

Z.M. KHACHIKYAN

THE OCCURENCE OF HIGH HARMONICS AND THEIR PROTECTION METHODS IN THE POWER SYSTEM

The causes of occurrence of high harmonics and their negative effect on the power system and electrical equipment are studied. High harmonic fading methods have been considered, which can minimize their negative effects.

Keywords: electrical generator, high harmonics, resonance, filter.

ՀՏԴ 621.3.084.865

Ա.Ա. ԴԻՆՈՅԱՆ, Ժ.Ռ. ՓԱՆՈՍՅԱՆ, Ե.Վ. ԵՆԳԻԲԱՐՅԱՆ

ԱՐԵՎԻ ՇԱՐԺՄԱՆԸ ՀԵՏԵՎՈՂ ՀԱՅԵԼԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՎ ԵՎ ԹԱՓԱՆՑԻԿ ՖՐԵՆԵԼԱՅԻՆ ԽՏԱՐԱՐՆԵՐՈՎ ՍԱՐՔԻ ԼՈՒՍԸՆԿԱԼՄԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Կատարվել է արևի շարժմանը հետևող հայելային համակարգով և ֆրենելային խտարարներով սարքի լուսընկալման վերլուծությունը: Վերլուծության շրջանակներում հաշվարկվել են ֆրենելային խտարարների լուսավորված մակերեսների պրոյեկցիաները հայելային համակարգի պտտման առանցքի երեք անկյունների և արևի բարձրության տարբեր անկյունների դեպքերում: Նույն անկյունների համար հաշվարկվել են նաև խտարարների և հայելային համակարգի վրա ընկնող լուսավորված մակերեսների պրոյեկցիաների տոկոսային հարաբերությունները:

Առանցքային բառեր. ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչ, ֆրենելային լուսաթափանց խտարարներ, բարձրարդյունավետ կասկադային ֆոտոտարրեր, արևային ճառագայթների ինտենսիվության կորուստների վերլուծություն:

Ներածություն. 21-րդ դարում համատեղ զարգանում են վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների (ՎԷԱ) կիրառման հիման վրա ստեղծված վերականգնվող էներգետիկայի տարբեր բնագավառներ: Դիտարկելով տարբեր ՎԷԱ-ների տարեկան միջին աճը՝ պարզ է դառնում, որ արևային միապատիկ ֆոտովոլտային սարքերի և կոնցենտրացված ճառագայթներով կասկադային ֆոտովոլտային սարքերի տարեկան աճերը, համապատասխանաբար՝ 42% և 35% ամենաբարձրն են վերականգնվող էներգետիկայի տարբեր աղբյուրների մեջ [1]:

Զարգացման այսպիսի առաջընթացի տեմպերի շարունակումը հանգեցնում է համոզմունք, որ այս դարի կեսերին էլեկտրաէներգետիկայի արտադրության հիմնական բաժինը նույնպես կապահովեն արևային ֆոտոէներգետիկական սարքերը: Ելնելով այս համոզմունքից ՀԱՊՀ-ում վերջին տարիներին կատարվել

են մշակումներ Արևի ճառագայթների խտարարների կիրառմամբ. հատկապես թափանցիկ ֆրենելային հեղուտեխնիկական խտարարներով ստեղծվել են ինքնավար արևային ֆոտոէլեկտրական մոդուլներ և կայաններ, որոնք տանիքների վրա փոքր մակերեսներ զբաղեցնելով՝ կատեղծեն կիրվատտերի հզորություններ ունեցող կայաններ: Այս կայաններից, բացի մեծ արդյունավետություն ապահովելու ունակությունից, պահանջվում է նաև, որ դրանք լինեն թեթև և արևի շարժմանը հետևող համակարգի տեխնիկական պարզ լուծումներով, հեշտությամբ ղեկավարվող:

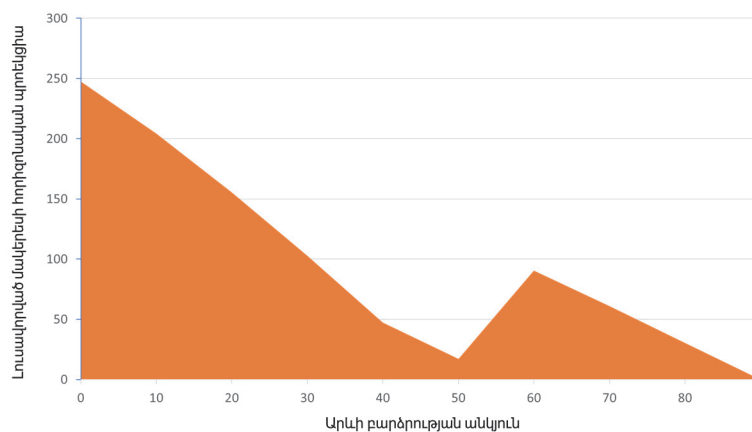
Նմանատիպ սարքերում օգտագործվում են երեք և չորս տարբեր կիսահաղորդիչներով ֆոտոէլեկտրական տարրեր [2,3]: Երեք տարբեր կիսահաղորդիչներից պատրաստված ֆոտոէլեկտրական կասկադային տարրերի 500-ապատիկ խտացված ճառագայթների դեպքում արդյունավետությունը կազմել է 35% [4,5], իսկ չորս տարբեր կիսահաղորդիչներից պատրաստված ֆոտոէլեկտրական կասկադային տարրերի 500-ապատիկ խտացված ճառագայթների դեպքում արդյունավետությունը կազմել է 46% [6]: Պատրաստված կասկադային արևային տարրերի այսպիսի ռեկորդային արդյունավետությունները 500-ապատիկ խտացված ճառագայթների դեպքում հնարավորություն են տալիս ստեղծել անհրաժեշտ փոքր մակերեսով, արևի շարժմանը մետաղյա բարակ հայելիներով պարզագույն ձևով հետևող՝ արևային ֆոտոէլեկտրական սարք [7]: Արևի շարժմանը հետևող ֆոտոէլեկտրական սարքերի զարգացումը խթանելու և դրանց արդյունավետությունը բարձրացնելու նպատակով անհրաժեշտ են անընդհատ ուսումնասիրություններ և նոր կոնստրուկցիաների մշակումներ: Նմանատիպ մշակումներ և առաջարկություններ են արվել ՀՀ Արտոնագիր [8]-ում: Արևի շարժմանը հետևող մշակված այդ սարքն ունի շատ պարզ կոնստրուկցիա և շահագործման դյուրինություն, կարող է ներդրվել արտադրության մեջ, եթե ճառագայթների լուսընկալման արդյունավետությունը բարձր է:

Աշխատանքի նպատակն է արևի շարժմանը հետևող սարքի [7] պարզագույն լուսընկալման վերլուծությամբ հետազոտել՝ արևային հոսքի որ մասն է մետաղյա բարակ հայելիների օգտագործմամբ ուղղահայաց ընկնում ֆրենելային խտարարների մակերևույթին:

Արևի շարժմանը հետևող հայելային համակարգով և թափանցիկ ֆրենելային խտարարներով սարքի լուսընկալման վերլուծությունը. Հայելային համակարգով արևի շարժմանը հետևող սարքերը, հայելային համակարգի պտտման առանցքային և արևի բարձրության անկյուններից կախված, կարող են ունենալ լուսավորության տարբեր տիրույթներ: Աշխատանքի շրջանակներում ուսումնասիրվել են հայելային համակարգի միջոցով ֆրենելային խտարարների

վրա ուղղահայաց գցած ճառագայթներով լուսավորված մակերեսների կախումը արևի դիրքից և հայելային համակարգի պտտման առանցքի անկյունից: Նման ուսումնասիրությունները թույլ են տալիս հետևություններ անել հայելային համակարգի նման եղանակով օգտագործման նպատակահարմարության մասին: Օգտագործված հայելային համակարգը կազմված է մեկից ավելի զուգահեռ տեղադրված հայելիներից և տեղադրված է այլումինե ուղղանկյուն շրջանակի մեջ: Համակարգը պտտվում է սարքի հիմքին զուգահեռ հարթության վրա գտնվող ֆրենելային խտարարներին ուղղահայաց առանցքի և համակարգը պահող շրջանակի համաչափության առանցքի շուրջը: Աշխատանքի ընթացքում, ուսումնասիրելու համար համակարգի արդյունավետությունը և հայելիների փոխստվերման առկայությունը, դիտարկվել են պտույտները հայելային համակարգի համաչափության առանցքի շուրջը: Աշխատանքում ներկայացված գրաֆիկները կառուցվել են համակարգչային մոդելավորման և հաշվարկային վերլուծության մեթոդով: Քննարկվել են հայելային համակարգի՝ ֆրենելային խտարարների հարթության նկատմամբ տեղադրման երեք տարբեր անկյուններ՝ 45° , 67° և 70° :

Առաջին դեպքում քննարկվել է հայելային համակարգի տեղադրման շրջանակի հորիզոնական հարթության նկատմամբ 45° աստիճանի անկյունը: Այս անկյան դեպքում հայելային համակարգը կգտնվի սկզբնական վիճակում արևի բարձրության 0° անկյան դեպքում: Կատարել են հետազոտություններ և չափումներ 7 հայելիներով հայելային համակարգով, որոնցից յուրաքանչյուրի պրոյեկցիան հորիզոնական հարթության վրա կազմում է 50մմ : Ստացել ենք լուսավորված մակերեսի պրոյեկցիան հորիզոնական հարթության վրա (նկ.1):

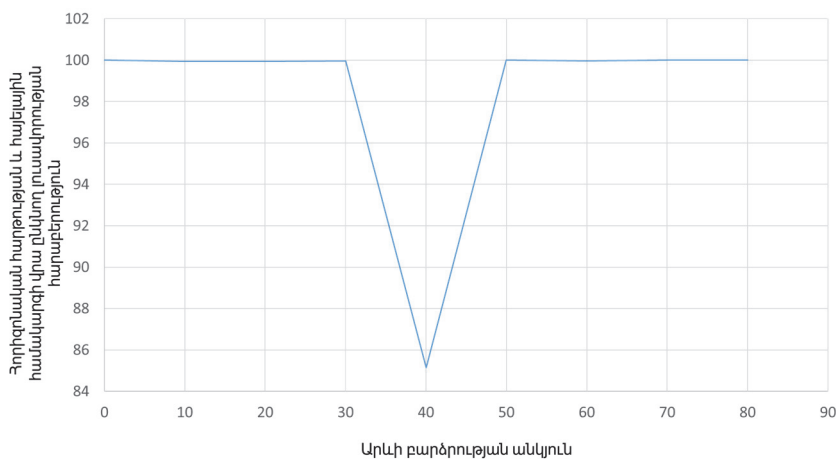


Նկ. 1. Հայելային համակարգի տեղադրման շրջանակի հորիզոնական նկատմամբ 45° անկյան դեպքում լուսավորված մակերեսի հորիզոնական հարթության վրա պրոյեկցիայի (մմ) կախումը արևի բարձրության անկյունից

Դիագրամից պարզ է դառնում, որ համակարգն իր առավելագույն լուսավորվածության պայմաններում աշխատում է միայն 0⁰-ի դեպքում: Փոխստվերման, ինչպես նաև արևի լույսի՝ հայլեիները շրջանցելու պատճառներով՝ անկյան հետագա փոփոխությունները հանգեցնում են լուսավորված մակերեսի կտրուկ փոքրացման: Արևի բարձրության 50⁰-ի դեպքում ֆրենելային խտարարների վրա ընկնում է ամենափոքր լուսավորվածությունը, որը պայմանավորված է հայլեիների փոխստվերումով:

Կատարվել է օրվա ընթացքում խտարարների վրա ընկած միջին լուսավորության հորիզոնական հարթության վրա պրոյեկցիայի հաշվարկ, որը կազմել է 106.2 մմ: Դա նշանակում է, որ հայլեային համակարգի պրոյեկցիայի առավելագույն 247.35 մմ-ի համեմատությամբ միջին լուսավորությունը օրվա ընթացքում կազմում է ընդամենը 42.9%:

Համակարգի տեղադրման նույն անկյան համար հաշվարկվել է նաև հայլեային համակարգի վրա արևից ընկած և հորիզոնական հարթության վրա ուղղահայաց ընկած լուսավորման տոկոսային հարաբերությունը (նկ.2):

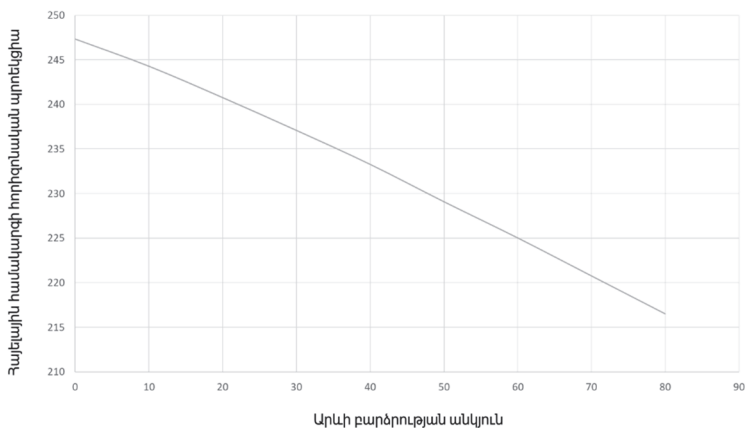


Նկ. 2. Հայլեային համակարգի տեղադրման 45⁰ անկյան դեպքում հայլեային համակարգի և հորիզոնական հարթության վրա ընկնող լուսավորությունների հարաբերության կախումը արևի բարձրության անկյունից

Ինչպես տեսնում ենք, Արևի բարձրության 0-30 50-80 աստիճանների անկյունների դեպքում հայլեային համակարգի և ֆրենելային խտարարների վրա ընկնող լուսավորության տոկոսային հարաբերությունը մոտ է 100%-ին, իսկ 30-40⁰-ի դեպքում այն կտրուկ նվազում է մինչև 85%: Օրվա ընթացքում 45⁰ առանցքի անկյան դեպքում նշված տոկոսային հարաբերությունը կազմում է միջինը՝ 98.3%: Այս ցուցանիշը ցույց է տալիս, որ լուսային հոսքի ուժգնությունը,

արևի բարձրության անկյունից կախված, կրում է որոշակի փոփոխություններ, սակայն այդ թերությունը, իր աննշան լինելու պատճառով, մեծ ազդեցություն չի ունենում հայելային համակարգի աշխատանքի վրա:

Դիտարկվել է նաև հայելիների համակարգի հորիզոնական պրոյեկցիայի կախվածությունը արևի բարձրությունից (նկ.3):

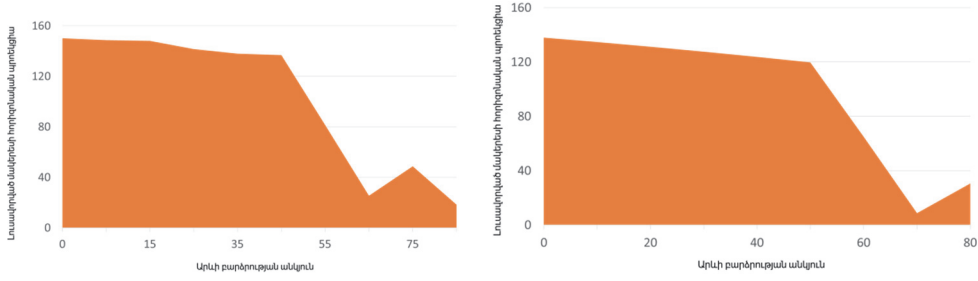


Նկ. 3. Հայելային համակարգի տեղադրման 45° անկյան դեպքում համակարգի հորիզոնական պրոյեկցիան

Նկարից երևում է, որ հայելային համակարգի պրոյեկցիան գծայինին շատ մոտ կախվածությամբ նվազում է՝ արևի բարձրության անկյունից կախված: Սակայն պրոյեկցիայի ամենափոքր երկարությունը աշխատանքի ընթացքում կազմում է մոտ 220 մմ, որը 12.5 տոկոսով փոքր է հայելային համակարգի առավելագույն պրոյեկցիայից:

Տեսնելով, որ առավելագույն լուսավորված մակերեսը ստացվում է 0° անկյան դեպքում, իսկ այնուհետև մեծացնելով արևի բարձրության անկյունը՝ հայելային համակարգի ներքևում լուսավորված մակերեսը կտրուկ փոքրանում է, որոշվեց մեծացնել հայելային համակարգի պտտման առանցքային անկյունը՝ դրանով իսկ ավելի մեծացնելով արևի բարձրության՝ առավելագույն լուսավորությանը համապատասխան անկյունը:

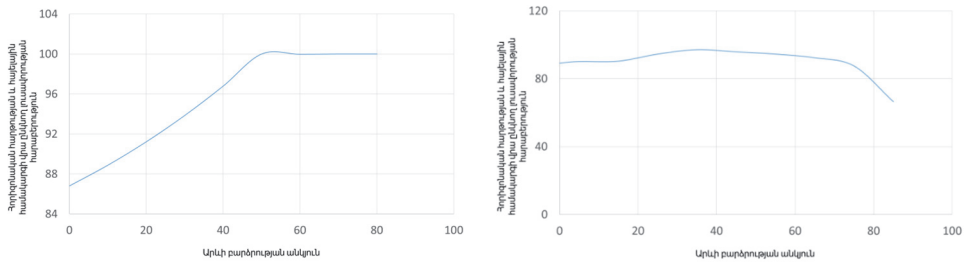
Հետազոտությունները կատարվեցին հայելային համակարգի տեղադրման 67° և 70° անկյունների դեպքում: 67° անկյունը ընտրվել է, որպեսզի առավելագույն լուսավորությունը ֆրենելային խտարարների վրա ընկնի արևի բարձրության 45° անկյան դեպքում: 67° անկյան դեպքում ստացված ցուցանիշների գոհացնող չլինելու պատճառով կատարվեց նույն պարամետրերի հաշվարկը նաև 70° անկյան դեպքում: Այս դեպքերում լուսավորված մակերեսների և արևի բարձրության անկյան կախվածություններն ունեն հետևյալ տեսքերը (նկ.4):



Նկ. 4. Հայելային համակարգի տեղադրման 67 և 70 աստիճանի անկյունների դեպքում լուսավորված մակերեսի պրոյեկցիան հորիզոնական հարթության վրա

Նկարներից երևում է, որ 67° և 70° դեպքերում լուսավորված մակերեսը, արևի բարձրության անկյունից կախված, ոչ այդքան կտրուկ փոփոխություններ է կրում: Սակայն այս դեպքերի համար առավելագույն լուսավորվածության պրոյեկցիաները ստացվում են 150.09 մմ (67°-ի դեպքում) և 137.9 մմ (70°-ի դեպքում), որոնք զգալիորեն զիջում են 45°-ի պատման առանցքի անկյան ցուցանիշներին: Իսկ լուսավորված մասի պրոյեկցիան յուրաքանչյուր անկյան համար լինում է համապատասխանաբար միջինը՝ 103.6 մմ և 97.6 մմ: Այս թվերը նույնպես ավելի փոքր են, քան նույն պարամետրը 45° անկյան դեպքում:

Կառուցվել են նաև հորիզոնական հարթության և հայելային համակարգի վրա ուղղահայաց ընկնող ճառագայթներով լուսավորված մակերեսների պրոյեկցիաների տոկոսային հարաբերությունների՝ արևի դիրքից կախվածության գրաֆիկները (նկ. 5):

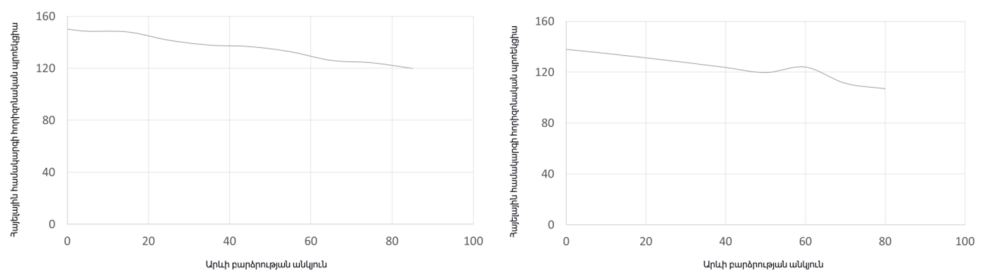


Նկ. 5. Հայելային համակարգի պտտման առանցքի 67 և 70 աստիճանի անկյունների դեպքում հորիզոնական հարթության և հայելային համակարգի վրա ընկնող լուսավորվածության կախումը արևի բարձրության անկյունից

Այս դեպքում նույնպես տոկոսային հարաբերությունների միջին ցուցանիշները զգալիորեն փոքր են 45° անկյան դեպքում գրանցված ցուցանիշներից: Այսպես՝ 67° -ի դեպքում հորիզոնական հարթության և հայելային համակարգի վրա ընկած լուսավորվածությունների հարաբերության տոկոսային ցուցանիշը

կազմում է 95.5%, իսկ 70° -ի դեպքում՝ 91.3%: Այս թվերը ցույց են տալիս, որ օրվա ընթացքում 67° և 70° անկյունների դեպքում լույսի ուժգնության միջին կորուստը ավելի մեծ է, քան 45° անկյան դեպքում:

Կառուցվել են նաև հայելային համակարգի հորիզոնական պրոյեկցիաների երկարության և արևի բարձրության անկյան կախվածության գրաֆիկները 67° և 70° անկյունների դեպքում: Այս դեպքերում նույնպես պրոյեկցիաների երկարությունների փոփոխությունը, կախված արևի բարձրության անկյունից, զգալիորեն փոքր է 45° անկյան դեպքում ստացված արժեքից (նկ. 6):



Նկ. 6. Հայելային համակարգի պտտման առանցքի 67 և 70 աստիճանի անկյունների դեպքում համակարգի հորիզոնական պրոյեկցիան

Այս պրոյեկցիաների երկարությունների միջին ցուցանիշները երկու անկյունների համար կազմում են համապատասխանաբար՝ 136.5 և 124 մմ, որոնք նույնպես զգալիորեն զիջում են 45° անկյան դեպքում ստացված արդյունքներին:

Եզրակացություն.

- Քննարկվել է հայելային համակարգով արևի շարժմանը երկու առանցքներով հետևող թափանցիկ ֆրենելային խտարարներով սարքի աշխատանքը հայելային համակարգի պտտման առանցքի երեք տարբեր անկյունների դեպքում:
- Որպես հայելային համակարգի տեղադրման անկյուններ ընտրվել են 45°, 67° և 70° անկյունները:
- Քննարկվել են հայելային համակարգի միջոցով հորիզոնական հարթության լուսավորված մակերեսի՝ հորիզոնական հարթության վրա պրոյեկցիաների չափերի, հայելային համակարգի և հորիզոնական հարթության վրա ընկած լուսավորությունների տոկոսային հարաբերությունների և հայելային համակարգի հորիզոնական հարթության վրա պրոյեկցիայի չափի կախվածությունները արևի բարձրության անկյունից:
- Հաշվի առնելով և վերլուծելով երեք դեպքերը՝ որպես հայելային համակարգի պտտման առանցքի անկյուն է ընտրվել 45°-ի անկյունը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Cardona A.J., Chica C.A., Varagan D.H.** Building integrated photovoltaic systems// REN 21. - 2017. - P. 1-7.
2. **Алферов Ж.И., Андреев В.М., Румянцев В.Д.** Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики // Физика и техника полупроводников.- 2004.- Т.38, N 8.-С. 994-999.
3. **Гременок В.Ф., Тиванов М.С. Залесский В.Б.** Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов. - Минск: Изд. центр БГУ, 2007. - 222 с.
4. US Patent 20120279551, Method of improving the efficiency of loosely packed solar cells in dense array applications/ **V. Garboushian, A. Slade.** - 8 Nov. 2012
5. **Slade A., Stone K.W., Gordon R., Garboushian V.** Expierence and Results of testing of Multijunction concentrator Solar Cells with AMONIX Point-Focus System // 20th European Photovoltaic solar energy conference.- Barcelona, Spain, 2005.- P. 2414-2417.
6. Fraunhofer Press Release: New world record of solar cell efficiency at 46 % // Freiburg.-December 1st 2014, N 26/14.- P. 4.
7. **Паносян Ж.Р., Варданян Г.П., Дрноюн А.А.** Разработка нового фотоэлектрического модуля с френелевскими концентраторами, следящего за движением Солнца // Известия НАН РА и НПУА.Сер.ТН. – 2016. – Т.69, N3. - С. 255-264.
8. ՀՀ Արտոնագիր N 3008A H01L 31/00. Արևի էներգիայի կերպավիդման լուսաէլեկտրական սարք / **Ճ.Ռ. Փանոսյան, Գ.Պ. Վարդանյան, Ա.Ա. Դնոնյան.**-Գրանցված է 01.03.2016թ.:

А.А. ДРНОЯН, Ж.Р. ПАНОСЯН, Е.В. ЕНГИБАРЯН

АНАЛИЗ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА С ПРОЗРАЧНЫМИ ФРЕНЕЛЕВСКИМИ КОНЦЕНТРАТОРАМИ И ЗЕРКАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ, СЛЕДЯЩЕГО ЗА ДВИЖЕНИЕМ СОЛНЦА

Проведен анализ фоточувствительности солнечного устройства с зеркальной системой слежения за Солнцем и линзами Френеля. В рамках анализа рассчитаны проекции просветленных поверхностей линз Френеля в случае трех углов оси вращения зеркальной системы для разных углов Солнца. Для тех же углов также рассчитаны проценты соотношения просветленных поверхностей линз Френеля и системы зеркал.

Ключевые слова: фотоэлектрическое устройство, прозрачные линзы Френеля, каскадные солнечные элементы с высокой эффективностью, анализ потерь интенсивности солнечных лучей.

A.A. DRNOYAN, ZH.R. PANOSYAN, Y.V. YENGIBARYAN
ANALYSIS OF PHOTSENSITIVITY OF PHOTOVOLTAIC MODULE
WITH FRESNEL LENSES AND A SOLAR MOTION TRACKING
MIRROR SYSTEM

An analysis of photosensitivity of a solar module with a solar motion tracking mirror system and Fresnel lenses is conducted. Within the framework of the analysis, the projections of the enlightened surfaces of the Fresnel lenses are calculated in case of three angles of the rotation axis of the mirror system for different angles of the sun. For the same angles, the percents of relation of enlightened surfaces of Fresnel lenses and the mirror system are also calculated.

Keywords: photovoltaic module, transparent Fresnel lenses, cascade solar cells with high efficiency, analysis of intensity of losses of solar rays.

ՀՏԴ 621.313

Ս.Վ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

ՀԱՆՔԱՔԱՐԻ ՄԱՆՐԱՑՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ
ԷԼԵԿՏՐԱՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՄՈՆԻԹՈՐԻՆԳԻ
ԻՐԱԿԱՆԱՑՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Հիմնավորվել է հանքաքարի մանրացման գործընթացում օգտագործվող էլեկտրատեխնիկական համակարգերի մոնիթորինգի կարևորությունը տեխնոլոգիական գործընթացի բնականոն աշխատանքի ապահովման տեսանկյունից: Վերլուծվել են մանրացման գործընթացի խաթարումների առաջացման պատճառները: Առաջարկվել է էլեկտրատեխնիկական համակարգերի մոնիթորինգի իրականացման համար անհրաժեշտ լուծում պահանջող խնդիրների շարքը:

Առանցքային բաներ. մոնիթորինգ, էլեկտրատեխնիկական համակարգեր, էլեկտրական անսարքություններ, մեխանիկական անսարքություններ:

Ցանկացած արդյունաբերական ձեռնարկության հուսալի աշխատանքը մեծապես պայմանավորված է դրանում օգտագործվող տեխնոլոգիական սարքավորումների աշխատանքի հուսալիությամբ, որը հնարավոր է ապահովել՝ ի հաշիվ այդ սարքավորումների ժամանակին տեխնիկական սպասարկմամբ և վերանորոգմամբ:

Զգալի թվով արդյունաբերական ձեռնարկությանների տեխնոլոգիական մեխանիզմների աշխատանքի ապահովումն իրականացվում է զանազան էլեկտրատեխնիկական սարքավորումների միջոցով, որոնց անխափան շահագործումը նպաստում է արտադրողականության մեծացմանը և արտադրանքի որակի