KREMNIY ASOSLI QUYOSH ELEMENTLARINING FOTOELEKTRIK PARAMETRLARINI EDIBON QURILMASI YORDAMIDA ANIQLASH

Sobirova Tursunoy Abdipatto qizi
Andijon davlat texnika instituti "Mashinasozlik ishlab chiqarishni avtomatlashtirish" kafedrasi assistenti
E-mail: tursunoy.sobirova.1993@mail.ru
Tel: +998772779353

Annotatsiya: Ushbu maqolada kremniy asosli quyosh elementlarining asosiy fotoelektrik parametrlari Edibon o'quv-laboratoriya qurilmasi yordamida tajribaviy usulda aniqlangan. Tadqiqot jarayonida quyosh elementining tok–kuchlanish (I–V) va quvvat–kuchlanish (P–V) xarakteristikalari turli yoritilish sharoitlarida o'lchandi. Olingan tajriba natijalari asosida qisqa tutashuv toki, ochiq zanjir kuchlanishi, maksimal quvvat nuqtasi, to'ldirish koeffitsiyenti va foydali ish koeffitsiyenti kabi muhim fotoelektrik parametrlar hisoblab chiqildi. Edibon qurilmasi yordamida olingan natijalar nazariy qiymatlar bilan solishtirilib, kremniy asosli quyosh elementlarining samaradorligi yoritilish intensivligi va haroratga bog'liqligi tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: kremniy asosli quyosh elementi, fotoelektrik parametrlar, Edibon qurilmasi, tok–kuchlanish xarakteristikasi, foydali ish koeffitsiyenti, to'ldirish koeffitsiyenti, quyosh energiyasi, qayta tiklanuvchi energiya.

Аннотация: В данной статье экспериментально определены основные фотоэлектрические параметры кремниевых солнечных элементов с использованием учебного лабораторного прибора Edibon. В ходе исследования были измерены вольт-амперные (I–V) и вольт-мощностные (P–V) характеристики солнечного элемента при различных условиях освещения. На основе экспериментальных результатов были рассчитаны важные фотоэлектрические параметры, такие как ток короткого замыкания, напряжение холостого хода, точка максимальной мощности, коэффициент заполнения и коэффициент полезной работы. Полученные с помощью прибора Edibon результаты были сопоставлены с теоретическими значениями, и был проанализирован зависимость эффективности кремниевых солнечных элементов от интенсивности освещения и температуры. Результаты исследования имеют большое значение для совершенствования образовательного процесса в области возобновляемых источников энергии и углубленного изучения характеристик солнечных элементов.

Ключевые слова: кремниевый солнечный элемент, фотоэлектрические параметры, устройство Эдибон, вольт-амперная характеристика, коэффициент полезной работы, коэффициент заполнения, солнечная энергия, возобновляемая энергия.

ISSN 3030-3907

Abstract: In this article, the main photovoltaic parameters of silicon-based solar cells were determined experimentally using the Edibon educational laboratory device. During the research, the current-voltage (I–V) and power-voltage (P–V) characteristics of the solar cell were measured under various illumination conditions. Based on the experimental results, important photovoltaic parameters such as short-circuit current, open-circuit voltage, maximum power point, filling factor, and useful work coefficient were calculated. The results obtained using the Edibon device were compared with theoretical values, and the dependence of the efficiency of silicon-based solar cells on illumination intensity and temperature was analyzed.

Keywords: silicon-based solar cell, photovoltaic parameters, Edibon device, current-voltage characteristic, useful work coefficient, filling coefficient, solar energy, renewable energy.

Kirish.

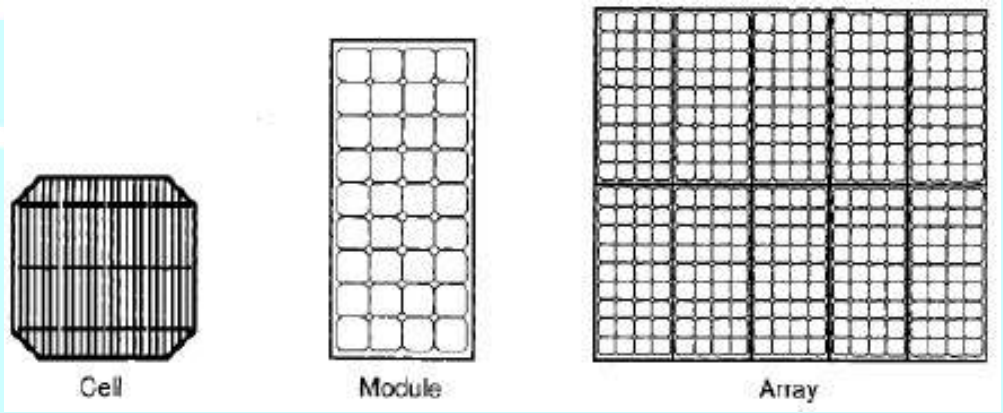
So‘nggi ikki asr davomida texnologik innovatsiyalar va aholi sonining o‘sishi tufayli butun dunyo xalqlari yuqori energiya iste’moliga odatlanib qolishdi. Hozirgi vaqtda butun dunyoda energiyaga bo‘lgan talab tez sur'atlar bilan o‘sib bormoqda. Energiya iste'moli ortib bormoqda, qayta tiklanmaydigan neft yoqilg‘i zaxiralari kamaymoqda. Yuqori energiya iste'moli umuman olganda, shuningdek, mintaqaviy va mahalliy darajada qanday ta'sir ko‘rsatayotganiga allaqachon guvoh bo‘lganmiz. Qazib olinadigan yoqilg‘i energiya manbalari suv, er va atmosferaning azot oksidi, oltingugurt va metan bilan ifloslanishining doimiy o‘sishiga olib keldi. Ko‘mir dioksidi (1988 yilda 6,3 trillion tonna) qazib olinadigan yoqilg‘ining yonishi paytida ajralib chiqadigan issiqxona effektini hosil qiluvchi gazlar orasida eng ko‘p so‘rilgan komponent hisoblanadi. Atmosferaga bunday ta'sir keyingi asrning o‘rtalariga kelib 1,5 dan 4,5 darajagacha isishiga olib kelishi mumkin. Bu isish qishloq xo‘jaligi, o‘rmonlar, yovvoyi tabiat, qirg‘oq jamoalari va inson hayotining umumiy sifati uchun potentsial halokatli oqibatlarni o‘z ichiga oladi. Energiya iste'molining tez o‘sishi va qazib olinadigan yoqilg‘idan foydalanish natijasida atrof-muhitning buzilishi bilan, qazib olinadigan yoqilg‘iga alternativalarni izlash muqarrar edi. Energiyadan foydalanishning ijtimoiy xarajatlari nuqtai nazaridan, qayta tiklanadigan manbalar uzoq vaqtdan beri qazib olinadigan yoqilg‘i va atom energiyasidan ustun bo‘lib kelgan. Mavjud texnologiya va qayta tiklanadigan energiya narxining oshishi bilan ko‘proq barqaror energiyadan foydalanishni boshlash vaqti keldi.

Quyosh energiyasi ekologik toza, cheksiz va iqtisodiy jihatdan istiqbolli energiya manbalaridan biri hisoblanadi. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda kremniy asosli quyosh elementlari keng qo‘llanilib, ularning yuqori ishonchliligi va texnologik qulayligi sanoatda yetakchi o‘rinni egallaydi. Kremniy asosli quyosh elementlarining samaradorligi ularning fotoelektrik parametrlari —

ISSN 3030-3907

ochiq zanjir kuchlanishi, qisqa tutashuv toki, maksimal quvvat, to‘ldirish koeffitsiyenti va foydali ish koeffitsiyentiga bevosita bog‘liqdir. Ushbu parametrlarni aniqlash va tahlil qilish quyosh elementlarining ishlash mexanizmini chuqur tushunish hamda ularning samaradorligini oshirish yo‘llarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi. Fotovoltaik (PV) effekt - bu ikkita o‘xshash bo‘lmagan materialning umumiy birikmasi foton nurlanishi bilan yoritilganda yuzaga keladigan elektr potentsiali. Shunday qilib, fotovoltaik elementlar yorug‘likni to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr energiyasiga aylantiradi.

Tadqiqot usullari. Fototokni yig‘ish uchun har ikki tomonda metall kontaktlar mavjud. Fotoelementning pastki (qorong‘u) kontakt tomonida fotonlar tomonidan induktsiya hodisasi sodir etilganda hosil bo‘lgan elektr tokini yig‘adi va ustki kontaktiga supero‘tkazuvchilardan tuzilgan materiallar qo‘yiladi. Qolgan yuqori yuzadagi yupqa supero‘tkazuvchilar zaryadlarning oqimini to‘playdi va yorug‘likni uzatadi. Kontaktlarda supero‘tkazuvchilar va o‘tkazgichlar orasidagi masofa, elektr o‘tkazuvchanligini maksimal darajada oshirish va yorug‘lik blokirovkasini minimallashtirish o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni aniqlaydi. Asosiy elementlarga qo‘shimcha ravishda dizayni uchun yaxshi ishlashi uchun bir nechta funktsiyalar ham kiritilgan. Misol uchun, kameraning old tomoni yorug‘likni iloji boricha ko‘proq qabul qilish uchun yorug‘likni akslantirishini kamaytiruvchi qoplamaga ega, mexanik himoya bilan ta'minlangan, shaffof yopishtiruvchi qopqoq slipi bilan qoplangan.



1-rasm. Quyosh elementi va ularning ulash orqali quyosh modelini umumiy xosil qilish

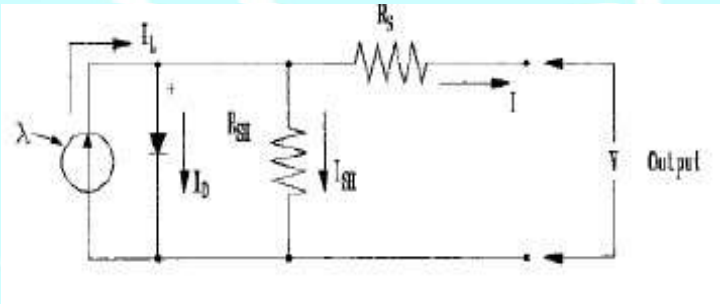
Yuqorida tavsiflangan quyosh batareyasi tizimi fotovoltaik energiyaning asosiy qurilish blokidir. Odatdagi quyosh elementlari bir necha kvadrat dyum kattalikda va taxminan bir vatt elektr energiyasi ishlab chiqaradi. Yuqori quvvatga ega bo‘lish uchun ushbu elementlarning ko‘pchiligi bir necha kvadrat metr maydonga ega panelda (modulda) ketma-ket va parallel sxemalarda ulanadi. Quyosh massivi zarur oqim va kuchlanishni ishlab chiqarish uchun ketma-ket parallel kombinatsiyalarda elektr bilan bog‘langan bir nechta modullar/ panellar guruhi sifatida aniqlanadi. Tomga o‘rnatilganda, modullar odatda to‘g‘ridan-to‘g‘ri

ISSN 3030-3907

tomga yotqiziladi. Amorf kremniy texnologiyasining rivojlanishi bilan PV elementlarni an'anaviy modellarini birma-bir almashtirib, material va mehnatni tejashni ta'minlaydigan modellarga aylantirilishi mumkin.

Edibon tizimining elektr ekvivalent sxemasi:

Quyosh batareyasining murakkab fizikasi quyidagi rasmda ko‘rsatilgan ekvivalent elektr zanjiri bilan ifodalanishi mumkin.



2-rasm Edibon tizimining elektr ekvivalent sxemasi.

Sxema parametrlari quyidagicha. Chiqishdagi tok kuchi (I) yorug‘lik hosil qilgan tok kuchi (I_L) dioddan o‘tayotgan tok kuchi (I_D) va shunt qarshilikdan o‘tayotgan tok kuchi (I_{SH}) ga teng. Seriyali qarshilik (R_S) sxemaning ichki qarshiligi bo‘lib, p-n o‘tish chuqurligiga, aralashmalarga va kontakt qarshiligiga bog‘liq. Shunt qarshiligi (R_{SH}) fotoelementdagi tok kuchiga teskari proportsionaldir. Ideal fotovoltaik elementlarda $R_S = 0$ (ketma-ket yo‘qotishlar yo‘q) va $R_{SH} = \infty$ (tok kuchi deyarli nolga teng). Odatda bir kvadrat dyumli yuqori sifatli kremniyli fotoelementlarda $R_S = 0{,}05$ dan $0{,}10$ Omgacha va $R_{SH} = 200$ dan 300 Omgacha. Fotoelektrik konversiya samaradorligi R_S dagi kichik o‘zgarishlarga sezgir, lekin R_{SH} o‘zgarishlariga sezgir emas. R ning kichik o‘sishi PV chiqishini sezilarli darajada kamaytirishi mumkin. Ekvivalent sxemada tashqi yukga beriladigan tok kuchi yorug‘lik (I_L), dioddagi tok kuchi (I_D) va shunt qarshilikdagi tok kuchi (I_{SH}) tomonidan ishlab chiqarilgan tok kuchiga teng. Fotoelementning salt ishlash kuchlanishi (V_{oc}) qarshilikdagi tok nolga teng bo‘lganda olinadi (ya'ni I = 0) va quyidagicha aniqlanadi:

$$V_{oc}=V+IR_{SH} \qquad (1)$$

Dioddagi umumiy tok diod uchun klassik ifoda bilan berilgan:

$$I_d = I_D\left[\frac{QV_\infty}{AKT}-1\right] \qquad (2)$$

Bu yerda: I_D=dioddan o‘tayotgan tok kuchi

Q=elektron zaryadi

A=egri chiziqli bog‘lanishda doimiy son

T=temperatura (K)

Shuning uchun qarshilikdan o‘tayotgan tok quyidagicha ifodalanadi

$$I = I_L - I_D\left[e^{\frac{QV_{OC}}{AKT}}-1\right]-\frac{V_{OC}}{R_{SH}} \qquad (3)$$

ISSN 3030-3907

Oxirgi atama, shunt qarshilikdagi tok, I_L va I_D bilan solishtirganda amaliy fotoelementlarda kichikdir va uni e'tiborsiz qoldirish mumkin. Shunday qilib, diodning to‘yinganlik toki qorong‘uda V_{oc} kuchlanishini qo‘llash va fotoelement ichida oqayotgan tokni o‘lchash orqali eksperimental tarzda aniqlanishi mumkin. Ushbu diodning to‘yinganlik toki ko‘pincha qorong‘ulik toki yoki teskari tok deb ataladi.

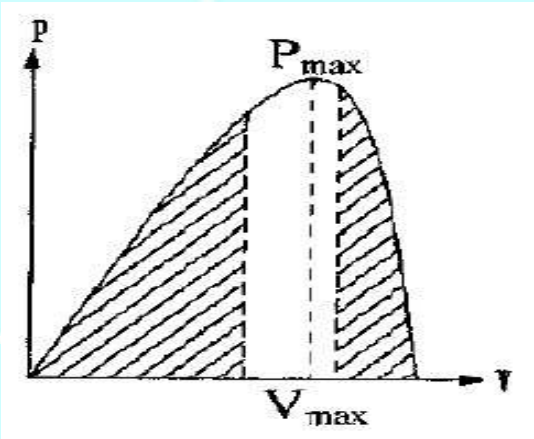
Natijalar. Elementning elektr xususiyatlarini tavsiflash uchun keng qo‘llaniladigan ikkita eng muhim parametrlar salt ishlash kuchlanish (V_{OC}) va qisqa tutashuv tokidir (I_{sc}). Qisqa tutashuv toki chiqish elementlarini qisqartirish va to‘liq yorug‘lik ostida fotoelement tokini o‘lchash orqali o‘lchanadi. Nol kuchlanishdagi kichik diod va zanjirda tokning harakatlarini e'tiborga olmasak, bu holatda qisqa tutashuv toki fototokka teng bo‘lib, maksimal qiymatga erishadi (I_L). Maksimal fotovoltaik salt ishlash kuchlanishi ostida yaratiladi. Shunga qaramay, zanjirning ochiq qismidan tok o‘tishini hisobga olmaganda, I = 0 da salt ishlash kuchlanishi uchun tenglama quyidagi qarshiliksiz kuchlanishni beradi:

$$V_{OC} = \frac{AKT}{Q} Log_n\left(\frac{I_L}{I_D} + 1\right) \qquad (4)$$

Doimiy (KT/Q) kuchlanishda ifodalangan formula normal harorat uchundir (300 ° K = 0,026 volt). Amaliy fotovoltaik elementlarda fototok (I_L) teskari to‘yinganlik tokidan (I_D) bir necha marta kattaroqdir. Shuning uchun, salt ishlash kuchlanishi (KT/Q) qiymatidan juda ko‘p marta katta. Doimiy yoritishni nazarda tutadigan bo‘lsak, I_L/R_D fotoelement haroratining funktsiyasidir va bu odatda quyosh elementi manfiy ochiq kontaktlarning zanglashiga olib keladigan harorat koeffitsientini ko‘rsatadi.

I-V va P-V egri chiziqlari. Fotoelementning elektr xarakteristikasi odatda tok kuchining kuchlanishga bog‘liqlik egri chizig‘i bilan ifodalanadi (I-V).

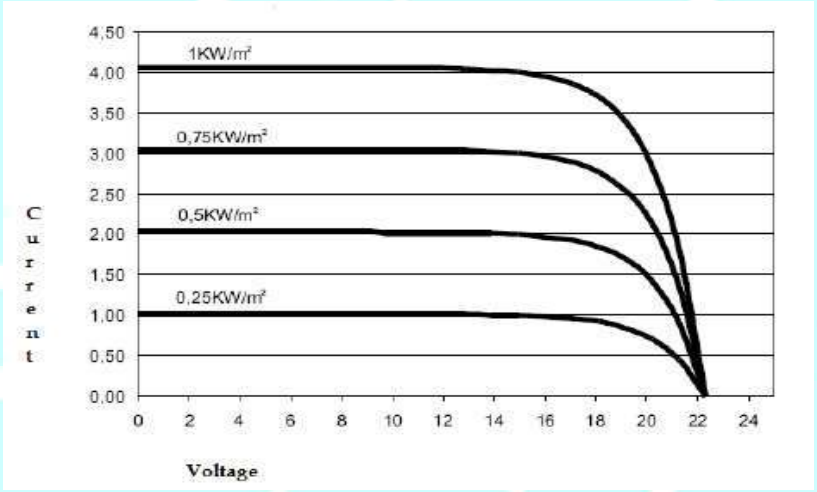
Panelning chiqish quvvati chiqish kuchlanishi va tok kuchining mahsulotidir.



3-rasm Quyosh elementini quvvatini kuchlanishiga bog‘liqligi

ISSN 3030-3907

3-rasmda quvvatni kuchlanishga bog‘liqlik funktsiyasi grafigi ko‘rsatilgan. Fotoelement nol kuchlanish yoki nol tok kuchida quvvat ishlab chiqarmaydi va I-V xarakteristikasining uzilish nuqtasiga mos keladigan kuchlanishda maksimal quvvat ishlab chiqaradi. Shuning uchun fotovoltaik quvvat davrlari modullar burilish nuqtasiga yaqin, bir oz chapda ishlaydigan qilib ishlab chiqilgan. Fotovoltaik modullar taxminan elektr tizimini tahlil qilishda doimiy oqim manbai sifatida modellashtirilgan



4-rasm Quyosh panelinng turli xil quvvatlarda VAXi 25°C uchun

Rasmda 66 Vt panelning I-V egri chiziqlari ko‘rsatilgan (Quyosh yoritilishining to‘rtta intensivligida: 1000 Vt / m^2, 750 Vt / m^2, 500 Vt / m^2 va 250 Vt / m^2). Bu egri chiziqlar AM1,5 (havo massasi 1,5) ga tegishli. Nol havo massasi (AM0) quyosh radiatsiyasi 1350 Vt/m^2 bo‘lgan kosmosdagi sharoitlarni ifodalaydi. AM1 modelning ideal holatini (toza va quruq havo, musaffo osmon, peshin) ifodalaydi. Quyosh nuri yerga yetib borish uchun eng kam qarshilikni boshdan kechirganda, o‘rtacha namlik va havo ifloslanishi bilan odatdagi kunda biz topadigan havo AM1,5 ni tashkil qiladi, bu boshlang‘ich qiymat sifatida qabul qilinadi. AM1.5 bilan musaffo kunning normal holatida quyosh energiyasi intensivligi taxminan 1000 Vt/m2 ni tashkil qiladi. Bulutli kunda u pastroq bo‘ladi (taxminan 500 Vt/m^2). Quyosh intensivligi sanoat hisobot berish uchun foydalanadigan yana bir mezondir.

Fotoelementning fotokonversiya samaradorligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta = \frac{elektrquvvati}{tushayotganquyoshquvvati} \qquad (5)$$

Shubhasiz, yuqori samaradorlik ma'lum bir yorug‘lik uchun yuqori quvvat hosil bo‘lishiga olib keladi.

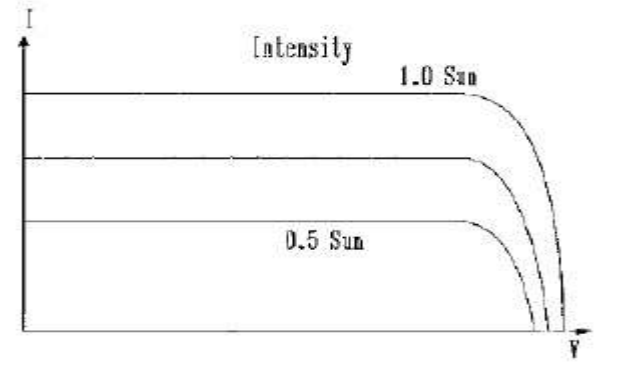
Quyosh paneli dizayniga ta'sir qiluvchi omillar:

1. Quyosh nurlanishining intensivligi.
2. Quyosh chizig‘ining burchagi yoki quyosh panelining qiyaligi.
3. Maksimal quvvat bilan qarshilikni moslashtirish.

ISSN 3030-3907

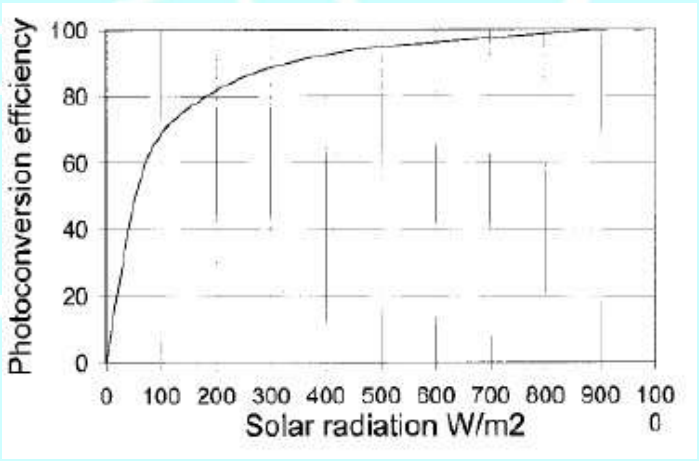
4. Ishlash harorati.

Fototok qiymati to‘liq yorqin quyoshda (1,0 quyosh) maksimaldir. Qisman quyoshli kunda fototok quyoshning intensivligiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri proportsional ravishda kamayadi. I-V egri chiziq pastga siljiydi, natijada quyosh hosil qilayotgan fototok ham pastroq bo‘ladi. quyidagi rasmda intensivlik va kuchlanish orasidagi bog‘liqlik ko‘rsatilgan.



5-rasm Turli xil intensivlikda VAX

Bulutli kunda qisqa tutashuv toki sezilarli darajada kamayadi va salt ishlash kuchlanishning kamayishi ahamiyatsiz bo‘lib qoladi. Elementning fotokonversiya samaradorligi amaliy ish diapazonida quyosh nurlanishiga sezgir emas.



6-rasm Elementning fotokonversiya samaradorligini quyosh radiatsiyasiga bog‘liqligi

6-rasm 500 Vt/m^2 va 1000Vt/m^2 da samaradorlik deyarli bir xil ekanligini ko‘rsatadi.. Bu shuni anglatadiki, konversiya samaradorligi yorqin quyoshli kunda va bulutli kunda bir xil bo‘ladi. Shunchaki fotoelementga kamroq quyosh energiyasi ta'sir qilgani uchun biz faqat bulutli kunlarda kamroq quvvat ishlab chiqaramiz.

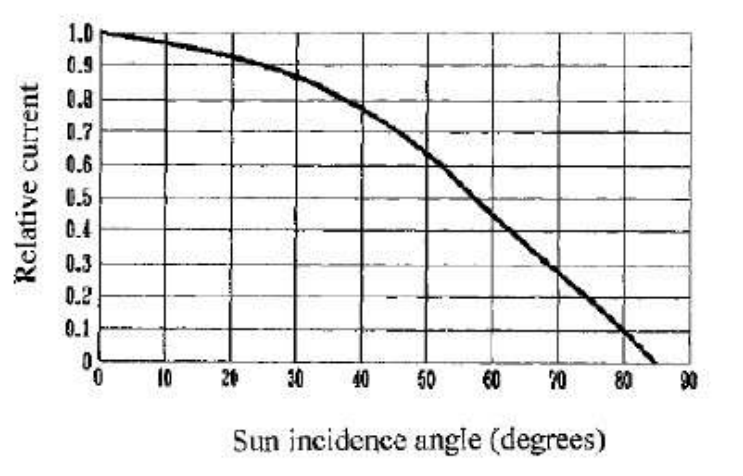
Fotoelementning chiqish toki quyidagicha ifodalanadi:

$$I = I_0 \cos\theta \qquad (6)$$

Bu erda I_0 – fotoelementga tushayotgan quyosh nuri hosil qiladigan tok kuchi va θ - normaldan o‘lchangan quyosh chizig‘ining burchagi. Kosinuslarning bu

ISSN 3030-3907

qonuni 0° dan taxminan 50° gacha bo‘lgan quyosh burchaklari uchun yaxshi amal qiladi. 50 ° dan ortiq elektr quvvati kosinus qonunidan sezilarli darajada chetga chiqadi va Fotoelement 85° dan so‘ng quvvat ishlab chiqarmaydi, lekin matematik kosinus qonuni bo‘yicha 7,5 foiz energiya ishlab chiqarishi kerak bo‘lsa ham. PV elementning burchagiga bog‘liqlik egri chizig‘i Kelli kosinesi deb ataladi va uni quyidagi rasm va jadvalda ko‘rishimiz mumkin.



7-rasm Quyosh nurini fotoelementga yutilshini quyosh nurini tushish burchagiga bog‘liqligi

Kelli qonuni orqali olingan natijalarni quyidagi jadvalda ko‘rishimiz mumkin:

1-Jadval.

Tushish burchagini samaradorlikka ta’siri

quyosh burchagi darajalari	matematik kosinus qiymati	kelly kosinus qiymati
30	0.866	0.866
50	0.643	0.635
60	0.500	0.450
80	0.174	0.100
85	0.087	0

Quyosh nuri yo‘nalishiga xalaqit beradigan struktura tufayli, agar uzun torli chiziqdagi fotoelement butunlay xiralashgan bo‘lsa, u kuchlanishni yo‘qotadi, lekin baribir boshqa to‘liq ishlaydigan fotoelementlar bilan ketma-ket bo‘lganligi sababli simdagi tokni olib yurishi kerak. Ichki ishlab chiqarilgan kuchlanishsiz fotoelement quvvat ishlab chiqara olmaydi. Buning o‘rniga, u qarshilik sifatida ishlaydi hamda I^2Rt yo‘qotish yoki issiqlik hosil qiladi. Qatordagi qolgan fotoelementlar soyali fotoelementning kuchlanish yo‘qotilishini qoplash uchun yuqori kuchlanishda ishlashi kerak. Yaxshi ishlaydigan fotoelementlardagi yuqori kuchlanish elementning I-V egri chizig‘iga ko‘ra pastroq tok kuchi bo‘lishini anglatadi. Bu 48-rasmning pastki chap burchagida ko‘rsatilgan. Hozirgi yo‘qotish

ISSN 3030-3907

soyali maydonga mutanosib emas va kichik maydonda zaif soya tufayli e'tiborga olinmasligi mumkin. Biroq, agar kritik chegaradan ko‘proq fotoelementlar soyalangan bo‘lsa, I-V xarakteristikasi elementning ish kuchlanishidan past bo‘ladi, bu esa element tokining nolga tushishiga olib keladi va elementning barcha quvvatini yo‘qotadi. Soya yo‘qotilishini bartaraf etish uchun, keng tarqalgan, foydalaniladigan usul 49-rasmda ko‘rsatilganidek, kontaktlarning zanglashiga olib keladigan diodlarni chetlab o‘tib, bir necha segmentlarga bo‘lish kerak. Soyali segmentdagi diod faqat fotoelementning o‘sha segmentini o‘tkazadi. Bu elementning butun quvvatini yo‘qotmasdan, simli kuchlanish va tokning mutanosib ravishda yo‘qolishiga olib keladi. Ba'zi zamonaviy PV modullarida bunday o‘rnatilgan o‘tkazuvchili diodlari mavjud.

Xulosa. Shunday qilib, sovuq harorat quyosh batareyasi uchun yaxshiroqdir, chunki u ko‘proq quvvat ishlab chiqaradi. Biroq, ikkita P_{max} maksimal quvvat bir xil kuchlanishga mos kelmaydi. Barcha haroratlarda maksimal quvvatni olish uchun PV tizimi modulning chiqish kuchlanishini V_2 gacha oshirish uchun mo‘ljallangan bo‘lishi kerak. P_{max2}ni pastroq haroratda ushlash kerak va yuqori haroratda P_{max1} ni olish uchun V_1 ga kamayishi kerak bo‘ladi. Ma’lumotlar shuni ko‘rsatdiki, yoritilish intensivligi ortishi bilan quyosh elementining qisqa tutashuv toki deyarli chiziqli ravishda oshadi, ochiq zanjir kuchlanishi esa nisbatan sekin o‘zgaradi.

Bu esa qayta tiklanuvchi energiya manbalari bo‘yicha mutaxassislar tayyorlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur tadqiqotda Edibon qurilmasi yordamida kremniy asosli quyosh elementlarining asosiy fotoelektrik parametrlari tajribaviy aniqlandi. Olingan natijalar quyosh elementlarining samaradorligi yoritilish sharoitlariga bevosita bog‘liqligini ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Azimov M. Yarimo‘tkazgichlar fizikasi. 1974 yil.
2. Akramov H va b. Yarimo‘tkazgichlarda fotoelektrik hodisalar. T. 1994 yil.
3. Sobirova T. Quyosh panellaridagi yarimo‘tkazgichli materiallarning ahamiyati //Евразийский журнал технологий и инноваций. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 75 84.
4. Karimov I.N., Ermatov Sh , Nosirov M.Z., Abduazimov B.A —Lazer fizikasi va texnikasi‖- Andijon, 2016, 57c
5. Sobirova, T. (2023, April). Advantages of nanotechnology and its role in the industry. In International Conference On Higher Education Teaching (Vol. 1, No. 1, pp. 71-75) IYUL 2025/7 Development of science Volume 1 240 ISSN 3030-3907
6. Sobirova, T. A. (2022). Yarimo‘tkazgichli lazerlar. Экономика и социум, (6 1 (97)), 1181-1187.

ISSN 3030-3907

7. Sobirova, T. A. (2024). IMPORTANCE OF SEMICONDUCTOR MICROCIRCUITS IN MICROELECTRONICS AND INDUSTRY. Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology. Volume 8 (477-482)
8. Sobirova Tursunoy Abdipatto qizi. (2024). DEFECTS IN CRYSTALS AND THEIR PROPERTIES. Ethiopian International Journal of Multidisciplinary Research, 11(05), 246–250.
9. Sobirova Tursunoy. (2024). Efficient use of energy resources in the agricultural field, electrification of the field. Yashil Iqtisodiyot Va Taraqqiyot, 2(12), 8–13. https://doi.org/10.5281/zenodo.14607924

ISSN 3030-3907