

8. Rahmonberdievich, R. G. (2016). Physical principles of dry vegetables fruit products under the influence of Infrared. *European science review*, (9-10), 203-205.
9. Рахматов, Г. Р. (2018). НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СУШКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ. In *ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ И ПОТЕНЦИАЛ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ* (pp. 94-98).
10. Рахматов, Г. Р. (2016). Влияние импульсного ИК-излучения на процесс сушки и качество волокна хлопка-сырца. *European research*, (10 (21)), 24-25.
11. Онарқулов, К., & Рахматов, Г. НАМЛИКНИ КАМАЙТИРИШДА АЙРИМ УСУЛЛАР. *ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ*, 293.
12. Rakhmatov, G. R. (2016). Installation of the IR dryer of raw cotton. *European Science Review*, (5-6), 185-186.
13. Рахматов, Г. Р. ИНФРАКРАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СУШКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ. *ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ Заҳириддин Муҳаммад Бобур номидаги Андижон давлат университети*, 239.
14. Gulomjon, R. (2022). ИНФРАҚИЗИЛ НУРЛАНИШ АСОСИДАГИ СИНОВ ҚУРИЛМАНИНГ ТЕХНИК КАТТАЛИКЛАРИНИ АСОСЛАШ. *Физико-технологического образования*, (6).
15. Рахматов, Г. Р. (2017). *Некоторые изменения в сушке волокна* (Doctoral dissertation, Белорусско-Российский университет).

## ИССИҚ ИҚЛИМ МИНТАҚАЛАРИДА ФОТОЭЛЕКТРИК ВА ФОТОИССИҚЛИК БАТАРЕЯЛАРИДАН БИРГАЛИКДА ФОЙДАЛАНИШ

Ш.Н. Абилфайзиев

Термиз давлат университети

**Аннотация:** Ушбу ишда фотоэлектрик батарея салт юриш кучланишининг ҳарорат таъсирида ўзгариши, ҳамда кучланишининг ҳарорат коэффициентига боғланиш ифодаси келтирилган. Бундан ташқари, тадқиқотда хонадонларда ўрнатилган кичик қувватли автоном фотоэлектрик станцияларда ёз фаслида аккумуляция тизимида вужудга келадиган муаммоларни, фотоэлектрик ва фотоиссиқлик батареяларидан биргаликда фойдаланиш орқали бартараф этиш усули келтирилган.

**Калит сўзлар:** фотоэлектрик батарея, фотоиссиқлик батарея, салт юриш кучланиши, ҳарорат коэффициенти, вольт-ампер характеристика, ҳарорат.

Маълумки, қуёш панеллари ишлаб чиқарувчилар томонидан фотоэлектрик батареялар (ФЭБ) га бириктирилган сифат сертификат ёрлиғидаги электр кўрсаткичлари фақат стандарт синов шароитида ( $STC$ ,  $E=1000 \text{ W/m}^2$ ,  $T=25^{\circ}\text{C}$ ) шароити учун келтирилган бўлади. Аммо, панел ҳарорати  $25^{\circ}\text{C}$  дан ўзгарган ҳар бир градусда салт юриш кучланиши (СЮК) нинг қиймати ўзгариб борганлиги сабабли, ФЭБ ишлаб чиқарувчилари томонидан ҳар бир қуёш панели учун СЮК нинг ҳароратга боғланган “ҳарорат коэффициенти” параметрини белгилайди ва сертификат ёрлиғига киритади. (1-расм).



**1-расм. “RENOGY” фирмаси томонидан ишлаб чиқарилган ФЭБ нинг сертификат ёрлиги**

Юқорида келтирилган расимдан кўришимиз мумкинки ФЭБ STC шароитида ишлаганда максимал  $P_{max}=100W$  қувват ҳосил қилади. Бу келтирилган қувват, максимал қувват нуктасидаги ток ( $I_{max}=6,25A$ ) ва кучланиш ( $U_{max}=16V$ ) кўпайтмасининг натижасига тенг.

$$P_{max} = I_{max} \cdot U_{max} = 6,25A \times 16V = 100W. \quad (1)$$

1-расмда келтирилган сертификат қоғозида шунинингдек СЮК  $U_{oc}=20V$  эканлигини кўрсатади. Бу кўрсатгач ФЭБ нинг контактларига (STC шароитида) тўғридан-тўғри вольтметр улаш орқали аниқланган. Юқорида келтирилган сертификат ёрлигидан кўриниб турибдики ФЭБ нинг СЮК, максимал қувват нуктасидаги кучланишдан  $4V$  га юқори. Шунингдек ёрликда келтирилган СЮК нинг ҳарорат коэффициенти (Temp Coefficient of  $U_{oc}$ )  $k = -0,30\%/^{\circ}C$  эканлиги келтирилган (1-расм). Бу “ҳарорат коэффициенти” ни ФЭБ ларнинг ҳароратларининг ишлаш чегараларида уларнинг кучланишларини қандай чегараларда ўзгартиришига тўхталиб ўтамыз.

ФЭБ ларнинг сертификат ёрликларида уларнинг иш ҳарорат оралиғи кўрсатилган бўлса-да, яхши ФЭБ ишлаб чиқарувчиларнинг кўпгина стандарт панеллари  $-40^{\circ}C$  ва  $+90^{\circ}C$  гача бўлган ҳароратда ишлашга қодир.

Шубҳасиз  $-40^{\circ}C$  арктик шароитдир, лекин фараз қилайлик маълум ҳудуд учун энг совуқ ҳарорат (куёшли кунда)  $-40^{\circ}C$  бўлсин. Ушбу паст ҳароратда ФЭБ нинг максимал СЮК қандай қиймат ҳосил қилишини ҳисоблайлик (маълум ҳудуднинг максимал паст ва юқори ҳароратларини интернетдан фойдаланиб аниқлаш мумкин).

– юқорида (1-расм) келтирилган ФЭБ нинг СЮК  $U_{oc}=20V$  эди;

–STC шароитидаги ФЭБ ҳарорати ( $T_0=25^{\circ}C$ ) ва энг паст ҳарорат ( $T=-40^{\circ}C$ ) ўртасидаги фарқни ҳисоблаймиз:

$$\Delta T = T_0 - T = 25^{\circ}C - (-40^{\circ}C) = 65^{\circ}C, \text{ ни ташкил этмоқда;}$$

–ФЭБ нинг ҳарорат коэффициенти (Temp coefficient of  $U_{oc}$ )  $k=-0,30\%/^{\circ}C$  эканлиги (1-расмда) келтирилган;

– агар  $U_{oc}=20V$  бўлса, ҳарорат  $1^{\circ}C$  га ўзгарганда СЮК нинг ҳарорат коэффициенти сабабли ўзгаришини қуйдагича ҳисоблаймиз:

$$\Delta U = \frac{U_{oc}}{P_{max}} \cdot k \quad (2)$$

Бунда,  $k$ – кучланиш ўзгаришининг ҳарорат коэффициенти,  $P_{max}$ – ФЭБ нинг максимал қуввати.

$$\Delta U = \frac{20V}{100} \cdot 0,3 = 0,06V \text{ га ўзгаради.}$$

Агар ҳарорат ( $T_0=25^{\circ}C$  нисбатан)  $1^{\circ}C$  га пасайганда СЮК  $\Delta U=0,06V$  га ортса,  $-40^{\circ}C$  ҳароратда, (бунда температуралар фарқи  $\Delta T=65^{\circ}C$  ни ташкил қилди) СЮК нинг ортиши

қуйдагича ҳисоблаймиз:  $\Delta T \cdot \Delta U = 3,9 V$  ни ташкил қилади. Натижада  $-40^{\circ}C$  ҳароратда СЮКнинг умумий қиймати,

$$20 V + 3,9 V = 23,9 V \text{ бўлади.}$$

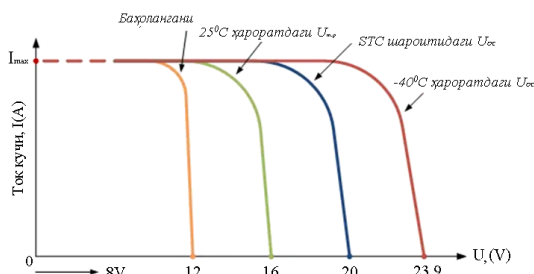
Яъни, бу натижани қуйдаги 3-формула орқали ҳам ҳисоблаш мумкин [1].

$$U_{(T)} = U_{oc} \cdot \left[ 1 - \frac{\Delta T}{P_{max}} \cdot k \right] \quad (3)$$

$$U_{(T)} = 20V \cdot \left[ 1 - \frac{65^{\circ}C}{100} \cdot (-0.3) \right] = 20V \cdot [1 + 0.195] = 23,9V$$

Шундай қилиб, 1-расмда келтирилган 100W қувватли ФЭБ 12 V ли қуёш панели сифатида сотилса-да, унинг STC ( $E = 1000 \frac{W}{m^2}, T_0 = 25^{\circ}C$ ) шароитида максимал қувват нуқтасидаги кучланишининг қиймати  $U_{mp} = 16V$ , СЮК  $U_{oc} = 20V$ . Аммо, унинг ҳаддан ташқари паст ҳароратда ( $-40^{\circ}C$ ) СЮК  $U_{oc} = 23,9V$  ни ташкил этмоқда.

Бундан келиб чиқиб, STC шароитидаги ҳароратга ( $T_0=25^{\circ}C$ ) нисбатан, атроф-муҳит ҳарорати пасайиши билан ФЭБнинг СЮК ортишига олиб келишини кўришимиз мумкин (2-расм).



**2-расм. Паст ҳароратнинг ( $25^{\circ}C$  га нисбатан) кучланиш ўзгаришига таъсири**

Бирок, ФЭБ иссиқ иқлим шароитида юқори ( $25^{\circ}C$  дан) ҳароратда ишлаганда бунинг акси бўлади. Масалан, ФЭБнинг максимал иш ҳарорати ( $+90^{\circ}C$ ) даги кучланиш ўзгаришини кўриб чиқамиз. Бунинг учун юқорида келтирилганидек STC шароитидаги ФЭБ ҳарорати ( $T_0=25^{\circ}C$ ) ва энг юқори ҳарорат ( $T=+90^{\circ}C$ ) ўртасидаги фарқ:  $\Delta T = T_0 - T = 25^{\circ}C - (+40^{\circ}C) = -65^{\circ}C$ , ни ташкил қилади.

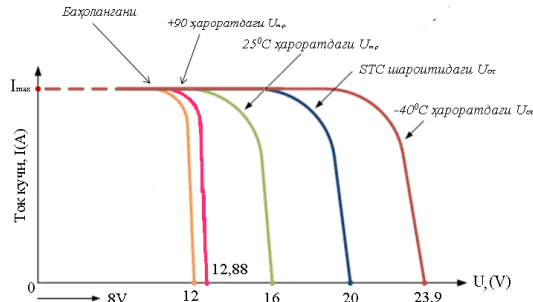
Агар ФЭБ лар орқали аккумуляторлар зарядланаётган бўлса 3-формулада келтирилган СЮК  $U_{oc} = 20V$  ўрнига, максимал қувват нуқтасидаги кучланиш  $U_{mp} = 16 V$  олиниши (чунки ташқи занжирда истемолчи мавжуд) керак. Бундан келиб чиқиб 3-формула қуйдагича ўзгаради:

$$U_{(T)} = U_{mp} \cdot \left[ 1 - \frac{\Delta T}{P_{max}} \cdot k \right] \quad (4)$$

(4)-формулага мувофиқ ҳисоблашларни бажарамиз:

$$U_{(T)} = 16V \cdot \left[ 1 - \frac{-65^{\circ}C}{100} \cdot (-0.30) \right] = 16V \cdot [1 - 0.195] = 12,88V$$

Натижада, максимал қувват нуқтасидаги кучланиши  $U_{mp} = 16 V$  бўлган ФЭБнинг  $+90^{\circ}C$  ҳароратдаги кучланиши  $U_{(T)} = 12,88 V$  ни ташкил қилади (3-расм).



### 3-расм. Юқори ҳароратнинг(25<sup>0</sup>С га нисбатан) кучланиш ўзгаришига таъсири

Бундай паст кучланиш аккумуляция тизимида салбий таъсир қилиб, ФЭБ лар орқали зарядланаётган аккумуляторларда муаммо туғдирган. Бундай муаммолар асосан республика жанубида ёз фаслида 36 та ҚЭ дан ташкил топган ФЭБ температуранинг кескин кўтарилиши натижасида кузатилади. Шунинг учун ҳам юқорида айтиб ўтганимиздек бу кузатилган салбий ҳолатни олдини олиш учун республикамиз олимлари томонидан анъанавий 36 та ҚЭ тидан ташкил топган ФЭБ ўрнига, 40 ва ундан ортиқ ҚЭ дан ташкил топган ФЭБ дан фойдаланиш таклиф этилган [2].

Биз эса бу муаммони ечишнинг бошқа усулини ишлаб чиқдик. Маълумки, аккумуляция тизимидаги муаммолар асосан ёз фаслида ФЭБ нинг ҳаддан ташқари қизиқ кетиши туфайли юзага келади. Агар бир қанча ФЭБ паралел уланса улардаги чиқиш кучланиши ўзгармайди, ток кучи эса ортади.

$$U_{\text{ум.}} = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n \quad (5)$$

$$I_{\text{ум.}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \quad (6)$$

Масалан, қурилмаида келтирилган иккита монокристалл ФЭБ ёз фаслида фойдаланганда уларни тўғридан-тўғри паралел уласак, улардаги чиқиш кучланишлари (ёки ЭЮК) ҳарорат таъсирида диярли бир хил қийматга пасайиб, 5-ифодага кўра биттасининг кучланишига тенг бўлади. Бундай манбалар худди битта манба каби ишлаши кўриниб турибди, бу манба учун

$$\varepsilon_{\text{ум.}} = \varepsilon_1, \quad r_{\text{ум.}} = \frac{r}{n} \quad (7)$$

бунда,  $n$ –ФЭБ лар сони.  $n$  та бир хил ток манбалари паралел уланганда батареянинг умумий ЭЮК, битта манбанинг ЭЮК га тенг. Бунда батареянинг ички қаршилиги эса битта батареянинг ички қаршилигидан  $n$  марта кам [3].

Демак, иккита ФЭБ паралел уланганда иссиқ иқлим шароитида ҳарорат таъсирида уларнинг кучланишлари (ЭЮК) диярли тенг миқдорда тушади ва умумий кучланиш биттасининг кучланишига тенг бўлади.

Энди, ФЭБ лардан биттасини ФИБ сифатида ишлатилган ҳолда паралел улаганимизда мажбурий совутиш орқали унинг ҳарорати пасаяди. Натижада, ФИБ учун максимал қувват нуқтасидаги кучланиш  $U_{\text{mp2}}$ , худди шундай совутилмаган ФЭБ нинг максимал қувват нуқтасидаги кучланиш  $U_{\text{mp1}}$  дан катта бўлади. Яъни,

$$U_{\text{mp2}} > U_{\text{mp1}}$$

Бунда, ФЭБ ва ФИБ ларнинг қаршиликлари деярли ўзгармайди ( $r_1 \approx r_2 = r$ ).

ФЭБ ва ФИБ лар паралел уланганда, системанинг максимал қувват нуқтасидаги умумий кучланиши қуйдагича топилади:

$$\frac{U_{ум}}{r_{ум}} = \frac{U_{mp1}}{r_1} + \frac{U_{mp2}}{r_2} \quad (8)$$

бунда,  $r_1 \approx r_2 = r$  эканлигини ҳисобга олсак 8-формула қуйдаги кўринишда ифодаланади:

$$U_{ум} = \frac{U_{mp1} + U_{mp2}}{2} \quad (9)$$

бунда,  $U_{ум}$  – ФЭБ ва ФИБ лар биргаликда паралел уланганда максимал қувват нуқтасидаги умумий кучланиши. Бу кучланиш иккита бир хил анъанавий ФЭБ паралел улангандаги (бунда ФЭБ лар худди битта манбадек ишлайди) умумий

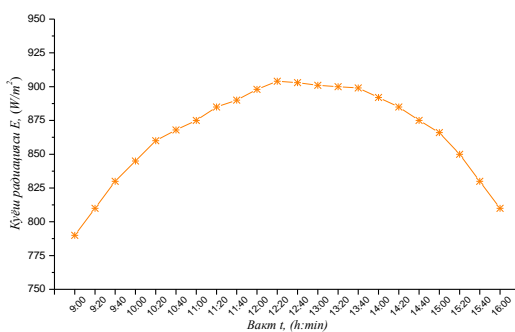
кучланишдан юқори бўлади. Натижада иссиқ иқлим минтақаларида ФЭБ ва ФИБ ларни бир-бирига паралел улаб бир вақтта ишлатиш орқали аккумуляция тизимида вужудга келадиган муаммоларни бартараф этиш мумкин.

Буни тажрибада текшириб кўриш учун тажриба-ўлчов ишлари Тошкент шароитида 2023-йил 10-13 июнь кунлари, ҳаво ҳарорати 41-43°C, шамолнинг тезлиги 0,6-1 м/с, атмосфера босими 755 (mm sim.ust.) бўлган шароитда олиб борилди (4-расм).



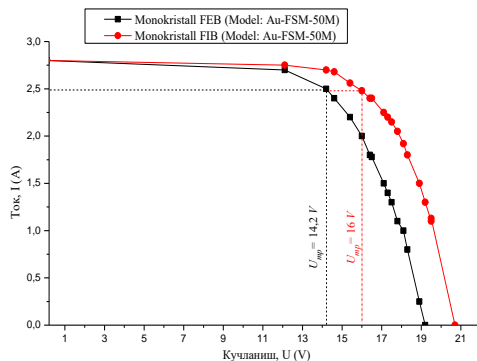
**4-расм. ФЭБ ва ФИБ ларнинг тажриба вақтидаги кўриниши**

Бунда, ФЭБ ва ФИБ лар ичидан ҳарорат ўзгаришига сезгир бўлган қора химоя қопламали монокристалл ФЭБ ва ФИБ нинг электр параметрлари устида тажриба-синов ишлари олиб борилди. Тажриба-синов ишлари икки ўқли куёшни кузатув усулида амалга оширилди. Бунда куёш радиациясининг кундузги вақтга боғланиш графиклари 5-расмда келтирилган.

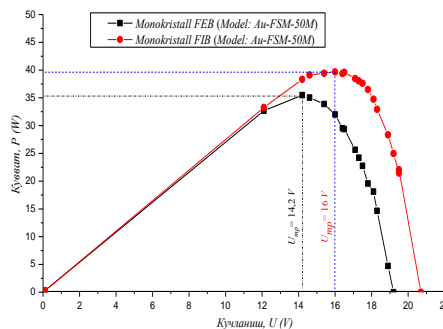


**5-расм. ФЭБ ва ФИБ ларни сутка давомида куёшга қўл кучи ёрдамида йўналтириш режимида куёш нурланиш интенсивлигининг вақтга боғлиқлиги**

ФЭБ ва ФИБ ларнинг максимал қувват нуқтасидаги вольт-ампер (ВАХ) характеристикасини ўлчаш, куёш зенит нуқтасида бўлганда амалга оширилди. Тажриба натижаларидан фойдаланиб қуввати 50W бўлган ФЭБ ва ФИБ ларнинг ВАХ ва вольт-ватт характеристикаси (ВВХ) нинг графиклари чизилди (6, 7-расмлар).



6-расм. ФЭБ ва ФИБ ларнинг ВАХ



7-расм. ФЭБ ва ФИБ ларнинг ВВХ

Агар ФИБ нинг иссиқлик коллекторидан фойдаланилмаса у диярли оддий ФЭБ каби кучланиш ҳосил қилади. Бунда иккита оддий ФЭБ ларни паралел улаганимизда уларнинг максимал кувват нуқтасидаги умумий кучланишлари 7-ифодага кўра, биттасининг кучланишига тенг. Яъни,

$$U_{mp1} \approx U_{mp2} = U = 14,2V.$$

Бу кучланиш республикаимизнинг иссиқ иқлимли минтақаларида (Сурхондарё ва Қашқадарё) ундан ҳам паст бўлиб аккумулятция тизимида муаммо келиб чиқади.

Аммо, ФЭБ ларнинг бирини совутганимизда у фотоиссиқлик батареяси (ФИБ) сифатида ишлай бошлайди. Бу вақтда куёш панелларининг максимал кувват нуқтасидаги кучланишлари энди бир хил бўлмайди. Юқоридаги 6, 7-графикга кўра ФЭБ ва ФИБ ларининг максимал кувват нуқтасидаги кучланишлари мос равишда  $U_{mp1} = 14,2V$  ва  $U_{mp2} = 16V$  ни ташкил қилди.

Улар паралел улангандаги умумий кучланишларини 9-ифодага кўра ҳисоблаймиз:

$$U_{ум} = \frac{14,2V + 16V}{2} = 15,1V$$

Бу ифодадан кўриниб турибдики ФЭБ ларнинг биттаси фотоиссиқлик режимида ишлаганда, оддий режимда қараганда максимал кувват нуқтасидаги кучланиши катта бўлар экан.

$$U_{ум} > U$$

Бундан хулоса қилиб, иссиқ иқлим минтақаларида ёз фаслида ФЭБ ва ФИБ ларни биргаликда паралел улаш орқали аккумуляция тизимида зарядлаш билан боғлиқ муаммоларни олдини олиш мумкин. Одатда зарядлаш билан боғлиқ муаммолар республика жанубий вилоятларида об-ҳаво ҳарорати кўтарилиши билан (май-сентябрь ойлари) юзага келади. Бошқа вақтда (октябрдан апрелгача) қурилмадан оддий ФЭБ сифатида фойдаланиш мумкин.

#### Адабиётлар

1. <https://www.alternative-energy-tutorials.com/photovoltaics/temperature-coefficient.html>
2. I.A. Yuldoshev, M.Q. Sultonov, F.M. Yuldashev. Quyosh energetikasi. Darslik, 2021, 100–101-b.
3. С.Г. Калашников. Электр. Умумий физика курси. Ўқув қўлланма. “Ўқитуви” нашриёти. Тошкент-1979, 137–138-б.