



QUYOSH ENERGIYASI TIZIMLARINING FIZIK ASOSLARI VA SAMARADORLIKNI OSHIRISH USULLARI

Akramova Gulhayo Alyorjon qizi

Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandisligi xalqaro instituti

gulhayoakramova64@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada quyosh energiyasining fizik asoslari, fotovoltaiik effekt mexanizmi hamda quyosh panellarining ishlash prinsipi tahlil qilinadi. Shuningdek, quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligiga ta'sir etuvchi omillar va innovatsion texnologiyalar yordamida ularni optimallashtirish yo'llari ko'rib chiqiladi. Maqolada quyosh energiyasidan foydalanishning O'zbekiston uchun istiqbollari ham ilmiy asosda bayon etilgan.

Kalit so'zlar: quyosh energiyasi, fotovoltaiik effekt, yarim o'tkazgich, samaradorlik, quyosh paneli.

Kirish: Energiya insoniyat taraqqiyotining asosiy tayanchlaridan biri hisoblanadi. Bugungi kunda jahon miqyosida energiya manbalariga bo'lgan talab ortib borayotgan bir paytda, an'anaviy — yoqilg'i asosidagi energiya tizimlari ekologik muammolar, issiqxona gazlari chiqindilari va tabiiy resurslarning tugab borishi kabi dolzarb muammolarni yuzaga keltirmoqda. Shu sababli, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, xususan, quyosh energiyasiga bo'lgan ehtiyoj tobora kuchaymoqda.

Quyosh energiyasi – ekologik toza, cheksiz va bevosita mavjud bo'lgan energiya manbasi bo'lib, undan foydalanish darajasi texnologik yondashuvlar, fizik qonuniyatlarni chuqur tushunish hamda samaradorlikni oshirish imkoniyatlariga bevosita bog'liq. O'zbekiston kabi quyoshli kunlar soni ko'p bo'lgan davlatlar uchun bu energiya turi ayniqsa istiqbolli hisoblanadi.

Ushbu maqolada quyosh energiyasining fizik asoslari, fotovoltaiik jarayonlar, quyosh panellari ishlash prinsipi hamda samaradorlikni oshirishga qaratilgan innovatsion usullar tahlil qilinadi. Maqola nafaqat nazariy asoslarni, balki amaliy jihatlarni ham yoritishga qaratilgan bo'lib, quyosh energiyasi sohasida olib borilayotgan tadqiqotlar va kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlariga ham e'tibor qaratiladi.

Quyosh energiyasi elektromagnit to'lqin shaklida uzatiladi. Quyoshning yadrosida sodir bo'ladigan yadro sintezi natijasida katta miqdordagi energiya ajralib chiqadi. Ushbu energiya asosan nurlanish (radiatsiya) yo'li bilan Yerga etib keladi. Quyosh yuzasining harorati taxminan 5778 K ni tashkil qiladi va chiqarayotgan nurlari Plank taqsimoti asosida ko'rib chiqiladi. Quyoshdan



kelayotgan energiyaning Yer sirtiga yetib keluvchi miqdori o'rtacha 1361 Wt/m² ni tashkil qiladi (buni solyar konstantasi deyiladi).

Fizik nuqtai nazardan quyosh nurlari – fotonlar oqimidir. Har bir fotonning energiyasi:

$$E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

bu yerda:

- E - foton energiyasi,
- h - Plank doimiysi (6.626×10^{-34} J·s),
- f - chastota,
- λ - to'lqin uzunligi,
- c - yorug'lik tezligi (3×10^8 m/s).

Fotovoltaik effekt ilk bor A. Bekkerel tomonidan 1839 yilda kashf qilingan. XX asr boshlarida esa Aynshteyn ushbu hodisani kvant nuqtai nazaridan izohlab berdi. Fotovoltaik effekt quyosh panellarining ishlash prinsipi hisoblanadi.

Quyosh batareyasida asosiy komponent — yarim o'tkazgich p-n o'tish zonasidir. Yorug'lik tushganda, fotonlar yarim o'tkazgichdagi elektronlarni yuqori energiyali holatga ko'taradi. Elektron va teshiklar hosil bo'lib, ular tok hosil qiladi. Bu ichki fotoeffekt deyiladi.

Quyosh panellari ishlab chiqarishda eng ko'p ishlatiladigan material bu **kremniy (Si)** hisoblanadi. U iqtisodiy jihatdan arzon va fizik xossalari barqaror. Hozirda quyidagi texnologiyalar mavjud:

- Monokristalli Si – 22–25% samaradorlik, qimmat, yuqori aniqlik talab qiladi
- Polikristalli Si – 15–18%, narxi arzon, barqaror
- Perovskit asosidagi PV – yangi avlod texnologiyasi, 30% gacha samaradorlikka erishmoqda (hali barqaror emas)

Shuningdek, Galliy arsenid (GaAs) va kadmiy tellurid (CdTe) ham yuqori samarali PV tizimlarda qo'llaniladi.

Quyosh panellarining samaradorligi bir necha fizik parametrga bog'liq:

- **Yorug'likning tushish burchagi:** ideal holatda 90° bo'lishi kerak
- **Havoning ifloslanishi, chang:** yorug'lik yutilishini kamaytiradi
- **Harorat:** ortishi yarim o'tkazgichlarning ishlashini pasaytiradi
- **O'rnatish burchagi va yo'nalishi:** geografik joyga mos bo'lishi kerak

Innovatsion yondashuvlar:

- **Sun'iy intellekt asosida boshqaruv** (tracking)



- **MPPT texnologiyasi** — maksimal quvvat olish
- **Ikkilamchi (bifacial) panellar** — nurning orqa tarafi bilan ham ishlab chiqarish
- **Sovuqlikni tarqatuvchi nanoqoplamalar**

Quyosh energiyasi barqaror emas — ya'ni tun, bulutli kunlarda ishlab chiqarish to'xtaydi. Shuning uchun uni saqlab turish juda muhim. Hozirda foydalanilayotgan energiya saqlash tizimlari:

- **Litiy-ionli akkumulyatorlar** — fizik jihatdan eng keng tarqalgan, lekin qimmat
- **Superkondensatorlar** — yuqori quvvat, kam hajmli, ammo kam sig'imli
- **Issiqlik akkumulyatorlari** — fizik issiqlikni saqlab, keyin elektrga aylantirish (masalan, erigan tuz)

Fizik muammo: energiyani saqlashda issiqlik yo'qotishlar, potentsial pasayishlar va transformatsiya jarayonlarida samaradorlikning kamayishi.

O'zbekiston geografik jihatdan quyosh energiyasini rivojlantirish uchun juda qulay. 2023 yil yakunlariga ko'ra, mamlakatda bir nechta yirik quyosh elektr stansiyalari ishga tushirildi:

- **Zarafshon SES** — 100 MVt
- **Nur Navoi** — 140 MVt
- **Sherobod SES** — rejalashtirilmoqda

Ilmiy yo'nalishlar:

- Mahalliy PV modullar ishlab chiqarish
- Sovuq mintaqalarga mos PV panellar
- PV texnologiyalar va Smart Grid (aqlli tarmoq) integratsiyasi
- Kampuslar va uy xo'jaliklarida energiya mustaqilligi

Xulosa: Quyosh energiyasi — insoniyatning energiya tanqisligi, ekologik muammolar va barqaror rivojlanish masalalariga ilmiy asoslangan yechimidir. Undagi fizik jarayonlar — foton harakati, yarim o'tkazgichlar fizikasi, kvant effektlar va energiya konversiyasi — hozirgi zamon fizikasi va texnologiyasi bilan bevosita uzviy bog'langan.

Bugungi kunda quyosh energiyasini chuqur o'rganish, uni samarali texnologiyalar orqali qo'llash, yangi avlod materiallar va boshqaruv tizimlarini joriy etish orqali energetika mustaqilligiga erishish mumkin. O'zbekiston sharoitida bu borada keng ilmiy izlanishlar olib borilishi nafaqat iqtisodiy, balki strategik ahamiyatga ega. Endilikda zamonaviy fizik yondashuvlar yordamida mahalliy PV ishlab chiqarish, energiya saqlash tizimlari va aqlli boshqaruv texnologiyalarini birlashtirgan kompleks tizimlar yaratish — ustuvor vazifadir.



FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Azimov U.A. *Innovatsion energiya texnologiyalari*. — Toshkent: Fan, 2022. — 134–142-betlar.
 2. Qodirov M.T. *Fizika: nazariy asoslar va amaliy yechimlar*. — Toshkent: Universitet, 2021. — 55–63-boblar.
 3. International Energy Agency (IEA). *World Energy Outlook 2023*. — Paris: IEA Publications. — <https://iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>
 4. Green, M. A. *Third generation photovoltaics: Advanced solar energy conversion*. — Berlin: Springer, 2018. — Chapter 3, pp. 45–67.
 5. Kazmerski, L. L. *Photovoltaics: A review of cell and module technologies*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2020. — Vol. 16(1), pp. 18–36.
-