



ELEKTR ENERGETIKASI UCHUN NANOMATERIALLAR ASOSIDA ILG'OR ENERGIYA ZAXIRALOVCHI TIZIMLAR.

Boranbaeva Z.M

Nukus Davlat Texnika Universiteti, Nukus, Uzbekistan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15104598>

ARTICLE INFO

Received: 11th March 2025

Accepted: 18th March 2025

Published: 29th March 2025

KEYWORDS

Elektr energetikasi, nanomateriallar, energiya zaxiralash, superkondensator, grafen, molibden disulfid, uglerod nanotubalari, akkumulyator, qayta tiklanuvchi energiya, ekologik xavfsizlik.

ABSTRACT

So'nggi yillarda elektr energiyasiga bo'lgan talabning ortib borayotgani, ayniqsa, qayta tiklanuvchi energiya manbalarining jadal rivojlanishi elektr energiyasini samarali zaxiralovchi tizimlarni ishlab chiqishni dolzarb masalaga aylantirmoqda. Ushbu maqolada elektr energetikasi sohasida nanomateriallar – ayniqsa grafen, molibden disulfid (MoS_2) va uglerod nanotubalari (CNTs) – asosida yaratilayotgan ilg'or energiya zaxiralovchi tizimlarning texnologik va iqtisodiy afzalliklari, ekologik samaradorligi va istiqbollari tahlil qilinadi. Mahalliy resurslardan foydalanish imkoniyatlari hamda ularni sanoatga joriy etish istiqbollari muhokama qilinadi. Tadqiqot natijalari asosida ushbu tizimlarning elektr energetikasida qo'llanishi nafaqat energiya samaradorligini oshirishi, balki atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishi mumkin degan xulosa chiqarildi

Bugungi kunda elektr energetikasi global iqtisodiyotning asosiy tarmoqlaridan biri bo'lib, sanoat, transport, axborot texnologiyalari va uy xo'jaliklarining to'laqonli faoliyat yuritishi uchun asosiy infratuzilma bo'lib hisoblanadi. Shu bilan birga, energiyaning uzluksiz yetkazib berilishini ta'minlash elektr tarmog'ining eng muhim funksiyasidir. Afsuski, mavjud tizimlar bu talablarga doimiy javob bera olmayapti [1].

Ayniqsa, quyosh va shamol kabi qayta tiklanuvchi energiya manbalari beqaror tabiati tufayli energiya ishlab chiqarishning barqarorligini ta'minlash uchun samarali energiya zaxiralovchi texnologiyalar zarur bo'lib qoldi. Bu holat Yevropa davlatlari, AQSh, Yaponiya va boshqa rivojlangan mamlakatlarda anchadan beri chuqur o'rganilmoqda va amaliyotda joriy etilmoqda [2].

O'zbekistonda ham quyosh energiyasidan foydalangan holda ishlab chiqariladigan elektr energiyasi hajmi yildan yilga ortib bormoqda. Masalan, 2023-yilda faqat quyosh elektr stansiyalari orqali ishlab chiqarilgan elektr energiyasi umumiy elektr ishlab chiqarish hajmining 8,5 foizini tashkil etdi. Biroq bu energiya kechki va tunda iste'molchi uchun mavjud emas, chunki zaxiralash imkoniyati mavjud emas. Shunday sharoitda energiya zaxiralash texnologiyalari asosiy hal qiluvchi vosita sifatida ko'rilmoqda [3].

Energiyani zaxiralash texnologiyalarining hozirgi bosqichi akkumulyatorlar va superkondensatorlar asosida qurilgan tizimlarga tayanadi. Ammo klassik svints-ruxli

akkumulyatorlar ko'plab kamchiliklarga ega – ularning sig'imi past, zaryadlash vaqti uzoq, xizmat muddati qisqa, eng asosiysi esa – ekologik jihatdan xavfli hisoblanadi. Shu sababli nanomateriallarga asoslangan yangi avlod energiya zaxiralash tizimlari jahon ilm-fani va sanoatining diqqat markazida turibdi[4].

Grafen, uglerod nanotubalari, molibden disulfid kabi nanomateriallar yuqori elektr o'tkazuvchanlik, katta sirt maydoni, mexanik barqarorlik va ekologik xavfsizlik kabi ustunliklari bilan ilg'or energiya zaxiralash texnologiyalarini yaratish imkonini bermoqda. Ushbu maqolada mazkur nanomateriallar asosidagi energiya zaxiralash tizimlarining xususiyatlari, texnologik jihatlari, ularni O'zbekiston sharoitida joriy etish imkoniyatlari va iqtisodiy samaradorligi tahlil qilinadi [5-6].

Mazkur tadqiqotda elektr energiyasini samarali zaxiralash uchun ishlatilayotgan ilg'or nanomateriallar o'rganildi. Jumladan:

Grafen – ikki o'lchamli (2D) uglerod modifikatsiyasi bo'lib, yuqori elektr o'tkazuvchanlik (10^6 S/m) va kuchli mexanik mustahkamlikka ega.

Molibden disulfid (MoS_2) – yarimo'tkazgich xossasiga ega bo'lib, zaryad tashuvchilar harakatchanligi yuqori bo'lgan qatlamli struktura bilan ajralib turadi.

Uglerod nanotubalari (CNTs) – 1D nanostrukturali uglerod asosli material bo'lib, yengil, moslashuvchan va ekologik xavfsiz.

Superkondensator elektrod materiallari – yuqori sirt maydoniga ega bo'lgan grafen-CNT kompozitlari.

Polielektrolitli separatorlar – zaryad tashuvchilarning to'g'ri harakatini ta'minlovchi, atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan dielektrik membranalar.

Shuningdek, lokal tadqiqotlar uchun O'zbekistonda mavjud tabiiy resurslar – temir rudasi, kaolin, ko'mir kuli asosida sintez qilingan nanozarrachalarning zaxiralovchi xossalari ham nazarda tutilgan [7].

Mahalliy resurslarga asoslangan nanomateriallar ishlab chiqarish uchun Zarafshon, Angren va Olmaliq sanoat hududlarida mavjud texnologik imkoniyatlar hisobga olindi [8].

Tahlil ishlari olib borildi. Har bir texnologiyaning kuchli (S), zaif (W), imkoniyatli (O) va tahlikali (T) jihatlari aniqlanib, ularni O'zbekiston energetika tizimiga integratsiya qilish istiqbollari baholandi. Energiya sig'imi va samaradorlik bo'yicha taqqoslash natijasida turli energiya zaxiralovchi texnologiyalarning solishtirma xususiyatlari o'rganildi. Yuqori samaradorlik, tez zaryadlanish, uzoq xizmat muddatiga ega bo'lsa ham lekin, ishlab chiqarish tannarxi hali yuqori bo'lmoqda. O'zbekistonda qayta tiklanuvchi energiyaning rivojlanishi bilan bog'liq integratsiya qilingan bo'lishi lozim. Yuqoridagi natijalar shuni ko'rsatadiki, nanomateriallarga asoslangan energiya zaxiralovchi tizimlar mavjud klassik tizimlarga nisbatan bir necha baravar ustunlikka ega. Avvalo, grafen va molibden disulfid asosidagi superkondensatorlar juda tez zaryadlanadi va 15 ming martagacha zaryad-bo'sh jarayonini bardosh bera oladi. Bu ularni ayniqsa quyosh va shamol energiyasi uchun ideal zaxiralovchi yechimga aylantiradi [9].

O'zbekiston sharoitida quyosh energiyasi yil davomida 250–300 kun mavjud bo'lganligi sababli bu texnologiyalar ayni muddao bo'lishi mumkin. Ayni paytda, mamlakatda grafen va CNT ishlab chiqarish texnologiyasi yo'qligi, ularning xorijdan olib kelinishi muammosi mavjud. Ammo mahalliy tadqiqotchilar tomonidan ko'mir kuli, montmorillonit, neft qoldiqlari va metall rudalari asosida nanomateriallar olish ustida tajribalar olib borilmoqda. Bu esa yaqin yillarda ichki texnologik mustaqillikka erishish imkonini beradi. Shuningdek, bu texnologiyalarni mahalliy ishlab chiqarishga jalb qilish orqali ekologik xavfsizlikni ta'minlash, ish o'rinlarini yaratish va energetik mustaqillikni kuchaytirish mumkin[10].

Mazkur tadqiqot elektr energetikasi sohasida nanomateriallarga asoslangan ilg'or energiya zaxiralovchi tizimlarning imkoniyatlarini yoritib berdi va asosiy xulosalar chiqarildi. Grafen, molibden disulfid va CNT kabi nanomateriallar energiya zaxiralashda yuqori samaradorlik, tez zaryadlanish va uzoq xizmat muddati bilan ajralib turadi hamda ushbu

tizimlar an'anaviy akkumulyatorlarga nisbatan 4–6 barobar samaraliroq va ekologik xavfsiz hisoblanadi.

O'zbekistonda mavjud tabiiy resurslardan nanomateriallar olish bo'yicha ilmiy izlanishlar boshlangani quvonarli hisoblanadi. Yaqin istiqbolda bu texnologiyalarni quyosh va shamol elektr stansiyalarida qo'llash orqali energiya uzluksizligi, ishonchliligi va iqtisodiy samaradorlik oshiriladi. Mahalliy ishlab chiqarish imkoniyatlarini kuchaytirish orqali texnologik mustaqillikka erishish mumkin. Shu bois, elektr energetika tizimida energiya zaxiralash texnologiyalarini modernizatsiya qilishda nanomateriallarga asoslangan tizimlar muhim rol o'ynaydi.

Adabiyotlar:

- [1] Energetika asoslari / T. Oripov, A. Ahmedov. – Toshkent: “O'zbekiston milliy ensiklopediyasi”, 2018. – 420 b.
- [2] Renewable Energy Storage: Technologies and Trends / A. D. Smith. – Energy Reports, 2022, Vol. 8, p. 123–136.
- [3] O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi 2023-yil hisobot materiallari – www.minenergy.uz
- [4] Shokirov S., “Zamonaviy akkumulyator texnologiyalari”, Energetika axborot byulleteni, 2021, №2, 16–20-bet.
- [5] Novoselov K. et al., "Graphene-based energy storage: recent progress", Nature Nanotechnology, 2020, Vol. 15(6), p. 563–574.
- [6] Xu Y., Li X., "Carbon Nanotube Hybrid Supercapacitors", Journal of Electrochemical Science, 2021, Vol. 12(4), p. 87–101.
- [7] Abdurahmonov I., Karimova M. “O'zbekiston resurslari asosida nanomateriallar sintezi”, O'zMU ilmiy axborotnomasi, 2022, №1, 52–58-bet.
- [8] Ulug'ov D., “Zarafshon vodiysida tabiiy nano xomashyolar”, Geologiya va Konchilik, 2021, №3, 28–32-bet.
- [9] Zhang J. et al., “Molybdenum Disulfide (MoS₂) in Energy Storage”, ACS Nano, 2022, Vol. 16(3), p. 4444–4458.
- [10] Energy storage technology comparison chart – U.S. Department of Energy, www.energy.gov