqlikni qayta ishlash va avtomobil egzozlarini utilizatsiya qilish kabi sohalarda keng qo'llash istiqbollari ega [4]. Shunday materiallardan biri – oksid perovskitlar va ularning hosilalari (qo'shaloq, uch karra va hokazo). Tashlandiq issiqlikni elektr energiyasi aylantiruvchi qurilma termoelektr generator (TEG) bo'lib, ular hech qanday

yoqilg'i sarflamaydi, faqat tashlandiq issiqlikni elektr energiyasiga generatsiyalab beradi.

Materiallar va usullar

Perovskit — bu sariq, jigarrang yoki qora rangdagi mineral bo'lib, uning kimyoviy formulasi ABO_3 shaklidadir.

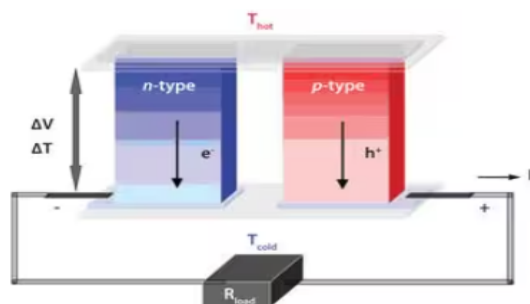


1-rasm.Perovskit tuzilishi.

Oksid perovskitlar yuqori ish haroratida barqarorlikni ta'minlaydi (avtomobilning chiqindi chiqindilarining issiqlik qayta tiklanishi odatdagi ish harorati 350-700 K va sanoat o'choqlari chiqindisi 700-1100 K haroratda) shuningdek, yuqori tabiiy ko'plik va tarkibiy elementlarning toksikligi past, bu esa hozirgi vaqtda ishlatiladigan barcha intermetallar bilan solishtirganda ancha past xarajatlarga olib keladi. TEG larda qo'llash uchun perovskitlarning termoelektrik xossasi asosiy rol o'ynaydi. TE (termoelektrik) effekti material ichida harorat gradienti tufayli elektron tashuvchilar (elektron yoki teshiklar) harakati natijasida yuzaga keladi. Uni elektron (yoki teshik) tomonidan material bo'ylab tashiladigan entropiya sifatida tasvirlash mumkin [5].

Termoelektr generator (2-rasm) o'zaro navbatma-navbat joylashgan n- va p-turdagi o'tkazuvchi elementlar (oyoqlar) ketma-ket ulanib, elektr maydonga nisbatan ketma-ket, issiqlik gradyentiga esa parallel tarzda joylashtirilgan tuzilmani tashkil etadi. Issiqlik gradienti ta'sirida yuzaga keladigan Zeebek effekti natijasida har bir oyoqning sovuq tomonida zaryad tashuvchilarning ko'pchiligi

to‘planadi, natijada elektr jihatdan ulanib turgan elementlar bo‘ylab umumiy kuchlanish hosil bo‘ladi.



2-rasm. Termoelektr generator ichki sxemasi

Yaxshi termoelektr materiallari yuqori Zeebek koeffitsienti (S) , past issiqlik o‘tkazuvchanlik (k) va yuqori elektr o‘tkazuvchanlik (σ) qiymatlariga ega bo‘lishi kerak. Bu xususiyatlar odatda o‘lchamsiz sifat ko‘rsatkichi orqali ifodalanadi:

$$ZT = \frac{S^2 \sigma}{k} T$$

ZT ni oshirishning 2 ta usuli bor:

1. S , σ va k ni mos ravishda sozlash
2. Material strukturasini o‘zgartirish.

Lekin bu koeffitsiyentlar bir-biriga o‘zaro bog‘liq bo‘lgani bois, ularni boshqarishda qiyinchilik yuzaga keladi.

Maqolada oksid perovskitlarning termoelektrik xossalari muhokama qilinadi. Ularning issiqlik o‘tkazuvchanligi va sintez usullari haqida ma’lumotlar keltiriladi. Bugungi kungacha oksid perovskitlarni termoelektrik material sifatida qo‘llash bo‘yicha issiqlik o‘tkazuvchanligini kamaytirish usullariga doir olib borilgan ishlar tadbiq etiladi.

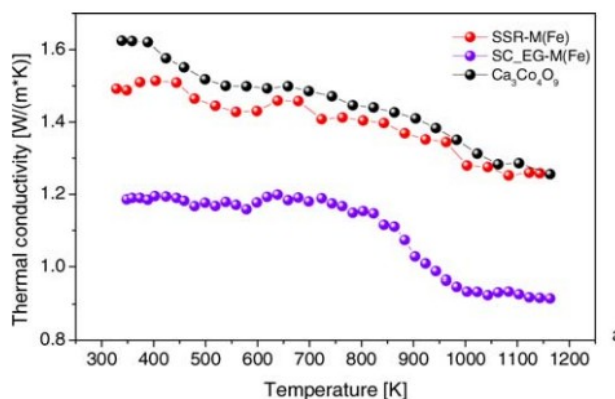
Natijalar va ularning taxlili

Perovskitlar juda barqaror kristall tuzilishga, ko‘plab birikmalar hosil qilish imkoniyatiga va fizik-kimyoviy xossalarning katta xilma-xilligiga ega bo‘lib, bu

ularni turli amaliy sohalarda qo'llash uchun juda mos qiladi. Perovskitlarning eng muhim jihatlaridan biri — bu A va B pozitsiyalardagi kationlarni qisman almashtirish orqali ko'p komponentli tizimlar sintez qilish imkoniyatidir. Bu imkoniyat natijasida turli va sozlanadigan xossalarga ega bo'lgan murakkab materiallar hosil qilinadi. Oksid perovskitlarni TEGlarda samarali ishlashini ta'minlash uchun ularning termoelektrik ko'rsatkichlarini baholash muhim sanaladi. Termoelektrik qurilmalarda issiqlik o'tkazuvchanlik qanchalik past bo'lsa, samaradorlik (ZT) shunchalik yuqori bo'ladi. Shu sababli, ko'plab tadqiqotlarda fonon sochilishini kuchaytirish yoki nanostrukturalar yaratish orqali issiqlik o'tkazuvchanlikni kamaytirishga harakat qilinadi.

Maqolada oksid perovskitlarning issiqlik o'tkazuvchanligini kamaytirish va boshqarish strategiyalari haqida so'z yuritiladi. SrZrO_3 , BaZrO_3 kabi oddiy perovskitlar tabiatan past issiqlik o'tkazuvchanlikka ega, chunki ularning kristall panjarasi qattiq. SrZrO_3 ning B-pozitsiyasiga Yb_2O_3 (iterbiy oksidi) bilan 200-1200° C oralig'ida doplanganda issiqlik o'tkazuvchanlik 20 % ga kamaygan[6].

Tadqiqotchilar har xil zarralar o'lchamiga ega polikristall kukun namunalarini tayyorlab, donalar hajmining issiqlik va elektr transportiga ta'sirini o'rganganlar. Ya'ni ular donacha hajmi o'zgarganda: fonon harakati, issiqlik o'tkazuvchanlik va termoelektrik samaradorlik (ZT) qanday o'zgarishini tahlil qilishgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, donalar chegarasining ko'payishi bu materiallarda elektr o'tkazuvchanlikka sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi, ammo issiqlik o'tkazuvchanlikni ancha pasaytiradi (3-rasm)[7].



3-rasm. Issiqlik o'tkazuvchanligini haroratga bog'lanishi.

Yuqori entropiyali $(\text{Ca}_{0.25}\text{Sr}_{0.25}\text{Ba}_{0.25}\text{Re}_{0.25})\text{TiO}_3$ ($\text{Re} = \text{La}, \text{Ce}$) perovskit oksidlari sintez qilinib, ularning tuzilmasida qisqa masofali tartibsizliklar va ko'p masshtabli nuqsonlar aniqlangan. Ushbu nuqsonlar fonon sochilishini kuchaytirib, issiqlik o'tkazuvchanlikni sezilarli kamaytirgan ($\kappa_1 = 2,26 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$). Natijada, 1073 K da $ZT = 0,18$ ga teng termoelektrik samaradorlikka erishilgan, bu esa yuqori entropiyali perovskit oksidlar termoelektrik material sifatida istiqbolli ekanini ko'rsatadi [8]. Termoelektrik materiallarni TEGlarda qo'llash samaradorligini oshirishda ularning issiqlik o'tkazuvchanligini kamaytirish samarali usullardan biridir.

Xulosa

So'nggi 15 yil davomida issiqlikni elektr energiyasiga aylantiruvchi termoelektr texnologiyalar an'anaviy elektr energiyasi ishlab chiqarish usullarining energiya samaradorligini oshirish yo'llaridan biri sifatida katta e'tibor qozondi.

Perovskit oksid materiallari va ularning hosilalari o'zining moslashuvchanligi tufayli yangi termoelektr materiallarni izlash va optimallashtirish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Issiqlik o'tkazuvchanligi past va Seebek koeffitsiyenti yuqori bo'lgan materiallarni izlash natijasida yuqori termoelektr samaradorlikka ZT erishish bugungi kundagi dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Kelgusida termoelektr materiallarning issiqlik o'tkazuvchanligini kamaytirishning yangi usullarini va yuqorida keltirilgan usullarni turli perovskit namunalarida qo'llash orqali ularning termoelektr samaradorligini oshirishni reja qilganmiz.

Adabiyotlar

1. P. Sadorsky, Renewable energy consumption, CO2 emissions and oil prices in the G7 countries, Energy Economics, **31**, 3, 456 – 462, 2009.

2. S. Shafiee and E. Topal, When will fossil fuel reserves be diminished? Energy Policy, **379** (1) 181–189, 2009.
3. F. J. DiSalvo, “Thermoelectric Cooling and Power Generation,” Science, **285,5428**, 703–706, 1999.
4. Zhan Bin, Lan Jin-Le, LIU Yao-Chun, Ding Jing-Xuan, Lin Yuan-Hua, Nan Ce-Wen. Research Progress of Oxides Thermoelectric Materials J. Inorganic Materials, 29(3): 237-244, 2014.
5. C. Kittel, Introduction to Solid State Physics. Wiley, 8 ed., Nov. 2004.
6. W. Ma , M.O. Jarligo , D. Pitzer , J. Malzbender , R. Va ß en , D. Stöver , J. Therm. Spray Technol. 17 (5–6), 831 2008.
7. A. Weidenkaff, R. Robert, M. H. Aguirre. Nanostructured thermoelectric oxides with low thermal conductivity **Phys. Stat. Sol.** **1, 6**, 247–249 2007.
8. Ping Zhang, Lingyun Gong, Reduced lattice thermal conductivity of perovskite-type high entropy(Ca_{0.25}Sr_{0.25}Ba_{0.25}RE_{0.25})TiO₃ ceramics by phonon engineering for thermoelectric applications Journal of Alloys and Compounds **898**, 25 March 2022.