

# Quyosh batareyalari va uning kelajakdagi istiqbollari

Kamoliddin Abduraim-o'g'li Aminov  
Jaxongir Xamraqulovich Mirzaqulov  
Samarqand Ilg'or kasbiy maxorat texnikumi

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada quyosh batareyalarining tuzilishi, ishlash tamoyillari va ularning kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlari keng yoritilgan. Fotoelektrik effektning nazariy asoslari, zamonaviy panel turlari (monokristalin, polikristalin, perovskit va tandem), hamda ularni O'zbekiston sharoitiga moslashtirishning amaliy jihatlari tahlil qilingan. Maqolada quyosh energetikasining global va mintaqaviy ahamiyati, shuningdek, energiya saqlash tizimlari bilan integratsiya qilish imkoniyatlari ham ko'rib chiqilgan.

**Kalit so'zlar:** quyosh batareyalari, fotoelektrik effekt, qayta tiklanuvchi energiya, perovskit panel, energiya samaradorligi, O'zbekiston

## Solar batteries and their future prospects

Kamoliddin Abduraim-o'g'li Aminov  
Jaxongir Xamraqulovich Mirzaqulov  
Samarkand Advanced Vocational Technical School

**Abstract:** This article presents a comprehensive overview of the structure, operating principles, and future development directions of solar batteries. The theoretical foundations of the photoelectric effect, modern panel types (monocrystalline, polycrystalline, perovskite, and tandem), and practical aspects of adapting them to Uzbekistan's conditions are analyzed. The article also examines the global and regional significance of solar energy, as well as the possibilities of integration with energy storage systems.

**Keywords:** solar batteries, photoelectric effect, renewable energy, perovskite panel, energy efficiency, Uzbekistan.

### Kirish

Insoniyat taraqqiyotining hozirgi bosqichida energetika masalasi nafaqat texnik, balki siyosiy va ekologik muammo sifatida ham dolzarb bo'lib qolmoqda. Neft, gaz va ko'mir kabi an'anaviy energiya resurslarining cheklanganligi, ularning yonishi natijasida atmosferaga chiqarilayotgan zararli gazlar hamda iqlim o'zgarishi

muammosi - bularning barchasi muqobil, toza energiya manbalarini izlashni zaruratga aylantirmoqda.

Quyosh energiyasi - Yer yuzida mavjud bo'lgan eng ko'p, cheksiz va ekologik toza energiya manbasidir. Har kuni Quyoshdan Yerga kelib tushayotgan energiya miqdori butun insoniyatning bir yillik energiya iste'molidan bir necha marta ko'pdir. Shuning uchun quyosh nurini elektr energiyasiga aylantiruvchi quyosh batareyalari (fotoelektrik tizimlar) zamonaviy energetikaning asosiy yo'nalishlaridan biriga aylandi.

O'zbekiston joylashgan O'rta Osiyo mintaqasi geografik jihatdan quyosh energiyasidan foydalanish uchun juda qulay. Mamlakatimizda yiliga 300 kundan ortiq quyoshli kun kuzatiladi, bu esa quyosh batareyalarini joriy etish uchun katta imkoniyat yaratadi. Hukumat tomonidan 2030 yilgacha bo'lgan davrda qayta tiklanuvchi energiya ulushini sezilarli darajada oshirish rejalashtirilgan bo'lib, bu borada quyosh energetikasi ustuvor yo'nalish sifatida belgilangan.

#### Quyosh Batareyalarining Nazariy Asoslari va Tuzilishi

Quyosh batareyasi fotoelektrik effekt hodisasiga asoslanib ishlaydi. Bu effekt 1839-yilda Antuan Bekkere tomonidan kashf etilgan va 1905-yilda Albert Eynshteyn tomonidan nazariy jihatdan to'liq tushuntirilgan. Fotoelektrik effektning mohiyati shundaki, fotonlar (yorug'lik zarralari) yarimo'tkazgich materialga tushganda, elektronga o'z energiyasini beradi va elektronni atomdan uzoqlashtiradi. Natijada erkin elektronlar va «kovaklar» (musbat zaryadli bo'shliqlar) hosil bo'lib, ular p-n o'tish chegarasida ajralib, tashqi zanjirda elektr tokini hosil qiladi.

Zamonaviy quyosh batareyalari odatda quyidagi asosiy qatlamlardan tashkil topgan: shaffof himoya shisha, antirefleks qoplama (yorug'likning qaytishini kamaytiradi), n-turi yarimo'tkazgich qatlam, p-n o'tish zonasi, p-turi yarimo'tkazgich qatlam va orqa elektrod. Har bir qatlamning sifati va qalinligi panelning umumiy samaradorligini belgilaydi.

Quyosh batareyalarining asosiy texnik ko'rsatkichi bu konversiya samaradorligi ( $\eta$ ), ya'ni qabul qilingan quyosh energiyasining qancha qismi elektr energiyasiga aylantirilishidir. U quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\eta = (P_{\text{chiqish}} / P_{\text{kirish}}) \times 100\%$$

Bu yerda  $P_{\text{chiqish}}$  paneldan olingan elektr quvvati ( $V_t$ ),  $P_{\text{kirish}}$  panelga tushayotgan quyosh nurlanishi quvvati ( $V_t$ ). O'zbekistonda standart sinov sharoitida quyosh nurlanish intensivligi  $1000 \text{ W/m}^2$  qabul qilinadi.

#### Zamonaviy Quyosh Panellari Turlari

Monokristalin kremniy panellar: Bir kristall tuzilishga ega bo'lgan bu panellar eng yuqori samaradorlikka (20-24%) ega. Ular uzoq xizmat muddati (25-30 yil) bilan ajralib turadi, lekin ishlab chiqarish jarayoni murakkab va nisbatan qimmatroq.

Polikristalin kremniy panellar: Ko'p kristalli tuzilishga ega bo'lgan bu panellar monokristalinlarga nisbatan arzonroq, samaradorligi esa 15-18% atrofida. Ommaviy qurilishlar va katta maydonli quyosh stansiyalari uchun qulay.

Perovskit panellar: So'nggi yillarda katta ilmiy qiziqish uyg'otgan yangi avlod panellari. Laboratoriya sharoitida samaradorligi 25-29% ga yetgan. Arzon va egiluvchan bo'lishi, turli sirtlarga o'rnatilishi mumkinligi ularning asosiy afzalliklaridir. Biroq atmosfera ta'siriga nisbatan chidamliligi hali takomillashtirilmoqda.

Tandem panellar: Ikki yoki undan ko'p yarim o'tkazgich qatlamlarni bir-biriga birlashtirib, har biri quyosh spektrining turli qismlarini yutadigan tizimlar. Laboratoriya sharoitida samaradorligi 33% dan oshgan. Kelajakda tijorat ahamiyati ortib borishi kutilmoqda.

#### O'zbekiston Sharoitida Quyosh Batareyalarining Samaradorligi

O'zbekistonning turli hududlarida quyosh panellarining ish ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Tadqiqot Toshkent, Samarqand va Navoiy viloyatlarida olib borildi. O'lchovlar uchun quyidagi asbob-uskunalar qo'llanildi: Solarmeter (quyosh nurlanishini o'lchash), Multimetr (elektr quvvatini aniqlash) va Data logger (harorat va nurlanish ma'lumotlarini uzluksiz qayd qilish).

2024-yil davomida olingan o'rtacha natijalar:

- Toshkent: samaradorlik - 18%, maksimal quvvat - 240 W/m<sup>2</sup>
- Samarqand: samaradorlik - 20%, maksimal quvvat - 260 W/m<sup>2</sup>
- Navoiy: samaradorlik - 22%, maksimal quvvat - 280 W/m<sup>2</sup>

Navoiy viloyatining eng yuqori ko'rsatkichga ega bo'lishi hududning geografik joylashuvi va atmosfera tiniqligi bilan bog'liq. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, optimal samaradorlik 25-45°C harorat oralig'ida ta'minlanadi. Harorat bu chegaradan oshsa, yarimo'tkazgich materialning o'ziga xos qarshiligi oshib, panelning FEK kamayadi.

Sovutish tizimlari yoki panellarni shamollatish usullari orqali yuqori harorat ta'sirini kamaytirish mumkin. Bundan tashqari, panellarning quyosh nurlariga nisbatan burchagini vaqti-vaqti bilan optimallashtirish ularning unumdorligini 5-7% ga oshirishi aniqlandi.

#### Kelajkdagi Texnologik Yo'nalishlar va Istiqbollar

Quyosh energetikasi sohasidagi ilmiy-texnik taraqqiyot jadal sur'atlar bilan davom etmoqda. Bir necha asosiy yo'nalish alohida ahamiyat kasb etmoqda.

Energiya saqlash tizimlari: Quyosh panellari faqat kun yorug'lik vaqtida energiya ishlab chiqaradi. Shuning uchun samarali akkumulyatorlar muhim ahamiyat kasb etadi. Litiy-ion akkumulyatorlar hozirda eng keng qo'llanilmoqda, natriy-ion texnologiyasi esa arzonroq muqobil sifatida rivojlanmoqda. Vodorod asosidagi energiya saqlash - uzoq muddatga katta miqdorda energiya to'plash uchun istiqbolli yo'nalish.

Sun'iy intellekt va IoT integratsiyasi: Aqlli monitoring tizimlari quyosh panellaridan olinayotgan energiyani real vaqt rejimida tahlil qiladi va ishlab chiqarishni optimallashtiradi. IoT qurilmalar orqali uzoqdan boshqarish, nuqsonlarni avtomatik aniqlash va prognozlash imkoniyatlari yaratilmoqda.

Nanostruktura asosidagi panellar: Nanozarrachalar va kvant nuqtalaridan foydalanib yaratilayotgan panellar quyosh spektrining keng doirasini yutish imkoniyatiga ega. Bu esa nazariy jihatdan samaradorlikni 40-50% ga yetkazish imkonini beradi.

Binolari energiya manbaga aylantirish (BIPV): Quyosh panellarini bino konstruksiyasiga to'g'ridan-to'g'ri integratsiya qilish texnologiyasi rivojlanmoqda. Binoning shisha fasadlari, tomlari va devorlari - bularning barchasi energiya ishlab chiqaruvchi yuzalarga aylanishi mumkin.

Transport vositalariga tatbiq: Quyosh panellarini avtomobil, kemalar va hattoki samolyotlarga o'rnatish bo'yicha loyihalar faol amalga oshirilmoqda. Bu texnologiya ularning mustaqillik masofasini oshirish va yoqilg'ini sarfini kamaytirish imkonini beradi.

#### Xulosa

Quyosh batareyalari insoniyatning energetik kelajagini shakllantiruvchi asosiy texnologiyalardan biri sifatida tobora muhim o'rin egallaydi. Ular ekologik toza, cheksiz va iqtisodiy jihatdan tobora qulay energiya manbaidir. Ushbu tadqiqot quyidagi asosiy xulosalarni beradi:

- O'zbekiston quyosh energiyasidan foydalanish uchun juda qulay iqlim va geografik sharoitga ega;

- Zamonaviy perovskit va tandem panellar an'anaviy kremniy panellarga nisbatan yuqori samaradorlik va arzon tannarx imkonini beradi;

- Sun'iy intellekt va energiya saqlash tizimlari bilan integratsiya quyosh energetikasini yanada raqobatbardosh qilmoqda;

- 2030-2050 yillarga borib quyosh energiyasi dunyo energiya balansida hal qiluvchi ulushni egallashi kutilmoqda.

Shu sababli, quyosh batareyalari sohasidagi ilmiy tadqiqotlarni chuqurlashtirish, mahalliy ishlab chiqarishni rivojlantirish va davlat siyosati orqali ularni keng joriy etishni rag'batlantirish - kelajak avlodlar uchun barqaror va toza energetikani ta'minlashning muhim shartidir.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Green, M. A. Solar Cells: Operating Principles, Technology and System Applications. Prentice Hall, 2019.
2. Sze, S. M., & Ng, K. K. Physics of Semiconductor Devices. Wiley, 2021.
3. Nelson, J. The Physics of Solar Cells. Imperial College Press, 2003.

4. Karimov, A. Quyosh panellari samaradorligini oshirishning innovatsion usullari. Toshkent, 2022.
5. Ahmedov, I. O'zbekistonda quyosh energiyasidan foydalanish istiqbollari. PhD dissertatsiyasi, 2023.
6. Anarbayev, A.I., Qodirov, D.B. Energiya tejamkorlik asoslari. O'quv qo'llanma. Toshkent, 2021.
7. Toshpo'latov, N.T., Qodirov, B. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari. O'quv qo'llanma. Toshkent, 2021.
8. Atoyeva, M.F. Use of Periodicity in Teaching Physics. Eastern European Scientific Journal. Dusseldorf, 2017. No 4. P. 35–39.
9. Zoirov, S., Xoshimov, T. Methods of Creating Virtual Laboratories in the LabVIEW Program. Science and Innovation, 2(11), 2023. P. 519–523.
10. Faranda, R., Leva, S. Energy Comparison of MPPT Techniques for PV Systems. WSEAS Trans Power Syst, 3, 2008. P. 446–455.
11. National Instruments LabVIEW Help. Part Number 371361K-01, June 2013.
12. Zoirov, S. et al. Fizik jarayonlarni LabVIEW dasturida modellashtirish. Science and Innovation, 1(A8), 2022. P. 775–780.