Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

CDTE FOTOELEMENTINING SAMARADORLIGIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR (OPTIK, ELEKTR, ISSIQLIK YO'QOTISHLAR).

Xusanov Sardor Alimardon o'g'li
Andijon davlat texnika instituti
Qurilish muhandisligi va elektroenergetika fakulteti
"Muqobil energiya manbalari" (turlari boyicha)
yo'nalishi 4- kurs talabasi

Atajonov Muhiddin
Ilmiy rahbar: Muqobil energiya manbalari kafedrasi dotsenti
Doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.20182759

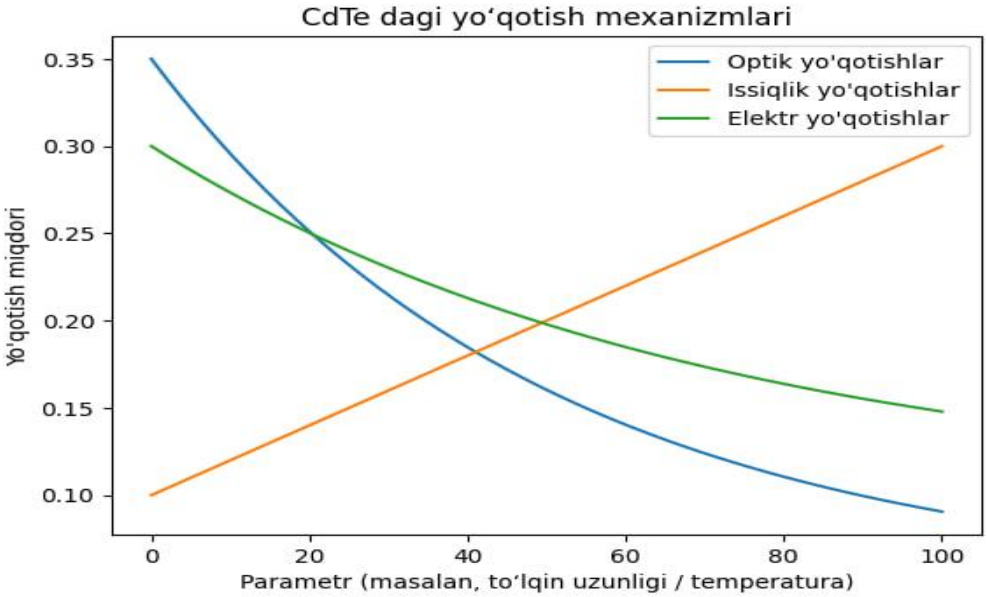
Annotatsiya: Ushbu maqolada fotoelementlarning samaradorligiga tashqi muhit omillarining ta'siri tahlil qilinadi. Quyosh nurlanishi intensivligi, issiqlik, optik, elektr yo'qotishlar va ularga qanday chora ko'rish kerakligi, samaradorligini oshirish tahlil qilinadi. Shuningdek, batareyalarga ta'sir etuvchi omillarni kamaytirish va ularning oldini olib samaradorlikni saqlab qolish uchun yechimlar taklif etiladi. Tadqiqot natijalari quyosh energiyasidan samarali foydalanish hamda energiya tejamkor samaradorlikni oshirish uchun loyihalar muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so'zlar: fotoelement, samaradorlik, quyosh batareyasi, issiqlik yo'qotish, elektr yo'qotish, optik yo'qotish, , energiya tejamkorlik.

Kirish

Fotoelement— o'ziga tushayotgan yorug'likni yutib, elektr toki yoki foto elektr yurituvchi kuch hosil qiluvchi elektr asbob. Soddaroq qilib aytganda quyoshdan kelayotgan yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradigan qurilma. Ushbu jarayon tashqi fotoeffekt hodisasiga asoslangan. Fotoelementlarning asosi yarimo'tkazgichlar hisoblanadi. Yarimo'tkazgichlarda uchta qatlam (zona) mavjud bo'ladi. Bular valent, taqiqlangan va o'tkazuvchanlik zonalari hisoblanadi. Quyoshdan kelayotgan foton o'z yorug'lik energiyasini (hv) valent zonasida joylashgan bog'langan elektronlarga beradi. Bog'langan elektronlar energiya olganidan so'ng , bog' uzilib erkin elektronga aylanishadi. Olgan energiyasi taqiqlangan zonani kesib o'tishiga yetsa, o'tkazuvchanlik zonasiga o'tadi va elektr tokini hosil qilib tashishda ishtirok etadi. Quyoshdan elektr energiya olishda asosan kremniy yarimo'tkazgichidan foydalaniladi. Kadmiy tellurid fotoelementlari — bu quyosh energiyasini elektrga aylantiruvchi yupqa qatlamli texnologiya hisoblanadi. Bugungi kunda u kremniyli panellardan keyin bozorda ikkinchi o'rinda turadi. CdTe quyosh panellari juda yupqa bo'lib, kremniy panellarga qaraganda 10-100 marta kamroq yarimo'tkazgich material sarflaydi. Ular odatda shisha qatlamlari orasiga joylashtiriladi. Ishlab chiqarish jarayoni osonroq va kamroq energiya talab qiladi. Havo harorati ko'tarilganda, odatiy kremniy panellariga qaraganda samaradorligini yaxshiroq saqlab qoladi. O'zbekiston kabi issiq hududlar uchun juda mos. Kremniyga qaraganda kadmiy tellurid bulutli ob-havoda yoki tongda, kechqurun yorug'likni yaxshi o'zlashtiradi. Kadmiy zaharli metall hisoblanadi. Shuning uchun bu panellarni yaroqsiz holga

kelganda maxsus utilizatsiya qilish shart. Tellur tabiatda kam uchraydigan element, bu esa kelajakda ishlab chiqarish hajmini cheklashi mumkin. Kadmiy telluridning samaradorligi hozigi kunda laboratoriya sharoitida 22% dan yuqori, sanoatda esa o‘rtacha 17-19% atrofida samaradorlik ko‘rsatmoqda. Ushbu yarimo’tkazgichli panellar asosan yirik quyosh elektr stansiyalarida qo‘llaniladi, chunki u katta maydonlarda iqtisodiy jihatdan juda foydali. Kadmiy telluridning samaradorligiga ta’sir etadigan bir nechta omillar mavjud . Bular optik, issiqlik va elektr yo’qotishlardir. Optik yo’qotish bu yorug‘lik fotoelementga yetib kelmasdan yoki yutilmasdan yo‘qolishi bilan bog‘liq bo’lgan holat hisoblanadi. Quyosh panellaring sirt qismi shaffoff oyna bilan qoplangan bo’ladi. Nurni fotoelementga hech qanday to’siqlarsiz o’tkazish imkoniyatini yaratadi. Ammo oyna nurni akslantiradi. Quyosh paneliga tushayotgan quyosh nurining bir qismi qaytadi, bu esa elektr toki ishlab chiqarishni kamaytiradi. Quyosh panellarining sirtini chang, soya va qor qoplashi natijasida ham optic yo’qotishlarni ham keltirib chiqaradi. Quyosh panelini qoplagan qor , chang va kir qatlam qoplashi natijasida 8–86% gacha yo‘qotish bo‘lishi mumkin. Optik yo’qotishlarning asosiy turlaridan yana biri bu quyoshdan kelayotgan nur yutilmasdan fotoelementdan o’tib ketadi. Bu ham samaradorlik tushishiga o’z ta’sirini ko’rsatadi. Hozirgi kunda o’tib ketayotgan nurlardan batamom foydalanish maqsadida 2 tomonlama quyosh panellaridan foydalanilmoqda. Bunda oyna orqali nur quyosh paneliga yo’naltiriladi. Kadmiy telluridning samaradorligi pasayishiga issiqlikning oshishi ham katta ta’sir ko’rsatadi. Quyoshdan kelayotgan yorug’lik energiyasi taqiqlangan zona energiyasidan katta bo’lsa, ortiqcha energiya issiqlikga aylanadi. Bu asosiy fundamental yo’qotishlardan biri hisoblanadi. Yutilgan lekin elektrga aylanmagan energiya issiqlik energiyasiga aylanadi. Issiqlik esa kuchlanishni kamaytiradi. Issiqlik yo’qotishlarni oldini olish uchun quyosh panellarini havo yaxshi aylanadigan joylarda barpo etish kerak. Ortiqcha issiqlik (CdTe da foton energiyasining bir qismi issiqlikka aylanadi) termoelement orqali qo‘shimcha elektr ishlab chiqish hususiyatiga egadir. Olimlar hisoblariga ko‘ra erishiladigan samaradorlik, oddiy CdTe paneli: ~18– 20%, gibrid tizimda esa, CdTe + Bi_2Te_3/Sb_2Te_3 qo‘shimcha ≈ 2– 4% qo‘shilishi mumkin. Umumiy olganda $\eta \approx 23$-26% ga atrofida bo‘lishi mumkin. CdTe elementlari va Bi_2Te_3 asosidagi termoelektrik modul qo‘shilganda, ≈ 30% ga yaqin yaxshilanishi qayd etilgan. Elektr yo’qotish tufayli CdTe da samaradorlik tushib ketadi . Asosan rekombinatsiya jarayoni tufayli fotoelement Ichida elektronlar va kovaklar qayta birlashib olishadi. Ular birlashsa elektr tokini hosil qilmaydi. Elektr yo’qotishlarning yana asosiy sabablaridan biri kontaklarda sodir bo’ladigan qarshilik tufayli yo’qotish sodir bo’ladi. CdTe bilan yaxshi omik kontakt hosil qilish qiyin. Bu katta muammo: shotkiy barrier hosil bo‘ladi va zaryad yig‘ilmaydi. Elektr qarshilikni bartaraf etish uchun yuqori sifatli kritalli CdTe yarimo’tkazgichlaridan foydalanish kerak.



Deffektlar hosil bo’lmasligiga e’tibor qaratish kerak.

Grafikdagi moviy chiziq , optik yo’qotishni aks ettiriyabdi. Grafikda eng katta qiymatda. Keyin asta-sekin kamayib borayabdi. Nima degani bu ? Boshlanishida yorug‘lik sirtga kelganda:

- bir qismi qaytadi (refleksiya)
- bir qismi hali yutilmaydi

Yarimo’tkazgich ichiga kirgan sari:

- ko‘proq yutiladi
- yo‘qotish kamayadi

Sariq rangda esa ssiqlik yo‘qotishlar (yuqoriga o‘suvchi chiziq) keltirilgan. Grafik boshida kichik. O‘ngga qarab doimiy oshib boradi. Ya’ni foton energiyasining ortiqcha qismi issiqlikka aylanadi va material qiziydi. Qanchalik uzoq ishlasa yoki temperatura oshsa issiqlik yo‘qotish ortadi.
Yashil rangli chiziqda elektr yo‘qotishlar (asta kamayuvchi chiziq) keltirilgan.

Boshida nisbatan katta korsatgichda. Keyin sekin kamayadi. Bu degani dastlab elektron va kovaklar ko‘p yo‘qoladi (rekombinatsiya). Keyin: yaxshi qatlamda zaryadlar samaraliroq ajraladi va yo‘qotish kamayadi. Material sifati yaxshi bo‘lsa, elektr yo‘qotish kamayadi.

Xulosa

Demak fotoelementlar quyosh nurlarini elektr energiyasiga aylantirishda muhim ahamiyatga ega bo‘lib, bu jarayon yarimo‘tkazgichlarda sodir bo‘ladigan fotoeffekt hodisasiga asoslanadi. Ayniqsa, kadmiy tellurid asosidagi quyosh panellari kam material talab qilishi, issiq iqlimda samaradorligini yaxshi saqlashi bilan ajralib turadi. Biroq optik, issiqlik va elektr yo‘qotishlar ularning samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu yo‘qotishlarni kamaytirish orqali quyosh panellarining foydali ish koeffitsiyentini oshirish mumkin. Shunday qilib, zamonaviy texnologiyalar yordamida CdTe panellarini yanada takomillashtirish kelajakda energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi. Hozirgi kunda quyosh panellarini ishlab chiqarishda asosan kremniy materiali keng qo‘llaniladi. Biroq, undan tashqari muqobil texnologiyalar ham rivojlanib bormoqda. Shular qatorida kadmiy tellurid (CdTe)

asosidagi yupqa qatlamli fotoelementlar alohida e’tiborga loyiqdir. Ushbu texnologiya kamroq material talab qilishi, ishlab chiqarish jarayonining nisbatan oddiyligi va iqtisodiy samaradorligi bilan ajralib turadi. Ayniqsa, yuqori harorat sharoitida CdTe panellarining samaradorligi kremniy panellarga nisbatan barqarorroq bo‘lishi ularni issiq iqlimli hududlar, jumladan O‘zbekiston uchun juda mos variantga aylantiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Scarpulla, M. A., et al. (2023). CdTe-based thin-film photovoltaics: Recent advances and remaining challenges. Solar Energy Materials & Solar Cells.
2. Segbefia, O. K., et al. (2021). Moisture ingress in photovoltaic modules: A review. Solar Energy, 224, 1238–1258.
3. Kettle, J., et al. (2022). Review of technology-specific degradation in c-Si, CdTe, CIGS, DSC, OPV and PSC PV modules. Progress in Photovoltaics.
4. IEA-PVPS T13 (2017). Assessment of Photovoltaic Module Failures in the Field (Report T13-09:2017).
5. Fthenakis, V. (2020). Sustainability evaluation of CdTe PV: An update. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 124, 109785.