

QUYOSH PANELLARI YUZALARINI TOZALASH USULLARI VA ULARNI MONITORING QILISH ORQALI SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Nimatov Kamoliddin Baxriddinovich – assistant

E-mail: kamoliddinnimatov86@gmail.com, Tel: +998908720542

Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston.

Annotatsiya. Ushbu maqolada quyosh panellarini yuzasini qoplangan chang zarrachalaridan tozalash orqali uning elektr energiya ishlab chiqarish samaradorligini oshirish usullari yoritilgan. O‘zini-o‘zi tozalovchi va quyosh panellarini kuzatuvchi sistema, Mikrokontroller asosida quyosh panellarini avtomatik tozalash, Elektrostatik usulda changlarni tozalash, Mexanik tozalash usullari shular jumlasidan bo‘lib, bu usullardan elektrostatik usulda changlarni tozalash usuli boshqa usullarga nisbatan samaradorligi yuqoriligi tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar. Quyosh paneli, elektrostatik usul, changlanish, mikrokontroller, o‘zini-o‘zi tozalovchi va poylash tizimi, mexanik tozalash.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗА СЧЕТ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ И ИХ МОНИТОРИНГА

Ниматов Камолитдин Бахриддинович – ассистент

E-mail: kamoliddinnimatov86@gmail.com, тел: +998908720542

Каршинский инженерно-экономический институт, г.Карши, Узбекистан.

Аннотация. В этой статье рассматриваются способы повышения эффективности производства электроэнергии солнечными панелями, очищая их поверхность от частиц пыли, покрытых покрытием. Система самоочистки и мониторинга солнечных панелей, автоматическая очистка солнечных панелей на основе микроконтроллера, электростатическая очистка от пыли, механическая очистка методы включали, из этих методов был проанализирован электростатический метод удаления пыли с более высокой эффективностью по сравнению с другими методами.

Ключевые слова. Солнечная панель, электростатический метод, запыление, микроконтроллер, система самоочистки и полировки, механическая очистка.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF SOLAR PANEL SURFACES BY CLEANING METHODS AND MONITORING THEM

Nimatov Kamoliddin Baxriddinovich – assistant

E-mail: kamoliddinnimatov86@gmail.com, tel: +998908720542

Karshi engineering economics institute, Karshi, Uzbekistan.

Annotation. This article covers ways to improve the efficiency of its electrical energy production by cleaning the surface of solar panels from coated dust particles. This includes self-cleaning and solar panel monitoring system, automatic cleaning of solar panels based on microcontroller, electrostatic dust removal, mechanical cleaning

methods, electrostatic dust removal methods, from which electrostatic dust removal methods have been analyzed to be more efficient than other methods.

Keywords. Solar panel, electrostatic method, pollination, microcontroller, self-cleaning and cleaning system, mechanical cleaning.

Quyosh energiyasi toza va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan biri hisoblanadi. Quyosh energetikasi so‘nggi yillarda texnologik yaxshilanishlar tufayli ajoyib o‘shishni boshdan kechirdi, bu esa xarajatlarni kamaytirishga olib keldi va qayta tiklanadigan energiyani rivojlantirish va undan foydalanishni qo‘llab-quvvatlovchi hukumat qonun va qarorlari qabul qilindi, Bu borada O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 16 fevraldagi “2023 yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejavchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-57-son qarori qabul qilindi hamda mazkur qaror ijrosiga qaratilgan O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining joriy yil 14 iyundagi “Jismoniy shaxslar va tadbirkorlik subyektlari tomonidan qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalangan holda ishlab chiqarilgan elektr energiyasining ehtiyojdan ortiqcha qismini sotish tartibini belgilash to‘g‘risida” 247-son qarori qabul qilindi. Qaror loyihasiga ko‘ra qayta tiklanuvchi energiya manbalari qurilmalarini o‘rnatish, iste‘molchilarni muqobil energiyaga o‘tkazish va energiya tejamkor texnologiyalarni joriy qilish orqali 2023-yilda qo‘shimcha 5 mld. kW·soat elektr energiyasi ishlab chiqarish va 4,8 milliard metr kub tabiiy gazni iqtisod qilish ko‘zda tutilgan. Bundan tashqari umumiy quvvati 100 kW gacha bo‘lgan qayta tiklanuvchi energiya manbalari qurilmalarini o‘rnatgan jismoniy va yuridik shaxslar ushbu qurilmalar bo‘yicha mol-mulk solig‘i, qurilmalar bilan band bo‘lgan uchastkalar bo‘yicha yer solig‘i hamda yuridik shaxslar tomonidan umumiy tarmoqqa sotgan elektr energiyasi uchun olgan foydasidan hisoblanadigan foyda solig‘ini to‘lashdan ular foydalanishga topshirilgan paytdan e‘tiboran 3 yil muddatga, o‘rnatilayotgan quyosh panellarining quvvatiga nisbatan 25 foizdan kam bo‘lmagan quvvatga ega elektr energiyasini saqlash tizimi bilan o‘rnatilgan bo‘lsa — 10 yil muddatga soliqlaridan ozod etiladi;

Bundan tashqari 2023-yil 1-apreldan boshlab yagona elektr energetika tizimiga ulanish uchun berilgan texnik shartlarda ko‘rsatilgan quvvatdan yuqori bo‘lmagan qayta tiklanuvchi energiya manbalari qurilmalarini elektr tarmoqlariga ulashda qo‘shimcha texnik shart olish talab etilmaydi.

Dunyo rivojlanishining bugungi bosqichida energiyaga bo‘lgan talabning ortishi, energiya narxlarining doimiy oshib borishi tufayli zamonaviy, ekologik toza, energiya tejamkor texnologiyalar, hamda qayta tiklanuvchi energiyalardan foydalangan holda yashil energetikani rivojlantirish dolzarb masala hisoblanadi.

Hozirgi kunda butun dunyo bo‘yicha qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan ayniqsa quyosh energiyasidan foydalanish ko‘lami ortib bormoqda. Avstraliya, O‘rta sharq, Amerika Qo‘shma Shtatlari (AQSH), Yevropa va Xitoy kabi mamlakatlarda yuqori quvvatli quyosh fotoelektrik stansiyalari allaqachon o‘rnatilgan. Ushbu tadqiqot quyosh energiyasini rivojlantirish va joylashtirishning texnik, iqtisodiy va siyosiy jihatlarini tahlil qiladi. Maqolada faqat fotovoltaik (PV, quyosh radiatsiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr energiyasiga o‘tkazuvchi yarim o‘tkazgichli qurilma) qurilmalar va panellar tilga olinadi. Yaqin o‘tmishda quyosh energiyasining narxi tez pasaygan bo‘lsada, u hali ham an’anaviy energiya texnologiyalari narxidan ancha

yuqoriligicha qolmoqda. Oʻrnatilgan quyosh panellaridan foydalanish davomida maʼlum bir vaqt oʻtgandan soʻng ularning energiya samaradorligi sezilarli darajada pasayishi kuzatiladi. Bunga bir necha omillar sabab boʻlishi mumkin. Quyosh panellarining samaradorligiga panellar joylashgan lokatsiyaning iqlim sharoitlari ham taʼsir oʻtqazadi. Ishlab chiqaruvchi quyosh elementlari va panellarni sotuvga chiqarishdan avval ularni maxsus laboratoriyada sinab koʻradi. Koʻrsatkichlar quyosh panellari xarakteristikasining belgilangan standartlariga javob berishi lozim. Bundan tashqari quyosh panellarini samaradorligiga taʼsir qiluvchi quyidagi omillarni sanab oʻtamiz. Haroratning ortishi va panel yuzasining chang bilan qoplanashi hisoblanadi. Quyosh panellari yuzasida chang zarrachalarining toʻplanishi quyosh panellari samaradorligini sezilarli darajada pasaytiradi.

Panel yuzasini chang qoplashiga taʼsir qiluvchi omillar

- Quyosh panelining gorizontga nisbatan ogʻish burchagi va orientatsiyasi;
- Tashqi muhit harorati va namlik;
- Changning xossalari (changing turi biologik, elektrostatik va ximik xossalari, oʻlchami, shakli, ogʻirligi);
- Shamol tezligi;
- Joylashgan hudud xarakteristikalari (mahalliy daraxtlar, piyodalar va transport yoʻllari va havo ifloslanganligi);
- Panel yuzasidagi shishaning xarakteristikalari (panel yuzasining gʻadur-budurliigi, qoplama xususiyatlari).

Olingan natijalar va tadqiqotlar shuni koʻrsatadiki gorizont oʻrnatilgan quyosh panellari gorizontga nisbatan 45⁰ gradusda oʻrnatilganlariga qaraganda samaradoligi pastroq boʻladi. Namlik, harorat, joylashgan hududi, shamol tezligi, havoning islosganlik darajasi ham panel yuzasining changlanishiga ijobiy taʼsir koʻrsatadi. Bundan tashqari chang zarralarining biologik, elektrostatik, ximik xossalari, ularning shakli, oʻlchami va ogʻirligi chang toʻplanishiga olib keladigan omillardan hisoblanadi. Changlanish natijasida quvvat yoʻqotilishi chang zarralarining fizik va kimyoviy xususiyatlariga va geografik joylashuvga qarab ham oʻzgaradi.

Quyosh panellari yuzalarini tozalash metodlari tahlili

Oʻzini-oʻzi tozalovchi va quyosh panellarini kuzatuvchi sistema - quyosh panellarini oʻz-oʻzini tozalash va kuzatish mexanizmini oʻz ichiga olgan samaradorlikni oshirish uchun prototip tizimini ishlab chiqdilar (1-rasm). Ushbu model mos ravishda tozalash va kuzatish uchun doimiy elektr toki motorlaridan iborat. Tizimda panellarni avtomatik kuzatish va tozalashga yordam beruvchi mikrokontroller ham mavjud.

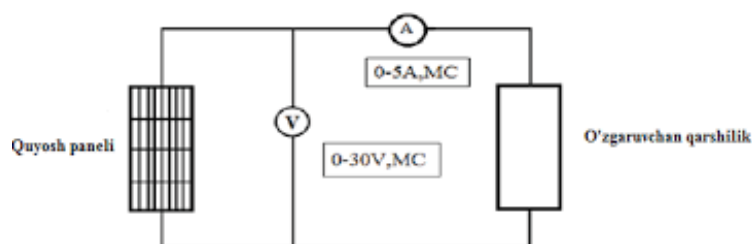


1-rasm. Oʻzini-oʻzi tozalovchi va poylash tizimiga ega quyosh fotoelektrik stansiyasi.

Mikrokontroller yorug‘likka bog‘liq resistor (YBZ) lardan ma’lumot oladi va buning asosida panelni tozalaydigan va quyoshni kuzatuvchi rezistor doimiy to‘g‘ridan-to‘g‘ri dvigatellarga buyruq beradi. Yorug‘likka bog‘liq rezistorlar qiymati yorug‘lik yoritilishiga asoslanadi. Agar qorong‘i bo‘lsa, qarshilik kuchayadi va yoritilgan yorug‘lik bilan qarshilik keskin kamayadi. Shuningdek, ular panellarni tozalash va quyoshni kuzatish algoritmini ishlab chiqishdi [4]. Quyidagi 2-jadvalda turli sinov sharoitlarida samaradorlik tafsilotlari keltirilgan.

Tizim parametrlari	Kuzatish mexanizmlil tozalangan quyosh paneli	Kuzatish tizimiga ega bo‘lmagan tozalangan quyosh paneli	Kuzatish tizimiga ega changlangan quyosh paneli	Kuzatish tizimiga ega bo‘lmagan changlangan quyosh paneli
Maksimal quvvati P_{max} [W]	7,48	6,39	3,99	2,819
Foydali ish koeffitsienti η , %	7,13	6,08	3,8	2,653

Mikrokontroller asosida quyosh panellarini avtomatik tozalash - Quyosh batareyasi uchun avtomatik tozalash vositasi sifatida ishlaydigan robot tomonidan taklif qilingan [5]. Robotda quyosh panellarining o‘lchamiga mos keladigan cho‘tkalar mavjud. Shuningdek, robot turli o‘lchamdagi panellarni ham tozalash uchun moslasha oladi. Tasma bilan bog‘langan o‘zgarimas tok motorlari cho‘tkalarni boshqaradi (2-rasm).



2-rasm. Mikrokontroller asosidagi Avtomatik tozalagichning blok diagrammasi

Elektrostatik usulda changlarni tozalash - chang zarralarini elektr usulda tozalash usullaridan biri bu elektrostatik usuldir. Gaofa Oyda zarrachalarni zaryad qilishning ikkita mexanizmini taklif qildi.

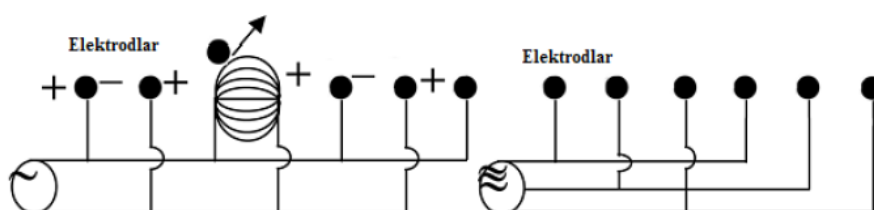
- 1) Ultra-binafsha nurlanishi ta’sirida fotoemissiya orqali zarrachalar yuzasidan chiqariladigan elektronlar
- 2) Triboelektrik zaryadlanish. Quyosh paneli yuzasida yuqori potentsial mavjud bo‘lganda, panel elektrostatik kuchlar tufayli zaryadsiz va zaryadlangan changlarni tortadi.

Quyosh paneli chang zarralarini zaryad qiladi. Ularning elektr zaryadlari bir xil bo‘lgani uchun, ular orasidagi elektrostatik kuchlar tufayli ular o‘rtasida itarilish bo‘ladi. Nihoyat, chang zarralari quyosh panellaridan uchib ketadi. Yomg‘irning ta’siri tufayli bu usul quyosh paneli tizimida cheklovlarga ega. Boshqa yana bir samarali

elektr changni tozalash usuli bu elektr parda usulidir.

Mazumder va boshqalar [6] q ni zarrachadagi elektrostatik zaryad sifatida qabul qildilar. Eksperimental ma'lumotlarga ko'ra, ikkala zarracha ham ekrandan zaryadlangan va zaryadsizlangan (3-rasmda ko'rsatilganidek). Dastlabki zaryadsiz ($q=0$) ekran yuzasiga yotqizilgan zarralar aniq elektrostatik zaryadga ega bo'ladi. Bu dielektroforez (zaryadning qutblanishi) orqali yoki a uchun zarrachani induksion zaryad orqali o'tkazish. Ushbu jarayonlar tufayli zarrachaga aniq kuch ta'sir qiladi, bu esa ekran yuzasida zarracha harakatiga olib keladi. Dielektroforetik-triboelektrifikatsiya natijasida zarrachalar tomonidan aniq zaryad olinadi va u ekran yuzasidan itarishni keltirib chiqaradi.

Zaryadli zarraga tez ta'sir qiluvchi elektrostatik kuch



3-rasm. Bir fazali elektr parda (chap tomon) Uch fazali elektr parda (o'ng tomon)

Mazumder va boshqalarning natijalari shuni ko'rsatadiki, uch fazali elektrodinamik ekran modeli bir fazali modelga qaraganda changni tozalash samaradorligini oshiradi. Rasmda elektrodlar oralig'i 1,27 mm bo'lgan Elektrodinamik ekran uchun chang zarralarini tozalash 90% samaradorligiga erishildi. Elektrodinamik ekranning ishlashi neytral va zaryadlangan zarralar uchun tahlil qilindi. Neytral zarralar uchun changni tozalash samaradorligi sinov ekranlari uchun yomonlashmagani kuzatildi.

Chang zarralarini mexanik usulda tozalash - mexanik changni tozalash tizimi turli usullarni o'z ichiga oladi ultratovushli haydash, puflash, cho'tkalash va tebranish kabilar kiradi [1]. Mexanik tebranishlar quyosh panellariga piezokeramik aktuatorlarni kiritish orqali chang zarralarini olib tashlashi mumkin. Shu sababli quyosh panellarining samaradorligi 95 foizga ko'tariladi.

Mazkur tizimni tozalash usullaridan biri shamol energiyasi bilan quyosh batareyasini tozalashdir. U samarali afzalliklariga ega, lekin ayni paytda yuqori energiya sarfi, past samaradorlik va puflagichga texnik xizmat ko'rsatishda qiyinchiliklar kabi kamchiliklarga ega. Mexanik tozalash qurilmasi mashinaning old oyna artgichlar singari cho'tkali tozalagichlardan iborat. Ushbu usulning qiyinchiliklari mavjud bo'lib, quyosh batareyalari ish muhiti yomon bo'lganligi sababli, mashinaga texnik xizmat ko'rsatishda ko'proq qiyinchiliklar mavjud. Bundan tashqari, bu usul changlarning kuchli yopishqoqligi tufayli samarasiz va ular kichik o'lchamlarga ega. Quyosh batareyasi cho'tka bilan artish tufayli shikastlanishi mumkin va quyosh batareyasi maydoni kattalashgani sayin tozalash mashinasi kuchliroq bo'lishi kerak.

Xulosa qilib aytganda, hozirgi kunda olimlar quyosh panellari samaradorligini oshirish uchun juda ko'plab tadqiqotlar olib borishmoqda. O'z navbatida panellar

yuzasidagi to‘plangan chang zarralarini tozalashning 10 dan ortiq usullari mavjud.

Tadqiqotlar natijasi shuni ko‘rsatadiki, quyosh paneli yuzasidagi chang zarralarini tozalashning eng samarali usullaridan biri bu elektrosatik kuch yordamida tozlash hisoblanadi. Chunki bu usulda panel yuzasidagi chang zarralarini tozalash samarasi boshqa usullarga solishtirganda ancha yuqori ekanligi tadqiqotlar natijasida kuzatilgan.

Bundan tashqari bu usulni ko‘proq cho‘l zonalarida joylashgan fotoelektrik stansiyalar uchun qo‘llash ancha samarali bo‘lishi mumkin. Bizga ma’lumki cho‘l zonalarida changlanish darajasi boshqa hududlarga nisbatan ancha yuqori hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

[1] He Gaofa, Zhou Chuande, Li Zelun, Review of Self-Cleaning Method for Solar Cell array, *Procedia Engineering*, Vol. 16, pp 640-645, 2011.

[2] Mani Monto, Pillai Rohit, Impact of dust on solar photovoltaic (PV) performance: Research status, challenges and recommendations, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.14, pp 31243131, 2010.

[3] Abhilash Bandam, Panchal Ashish K., Self-Cleaning and Tracking Solar Photovoltaic Panel for Improving Efficiency, *International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB16)*, IEEE, 2016.

[4] Mazumder M. K, et al., Self-Cleaning Transparent Dust Shields for Protecting Solar Panels and Other Devices, *Particulate Science and Technology*, Vol. 25:1, pp 5-20, 2007.

[5] Ibragimov, M., Akbarov, D., Fayziyev, M., Beytullaeva, R., Nimatov, K., & Safarov, K. S. (2023, March). Analysis of the methods of diagnosing asynchronous motors according to vibration indicators. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1142, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.

[6] Beitullaeva, R., Tukhtaev, B., Norboev, A., Nimatov, K., & Djuraev, S. (2023). Analysis of pump operation in common pressure pipelines using the example of the “Chirchik” pumping station. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 460, p. 08015). EDP Sciences.

[7] Fayziyev, M., Ochilov, Y., Nimatov, K., & Mustayev, R. (2023). Analysis of payment priority for electricity consumed in industrial enterprises on the base of classified tariffs. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 384, p. 01039). EDP Sciences.

[8] Usmanov, E., Kholikhmatov, B., Rikhsitillaev, B., & Nimatov, K. (2023). Device for reducing asymmetry. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 461, p. 01052). EDP Sciences.

[9] Bakhridinovich, Nimatov Kamoliddin. "ANALYSIS OF THE PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF PHOTOVOLTAIC SOLAR POWER PLANTS IN UZBEKISTAN." *JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES* 7.4 (2024): 1-8.

[10] Mirzanovich, Bayzakov Toxir, and Nimatov Kamoliddin Bakhridinovich. "Investigating Insects with Light Diode Lights for Fish Food." *The Peerian Journal* 6 (2022): 75-80.

[11] Bayzakov, T. M., Nimatov, K. B., Shodiev, B. T., & Rasulov, U. T. (2021). Ways to increase the efficiency of fisheries through the use of energy-efficient lighting systems. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 11(6), 412-415.

[12] Bayzakov, Takhir Mirzanovich, Kamoliddin Bakhritdinovich Nimatov, and Azizbek Botirovich Imomnazarov. "The importance of electric lighting and radiation systems in increasing the efficiency of fishing farms." *ASIAN JOURNAL OF MULTIDIMENSIONAL RESEARCH* 10.4 (2021): 262-265.