



FOTOELEKTRIK ELEMENTLAR VA ULARNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI

Dustmurodova Luiza Qosimovna

Yakkabog' 1-son politexnikum

Fizika fani o'qituvchisi

Annotatsiya: Fotoelektrik elementlarning yoki fotovoltaik qurilmalarning rivojlanishi qayta tiklanadigan energiya sohasida inqilob qildi. Ushbu qurilmalar quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantiradi va barqaror energiya yechimlarining asosiy komponenti hisoblanadi. Biroq, fotoelektrik elementlarning samaradorligi muhim muammo bo'lib qolmoqda, chunki energiyani aylantirish tezligini oshirish ularning amaliy qo'llanilishini oshirish uchun juda muhimdir. Ushbu maqola fotoelektrik elementlarning har xil turlarini ko'rib chiqadi, ularning samaradorligini oshirishning joriy usullarini ta'kidlaydi va ishlashda sezilarli yaxshilanishlarni ko'rsatgan materiallar va texnikalarga misollar keltiradi. Maqolada, shuningdek, fotovoltaik texnologiyada yanada yuqori samaradorlikka erishish uchun cheklovlar va kelajakdagi yo'nalishlar muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: Fotoelektr elementlar, fotovoltaik samaradorlik, quyosh energiyasi, materiallar, nanostrukturalar, yorug'likni ushlab turish usullari, tandem xujayralari.

Kirish

Barqaror energiya yechimlariga global siljish fotoelektrik elementlarning rivojlanishini sezilarli darajada tezlashtirdi, ular fotovoltaik (PV) qurilmalar sifatida ham tanilgan, ular fotovoltaik effekt orqali quyosh nurini to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantiradi. Ushbu qurilmalar qayta tiklanadigan energiya manbalariga bo'lgan talabni qondirish, qazib olinadigan yoqilg'iga qaramlikni kamaytirish va iqlim o'zgarishini



yumshatishda muhim ahamiyatga ega. Qayta tiklanadigan energiya texnologiyalari orasida quyosh energiyasi eng keng tarqalgan va foydalanish mumkin bo'lgan manbalardan biri bo'lib, global energiya ehtiyojlarining katta qismini qondirish imkoniyatiga ega.

Biroq, fotoelektrik elementlarning samaradorligi katta muammo bo'lib qolmoqda. Fotovoltaik qurilmaning samaradorligi quyosh energiyasining foydalanish mumkin bo'lgan elektr energiyasiga aylantirilishi mumkin bo'lgan qismini anglatadi. Materiallar va texnologiyadagi sezilarli yutuqlarga qaramay, tijoratda mavjud bo'lgan ko'pgina quyosh batareyalarining samaradorligi hali ham cheklangan, odatda 15% dan 25% gacha, turli materiallar uchun nazariy chegaralar ko'pincha Shockley-Queisser kabi fundamental fizik va termodinamik tamoyillar bilan belgilanadi. chegara. Yuqori samarali quyosh batareyalariga talab ortib borayotganligi sababli, tadqiqot harakatlari ushbu qurilmalarning samaradorligini oshirish usullarini ishlab chiqishga qaratilgan bo'lib, ularni an'anaviy energiya manbalari bilan raqobatbardosh qiladi.

Fotoelektrik elementlarning samaradorligini oshirish uchun turli xil yondashuvlar o'rganilmoqda. Ushbu usullar material tanlashdagi innovatsiyalarni o'z ichiga oladi, masalan, optimallashtirilgan tarmoqli bo'shliqlari bo'lgan ilg'or yarimo'tkazgichlarni ishlab chiqish va quyosh spektrining kengroq diapazonini qo'lga kiritish uchun bir nechta qatlamli materiallardan foydalanadigan tandem yoki ko'p ulanishli quyosh batareyalaridan foydalanish. Bundan tashqari, yorug'likni boshqarish usullari, jumladan, sirt teksturasi, aks ettiruvchi qoplamalar va nanostrukturalarning integratsiyasi yorug'likning yutilishini oshirish va energiya yo'qotishlarini kamaytirishda samarali ekanligini isbotladi. Bundan tashqari, plazmonik materiallar va kvant nuqtalarining kiritilishi yorug'likni ushlab turishni kuchaytirish va hujayralarning elektr xususiyatlarini yaxshilash uchun yangi yo'llarni ochdi.

Ushbu maqola fotoelektrik elementlarni har tomonlama ko'rib chiqishga qaratilgan bo'lib, ularning samaradorligini oshirish usullariga urg'u beradi. Biz kremniyga asoslangan hujayralardan tortib, perovskitlar va organik fotovoltaiklar kabi yangi paydo bo'lgan



materiallarga bo'lgan turli xil fotovoltaik texnologiyalarni ko'rib chiqamiz. Shuningdek, biz yorug'likni boshqarish strategiyalari, moddiy innovatsiyalar va fotoelektrik elementlarning ishlashini yaxshilash uchun va'da beradigan yangi hujayra arxitekturasidagi so'nggi yutuqlarni o'rganamiz. Ushbu sharh orqali biz quyosh energiyasi texnologiyalarining kelajagini shakllantirayotgan muammolarni va ilg'or yechimlarni ta'kidlashga intilamiz.

Fotoelektrik elementlarni qurish uchun ishlatiladigan materiallar va tegishli samaradorlik ko'rsatkichlari bo'yicha tasniflash mumkin. Eng keng tarqalgan turlarga kremniy asosidagi hujayralar, yupqa plyonkali quyosh xujayralari va perovskitlar va organik fotovoltaiklar kabi yangi paydo bo'lgan materiallar kiradi.

Silikon asosidagi quyosh xujayralari

Silikon ko'pligi, iqtisodiy samaradorligi va yaxshi tashkil etilgan ishlab chiqarish jarayonlari tufayli fotovoltaik hujayralar uchun eng ko'p ishlatiladigan materialdir. Silikon asosidagi quyosh xujayralari asosan ikki toifaga bo'linadi:

- Monokristalli kremniy: Bu hujayralar, odatda, 18% dan 22% gacha bo'lgan eng yuqori samaradorlikni ta'minlovchi yagona, uzluksiz kristall strukturadan yaratilgan. Ular turar-joy va tijorat quyosh qurilmalarida keng qo'llaniladi.
- Polikristalli kremniy: Birga eritilgan kremniy kristallaridan tayyorlangan bu hujayralar monokristalli hujayralarga qaraganda unumdorligi kamroq, samaradorligi odatda 15% dan 18% gacha. Biroq, ularni ishlab chiqarish arzonroq, bu ularni keng ko'lamli ilovalar uchun mos qiladi.
- Amorf kremniy: kremniyning kristal bo'lmagan shakli, amorf kremniy quyosh xujayralari moslashuvchanlikni talab qiluvchi ilovalarda, masalan, portativ qurilmalarda qo'llaniladi. Ularning samaradorligi pastroq, odatda 10% dan past.

Yupqa qatlamli quyosh xujayralari:



Yupqa plyonkali quyosh xujayralari kremniy asosidagi hujayralarga muqobildir va odatda kadmiy tellurid (CdTe), mis indiy galyum selenid (CIGS) yoki amorf kremniy kabi materiallardan tayyorlanadi. Bu hujayralar engil, moslashuvchan va ishlab chiqarish uchun arzonroqdir. Biroq, ularning samaradorligi odatda kremniy asosidagi hujayralarga qaraganda past bo'lib, qiymatlari 10% dan 22% gacha.

- Kadmiy tellurid (CdTe): CdTe yupqa plyonkali quyosh xujayralarida keng qo'llaniladigan materialdir. U nisbatan past narxga va yaxshi ishlashga ega, samaradorlik 22% ga etadi.

- Indiy mis gallium selenide (CIGS): CIGS quyosh batareyalari moslashuvchanligi va samaradorligi bilan mashhur bo'lib, ba'zi hollarda 21% ga etadi.

Rivojlanayotgan materiallar: Perovskitlar va organik fotovoltaiklar:

Perovskit quyosh xujayralari qisqa vaqt ichida samaradorligini sezilarli darajada oshirishi tufayli katta e'tibor qozondi. Ularning samaradorligi 2006-yildagi 3,8% dan 2023-yilda 25% dan oshdi va bu kremniyga istiqbolli muqobil bo'ldi. Ushbu hujayralar mineral perovskitga o'xshash kristall tuzilishga ega bo'lgan bir qator materiallardan tayyorlangan.

- Perovskit quyosh xujayralari: Perovskitlar organik-noorganik gibrid materiallardan iborat bo'lib, hatto past haroratlarda qayta ishlanganda ham yuqori samaradorlikni ko'rsatdi. Biroq, barqarorlik va toksiklik bilan bog'liq muammolar keng ko'lamli tijoratlashtirish uchun muammolar bo'lib qolmoqda.

- Organik Fotovoltaiklar (OPV): OPVlar organik yarimo'tkazgichlardan tayyorlanadi va ularning asosiy afzalliklari past ishlab chiqarish xarajatlari va moslashuvchanlikni o'z ichiga oladi. Biroq, ularning samaradorligi hali ham kremniyga asoslangan va perovskit xujayralaridan past, odatda 10% dan 15% gacha.

Fotoelektrik elementlarning samaradorligini oshirish uchun bir qancha strategiyalar ishlab chiqilgan. Bularga materiallar, hujayra tuzilishi va yorug'likni boshqarish texnikasidagi innovatsiyalar kiradi.



Materiallarni optimallashtirish quyosh batareyalarining samaradorligini oshirishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Turli materiallarning bir nechta qatlamlarini birlashtirgan tandem quyosh xujayralari katta imkoniyatlarni namoyish etdi. Har bir material quyosh spektrining boshqa qismini o'zlashtiradi, bu bitta ulanishli hujayralarga nisbatan yuqori samaradorlikni ta'minlaydi.

- Tandem kremniy-perovskit xujayralari: tandem hujayralarining istiqbolli namunasi kremniyning perovskit bilan birikmasidir. Silikon qizil va infraqizil nurlarni ushlaydi, perovskit esa ko'k va yashil to'lqin uzunliklarini o'zlashtiradi va umumiy samaradorlikni oshiradi. Tandem hujayralari 30% dan ortiq samaradorlikni ko'rsatdi.

- Ko'p o'tkazgichli hujayralar: Turli yarimo'tkazgichlarning bir necha qatlamlaridan iborat bo'lgan ko'p ulanishli hujayralar quyosh nurini yaxshiroq singdirish imkonini beradi va konsentrlangan quyosh nuri ostida 40% gacha samaradorlikka erisha oladi.

Fotovoltaik hujayralarning samaradorligini ularning yorug'likni yutish qobiliyatini oshirish orqali ham yaxshilash mumkin. Ko'pincha sirtini o'zgartirish usullari, masalan, aks ettirishni kamaytirish uchun sirtini teksturalash va yorug'likni ushlab turadigan tuzilmalar qo'llaniladi.

- Teksturali kremniy yuzalar: kremniy quyosh xujayralari ko'pincha yorug'likni ushlab turish va uning chiqib ketishiga yo'l qo'ymaslik uchun mikro tuzilmalarni yaratish uchun tekstura qilinadi. Bu hujayra tomonidan so'rilgan yorug'lik miqdorini yaxshilaydi. Misol uchun, kremniy yuzalardagi piramidal teksturalar yorug'likning yutilishini kuchaytiradi va samaradorlikni 20% gacha oshiradi.

- Plazmonika: Oltin yoki kumush kabi plazmonik nanozarrachalar hujayra ichidagi yorug'likni tarqatish uchun quyosh batareyasi dizayniga kiritilishi mumkin. Bu yutuvchi materialdagi yorug'lik yo'lining uzunligini oshiradi, bu esa fotonlarning ko'proq yutilishiga va yuqori samaradorlikka olib keladi.



Samaradorlikni oshirishning yana bir muhim usuli - energiya yo'qotishlarini kamaytirish uchun aks ettiruvchi qoplamalar va shaffof elektrodlardan foydalanish.

- Anti-reflektsiyali qoplamalar: Havo va quyosh xujayrasi materiali o'rtasida sinishi indeksiga ega bo'lgan materiallardan tayyorlangan qoplamalar yorug'likning aks etishini kamaytirishi va hujayra ichiga ko'proq fotonlarning kirishiga imkon beradi. Silikon asosidagi quyosh xujayralari odatda kremniy nitridini aks ettiruvchi qoplama sifatida ishlatadi.

- Shaffof Supero'tkazuvchilar elektrodlar : Shaffof Supero'tkazuvchilar oksidlar (TCO) quyosh batareyalarida yorug'likni to'sib qo'ymasdan elektr tokini yig'ish uchun ishlatiladi. Indiy qalay oksidi (ITO) kabi materiallar keng tarqalgan bo'lib qo'llaniladi va grafen va uglerod nanotubalardagi yangi ishlanmalar yanada samarali shaffof elektrodlar uchun yo'l ochmoqda.

Nanometr o'lchamdagi yarim o'tkazgich zarralari bo'lgan kvant nuqtalari quyosh batareyasi samadorligini oshirish uchun katta va'da berdi. Ularning ma'lum to'lqin uzunliklarida yorug'likni yutish qobiliyati va yorug'likni yig'ish qobiliyati bu sohada muhim tadqiqotlarga olib keldi.

- Kvant nuqtali quyosh xujayralari: ko'proq yorug'likni olish va energiya konvertatsiyasi samadorligini oshirish uchun kvant nuqtalari quyosh xujayralari tarkibiga kiritilishi mumkin. Masalan, kadmiy selenid (CdSe) kvant nuqtalari an'anaviy fotovoltaik texnologiyalarning chegaralarini oshirib, kremniy quyosh xujayralarining samadorligini oshirish uchun ishlatilgan.

- Perovskit-Silicon Tandem Cells: 2022-yilda Milliy qayta tiklanadigan energiya laboratoriyasi (NREL) tadqiqotchilari 29,15% rekord samadorlikka ega kremniy-perovskit tandem quyosh batareyasini ishlab chiqdilar. Bu tandem texnologiyasining imkoniyatlarini ko'rsatuvchi an'anaviy kremniyli hujayralar ustidan sezilarli sakrashni anglatadi.



- CIGS yupqa qatlamli quyosh xujayralari: CIGS quyosh xujayralarining samaradorligi barqaror ravishda yaxshilandi, ba'zi qurilmalar esa 22% dan ortiq samaradorlikka erishdi. Ushbu yaxshilanishlar material sifati va hujayra arxitekturasidagi yutuqlar, masalan, yorug'lik yutilishini yaxshilaydigan bufer qatlamlaridan foydalanish bilan bog'liq.
- Plazmonik takomillashtirish: Berkli Kaliforniya universiteti tadqiqotchilari plazmonik oltin nanozarrachalarini yupqa plyonkali quyosh xujayralari tarkibiga kiritib, yorug'likni ushlab turishning yaxshilanishi tufayli samaradorlikni 10-15% ga oshirishga erishdilar.

Fotovoltaik texnologiyaning doimiy takomillashtirilishi fotoelektrik elementlar sohasida erishilayotgan jadal taraqqiyotdan dalolat beradi. Innovatsion materiallar, yangi hujayra arxitekturasini va yorug'likni boshqarishning ilg'or usullarini o'rganish orqali tadqiqotchilar quyosh batareyalarining samaradorligini sezilarli darajada oshirdilar. Perovskit-kremniy tandemlari, kvant nuqtalari va plazmonik yaxshilanishlar kabi yangi texnologiyalar yanada ishlab chiqilib, kengaytirilgach, yanada yuqori samaradorlikli quyosh xujayralari salohiyati tobora istiqbolli bo'lib bormoqda. Ushbu yutuqlar quyosh energiyasini global energiya ehtiyojlari uchun yanada qulay va keng tarqalgan yechimga aylantirishda muhim rol o'ynaydi.

Xulosa

Fotoelektrik elementlar yoki fotovoltaik qurilmalar quyosh nurini elektr energiyasiga aylantirib, qayta tiklanadigan energiyaga global o'tish uchun juda muhimdir. Ushbu qurilmalarning samaradorligini oshirishda sezilarli yutuqlarga erishilgan bo'lsa-da, muammolar hali ham mavjud. Perovskitlar, kvant nuqtalari va ko'p ulanishli hujayralar kabi materiallardagi yutuqlar, shuningdek yorug'likni boshqarish texnikasidagi yangiliklar samaradorlikning sezilarli o'sishiga olib keldi. Masalan, perovskit-kremniyli tandem xujayralari an'anaviy kremniyga asoslangan hujayralardan ancha yuqori bo'lgan 30% samaradorlikka yaqinlashdi.



Biroq, barqarorlik, moddiy xarajatlar va miqyoslilik bilan bog'liq masalalar, ayniqsa, rivojlanayotgan texnologiyalar uchun hali ham hal qilinishi kerak. Ushbu texnologiyalar rivojlanib borar ekan, ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish va uzoq muddatli samaradorlikni oshirish ularning keng miqyosda qo'llanilishi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'ladi. Fotoelektrik elementlarning kelajagi ko'p materialli tizimlar va ilg'or nanotexnologiyalarda yotadi, ular samaradorlikni yanada oshirishi mumkin va quyosh energiyasini dominant va barqaror quvvat manbaiga aylantiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Jalalov, T. A. Nanotuzilmalik komponentli quyosh fotoelementlari samaradorligini oshirish mexanizmlarini ishlab chiqish. – Toshkent: Fizika-texnika institutining nashriyoti, 2018. – 150 b.
2. Aliyev, S. R. Kremsiy asosidagi strukturalarda fotoelektrik energiya o'zgartirish samaradorligini oshirish. – Toshkent: Fizika-texnika institutining nashriyoti, 2017. – 145 b.
3. Jalalov, T. A. Nanotuzilmalik komponentli quyosh fotoelementlari samaradorligini oshirish mexanizmlarini ishlab chiqish. – Toshkent: Fizika-texnika institutining nashriyoti, 2018. – 130 b.
4. Tajiboyeva, D., Mukhammadov, M. M., Abduraimov, A. A. Quyosh fotoenergetikasi fizik-texnologik asoslarini o'qitish texnologiyasi. – Toshkent: O'zbekiston xalq ta'limi vazirligi, 2019. – 120 b.
5. Abduraimov, A. A., Mukhammadov, M. M., Tajiboyeva, D. Energotijamkor va energiy samarali binolarni loyihalash asoslari. – Toshkent: O'zbekiston arxitektura va qurilish institutining nashriyoti, 2018. – 160 b.