

**ՍԱՐՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ, ՉԱՓԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ  
ԻՆՖՈՐՄԱՑԻՈՆ ՉԱՓԻՉ ՍԱՐՔԵՐ**

ՀՏԴ 621.382. 621.383

**Ռ.Ռ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Մ.Գ. ՏՐԱՎԱՋՅԱՆ**

**ՋԵՐՄԱՍՏՃԱՆԱՅԻՆ ՉԱՓՈՒՄՆԵՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ ՖՈՏՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ  
ԿԵՐՊԱՓՈԽԻՉՆԵՐԻ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅԱՆ ՄԵԹՈԴ**

Մշակվել է տարբեր տիպի ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների բնութագրերի հետազոտության մեթոդ՝ հիմնված կերպափոխիչների աշխատանքնային ջերմաստիճանների չափումների վրա: Մեթոդը բավականին պարզ է և հնարավորություն է տալիս հեշտությամբ որոշելու ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների աշխատանքի արդյունավետությունը:

**Առանցքային բաներ.** ֆոտոէլեկտրական, կերպափոխիչ, ջերմաստիճան, չափում, արդյունավետություն:

**Ներածություն.** Ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների միջոցով արևային էներգիայի փոխակերպումն այլ օգտակար ձևերի կարևորագույն խնդիր է: Ամբողջ աշխարհում կատարվում են լայնածավալ աշխատանքներ ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչ համակարգերի կառուցման ուղղությամբ [1]:

Հայաստանի Հանրապետության համար արևային էներգետիկական սարքերի մշակումն ունի առանձնահատուկ նշանակություն, հաշվի առնելով արևային էներգիայի համեմատաբար մեծ ինտենսիվությունը մեր տարածաշրջանում, էլեկտրական էներգիայի պահանջարկի անընդհատ աճը, էներգետիկ անկախության խնդիրը, ավանդական էներգակիրների անխուսափելի թանկացումները և դրանց բացակայությունը հանրապետությունում:

Ներկայումս արտադրվող ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչ սարքերն օգտագործվում են էլեկտրական էներգիա ստանալու համար: Օգտագործվում են նաև նոր տիպի ինովացիոն, էլեկտրական և ջերմային (հիբրիդային) արևային էներգետիկական սարքեր [2-4]: Այդ տիպի հիբրիդային սարքերում կիսահաղորդչային ֆոտոէլեկտրական մարտկոցներն ինտեգրված են ջերմային կերպափոխիչի հետ, ինչի շնորհիվ ստացվում են միաժամանակ և էլեկտրական, և ջերմային (տաք ջրի տեսքով) էներգիաներ: Հիբրիդային ֆոտոէլեկտրական և ջերմային սարքերն ունեն որոշակի առավելություններ ներկայումս լայն տարածում ստացած արևային ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների համեմատությամբ: Հիբրիդային սարքերը սովորաբար ի հայտ են բերում ավելի մեծ արդյունավետություն, քան ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչները:

Նշված երկու տիպի՝ արևային ֆոտոէլեկտրական հիբրիդային (ֆոտոէլեկտրական ու ջերմային) կերպափոխիչների համեմատական գնահատականը կարևոր նշանակություն ունի դրանց արդյունավետության գնահատման, օպտիմալ նախագծման, ինչպես նաև կիրառության գործընթացներում: Հայտնի է այդ սարքերի բնութագրերի համեմատության մեթոդ՝ հիմնված դրանց արդյունավետությունների ուղղակի չափումների վրա: Սակայն այդ մեթոդը համեմատաբար բարդ է, քանի որ անհրաժեշտ է չափել յուրաքանչյուր սարքի միջոցով գեներացված առավելագույն օգտակար հզորությունը՝ կախված բեռի դիմադրության մեծությունից, ինչպես նաև չափել արևի ճառագայթման ինտենսիվությունը: Սույն աշխատանքում դիտարկվում է արևային ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների (ՖԿ) և հիբրիդային ֆոտոէլեկտրական ու ջերմային կերպափոխիչների (ՀՖՋԿ) արդյունավետությունների չափումների պարզ մեթոդ՝ հիմնված այդ սարքերի աշխատանքային ջերմաստիճանների չափումների վրա:

**Չափման մեթոդի նկարագիրը.** Ֆոտոէլեկտրական և ջերմային հիբրիդ համակարգն ապահովում է միաժամանակ էլեկտրական և ջերմային էներգիաներ: Էլեկտրական հզորությունը, որը գեներացվում է համակարգի միջոցով՝ միավոր մակերեսի վրա միավոր ժամանակում, որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ [5, 6].

$$Q_{էլ} = G\eta_0[1 - \beta(T - 25^\circ\text{C})], \quad (1)$$

որտեղ  $G$ -ն արևի ճառագայթների ինտենսիվությունն է ( $\text{Վտ}/\text{մ}^2$ ),  $\eta_0$ -ն՝ ֆոտոէլեկտրական մարտկոցի արդյունավետությունը (օ.գ.գ), որի արժեքը չափված է, այսպես կոչված, նորմալ փորձարկումների պայմաններում, այսինքն՝  $25^\circ\text{C}$ -ի դեպքում,  $\beta$ -ն՝ ֆոտոէլեկտրական մարտկոցի ջերմաստիճանային գործակիցը,  $T$  -ն՝ ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչի աշխատանքային ջերմաստիճանը:

Ինչպես հետևում է (1) արտահայտությունից, արևային ֆոտոէլեկտրական և ջերմային հիբրիդ համակարգի արդյունավետության էլեկտրական բաղադրիչը կլինի՝

$$\eta_{էլ} = \frac{Q_{էլ}}{G} = \eta_0[1 - \beta(T - 25^\circ\text{C})]: \quad (2)$$

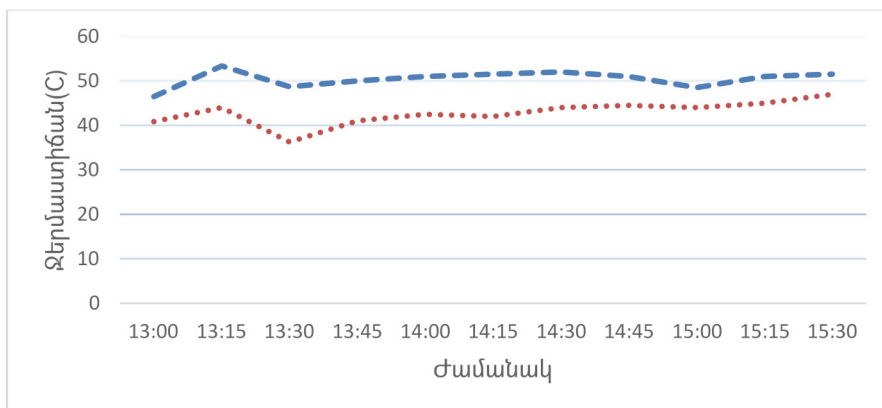
Վերջին արտահայտության միջոցով տրվում է սովորական կառուցվածքի՝ մեկ  $p - n$  անցումով ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների արդյունավետության ջերմաստիճանային կախվածությունը, համաձայն որի արդյունավետությունը նվազում է արևային մարտկոցի աշխատանքային ջերմաստիճանի մեծացման հետ: Այստեղ կարևոր նշանակություն ունի  $\beta$  ջերմաստիճանային գործակիցը: Համաձայն [6]-րդ աշխատանքում հրապարակված արդյունքների՝ ներկայումս

առավել մեծ տարածում ստացած միաբյուրեղային և բազմաբյուրեղային սիլիցիումային արևային մարտկոցների համար  $\beta = 0,005^{\circ}\text{C}^{-1}$ :

Այսպիսով, չափելով ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչի  $T$  աշխատանքային ջերմաստիճանը և օգտվելով (2)–րդ արտահայտությունից, կարող ենք որոշել կերպափոխիչի արդյունավետությունը:

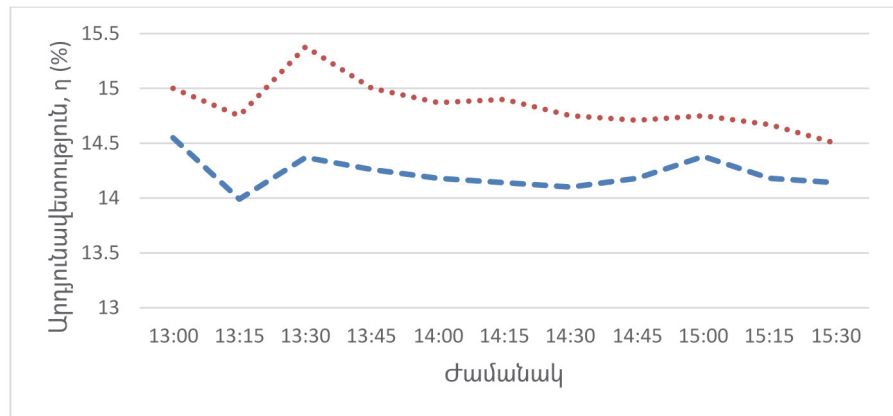
**Չափումների արդյունքները.** Ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների և հիբրիդային ֆոտոէլեկտրական ու ջերմային կերպափոխիչների արդյունավետությունների չափումներն իրականացվել են արտաքին միջավայրում, միևնույն լուսավորության պայմաններում: Այդ երկու կերպափոխիչները տեղադրվել են միմյանց մոտ, հորիզոնի նկատմամբ  $30^{\circ}$  թեքությամբ և ուղղված դեպի արևի ճառագայթները: Այս ձևով ապահովվել է կերպափոխիչների երկկողմանի ազատ հովացումը կոնվեկցիայի միջոցով:

Ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների ջերմաստիճանները չափվել են AR320 տիպի ինֆրակարմիր ջերմաչափի միջոցով, ժամը 13:00 – ից մինչև 15:30 - ը: Չափվել են ջերմաստիճանները կերպափոխիչների ներքևի և վերևի հատվածներում, և հաշվարկվել է այդ երկու արժեքների միջին թվաբանականը: Ստացված արդյունքները պատկերված են նկ.1–ում: Ինչպես երևում է նկարից, ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների ջերմաստիճանը օրվա ընթացքում բարձր է հիբրիդային ֆոտոէլեկտրական ու ջերմային կերպափոխիչի ջերմաստիճանից:



Նկ. 1. Ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների (---) և հիբրիդային ֆոտոէլեկտրական ու ջերմային կերպափոխիչների (. . . .) ջերմաստիճանները օրվա ընթացքում

Ջերմաստիճանային չափումների հիման վրա, օգտվելով (2) – րդ արտահայտությունից, տեղադրելով կիրառված ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների համար  $\eta_0 = 16.3$  և  $\beta = 0.005$  արժեքները, որոշվել են կերպափոխիչների արդյունավետությունները: Ստացված արդյունքները պատկերված են նկ. 2 –ում:



Նկ. 2. Ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների (---) և հիբրիդային ֆոտոէլեկտրական ու ջերմային կերպափոխիչների (....) արդյունավետությունները օրվա ընթացքում

Ինչպես հետևում է նկարից, ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների արդյունավետությունները օրվա ընթացքում ցածր է հիբրիդային ֆոտոէլեկտրական ու ջերմային կերպափոխիչի արդյունավետությունից, ինչը բացատրվում է ՖԿ – ների բարձր աշխատանքային ջերմաստիճաններով:

**Եզրակացություն.** Առաջարկվող մեթոդը՝ ջերմաստիճանային չափումների միջոցով, հնարավորություն է տալիս որոշելու ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների արդյունավետությունները: Ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների աշխատանքային արդյունավետությունը, բարձր աշխատանքային ջերմաստիճանների պատճառով, ավելի փոքր է, քան հիբրիդային ֆոտոէլեկտրական ու ջերմային կերպափոխիչի արդյունավետությունը:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Վարդանյան Ռ.Ռ.** Արևային ֆոտոէլեկտրական կայաններ. նպաստող գնային քաղաքականություն // Գիտության Աշխարհում. – 2008.- №1.- էջ 58-62:
2. ՀՀ արտոնագիր N 2111, Արեգակնային էներգիայի ֆոտոէլեկտրական և ջերմային կերպափոխիչ, F24J2/00, H01L31/00 / **Ռ.Ռ. Վարդանյան, Վ.Ռ. Վարդանյան, Վ.Կ. Դավաթյան.** - 25.06.2008:
3. **Tomas M.** Performance and economic analysis of hybrid PVT collectors in solar DHW system// Energy Procedia, Elsevier, Science Direct.- 2014.- 48.-P 150 – 156.
4. **Marco N., Renato L., Giacomo B.** Advancements in hybrid photovoltaic-thermal systems: performance evaluations and applications// Energy Procedia: Elsevier, Science Direct.- 2016.- 101.- P. 496 – 503.

5. Photovoltaic/Thermal Solar Collectors and Their Potential in Denmark/ **Miroslav Bosanac, Bent Sorensen\***, **Ivan Katic, Henrik Sorensen\*\***, **Bruno Nielsen\*\***, **Jamal Badran**: Final Report EFP project 1713/00-0014.- Copenhagen, 21 May 2003.- P.114.
6. **Skoplaki E., Palyvos J. A.** On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power corrections// Solar Energy.- 2009.- 83.- P. 614-624.

**Р.Р. ВАРДАНЯН, М.Г. ТРАВАДЖЯН**

**МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК  
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ  
ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Разработан метод исследования характеристик различных типов фотоэлектрических преобразователей, основанный на измерении рабочих температур преобразователей. Метод сравнительно прост и дает возможность с легкостью определить эффективность работы фотоэлектрических преобразователей.

**Ключевые слова:** фотоэлектрический преобразователь, температура, измерение, эффективность.

**R.R. VARDANYAN, M. G TRAVAJYAN**

**A METHOD FOR INVESTIGATING THE CHARACTERISTICS OF  
PHOTOELECTRIC CONVERTERS BY TEMPERATURE  
MEASUREMENTS**

A method has been developed for studying the characteristics of various types of photoelectric converters based on measuring the working temperatures of the converters. The method is relatively simple and makes it possible to easily determine the effectiveness of the operation of photoelectric converters.

**Keywords:** photoelectric converter, temperature, measurement, efficiency.