

Գ.Պ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Ժ.Ռ. ՓԱՆՈՍՅԱՆ, Զ.Ս. ՍԵՎՈՅԱՆ

ԿԱՐԿՈՒՏԻՑ ՊԱՇՏՊԱՆՎԱԾ ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԼՈՒՍԱԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ
ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ ՄՈԴՈՒԼԻ ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ՆՈՐ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ

Մշակվել է կարկուտից պաշտպանող արևային լուսաէլեկտրական նոր մոդուլի պատրաստման տեխնոլոգիա, որի արդյունավետությունը նախորդների համեմատ բարձրացել է 5%-ով, իսկ երկարակեցությունը՝ 2 անգամ: Մշակված մոդուլին կցված են արևային լուսաէլեկտրական կերպավորիչները կարկուտի հարվածներից պաշտպանող կոնստրուկցիա և GSM հեռավար կառավարման ծրագրավորվող սարք:

Առանցքային բառեր. արևային լուսաէլեկտրական մոդուլ, մեխանիկական, քիմիական և ճառագայթային ազդեցություններ, պաշտպանվածություն, արդյունավետություն, հակակարկուտային ծածկույթ, GSM կապով հեռավար կառավարում, ծրագրավորվող սարք:

Ներածություն. Էներգետիկական արտադրության համաշխարհային ծավալը տարեկան կտրվածքով կազմում է ավելի քան 3 տրիլիոն ԱՄՆ դոլար: Այս արտադրության մեջ վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների արտադրանքի մասնաբաժինն անընդհատ աճում է [1]: Միաժամանակ, էլեկտրաէներգիա արտադրող արևային լուսաէլեկտրական կայանների (ԱԼԷԿ) պատրաստման և տեղադրման տեմպերը զգալիորեն գերազանցում են ինչպես ավանդական, այնպես էլ վերականգնվող էներգետիկայի մյուս բոլոր ճյուղերի տեմպերը: 2006-2011թթ. ընթացքում ԱԼԷԿ-ների տեղադրման տարեկան միջին աճը կազմել է 58%, իսկ 2011թ.՝ 74% [1]: Միայն 2015թ. աշխարհում շահագործման են հանձնվել 57 ԳՎտ ընդհանուր հզորությամբ ԱԼԷԿ-ներ: Վերջին տասնամյակի ընթացքում բազմաթիվ երկրներում կառուցվել և շահագործման են հանձնվել հզոր ԱԼԷԿ-ներ՝ յուրաքանչյուրը 50...600 ՄՎտ հզորությամբ: Սպասվում է, որ աշխարհի զարգացած երկրներում այս դարի կեսերին էլեկտրաէներգիայի արտադրության մոտ կեսը կապահովեն ԱԼԷԿ-ները: Դա միանգամայն իրագործելի ու հիմնավորված է, քանի որ Արևի էներգիան ամենուրեք տարածվող, վերականգնվող և էկոլոգիապես մաքուր էներգիայի ամենամեծ պաշարն է: Օգտագործելով Երկրի մակերեսի մի փոքր տոկոսը՝ կայուն զարգացման համար անհրաժեշտ էներգիայի պաշարը կարելի է ստանալ միայն Արևի էներգիայից՝ դրան համատեղ օգտագործելով նաև արդեն իսկ կիրառվող հիդրոէլեկտրակայանները կամ ինտենսիվ մշակվող գրաֆենային գերկոնդենսատորները և կուտակային մարտկոցները [2]: Հզոր ԱԼԷԿ-ները կարող են ապահովել անխափան էլեկտրասնուցում՝ տարբեր ժամային գոտիներում կառուցված և ընդհանուր ցանցի մեջ

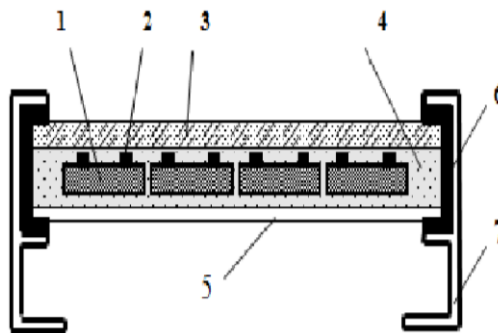
միաժամանակ ներդրված համակարգով [3]: Գյուղական բնակավայրերում ԱԼԷԿ-ները հիմնականում կառուցվում են հողատարածքներում, իսկ քաղաքատիպ բնակավայրերում՝ շենքերի տանիքներին [4]:

Խնդրի դրվածքը. Միաբյուրեղային և բազմաբյուրեղային Si-ային p-n անցումների հիման վրա ստեղծված արևային լուսաէլեկտրական մոդուլների (ԱԼԷՄ) երկարակեցությանը մեծապես նպաստում են կիսահաղորդչային կերպափոխիչները, երբ դրանք հերմետիկորեն ամրացվում են 3...4 μm հաստությամբ ջերմաթրծված ապակուներքին մակերեսին [4,5]: Այսօր ամենուրեք և լայնորեն օգտագործվում է այս տեխնոլոգիան, որով հնարավոր եղավ ԱԼԷԿ-ների օ.գ.գ.-ն 2%-ով բարձրացնել՝ նույն մոդուլի մեջ ընդգրկված ԱԼԷԿ-ների խստորեն ընտրված պարամետրերն իրար հետ համապատասխանեցնելու ճանապարհով [4]: Մակայն ամրացման նպատակով օգտագործվող սոսինձները, տարիների ընթացքում Արևի ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների ներգործության պայմաններում աշխատելով, կորցնում են իրենց նախնական թափանցելիությունը, դեղնում են, ինչպես նաև ապակուց լույսի անխուսափելի անդրադարձման և կլանման հետևանքով փոքրացնում մոդուլների օ.գ.գ.-ները: Այս խնդիրներից խուսափելու համար առաջարկվել է կիսահաղորդչային կերպափոխիչի լուսազգայուն մակերեսները պատել չանդրադարձնող ակնաստանման ածխածնային թաղանթներով, որոնք ունեն մեխանիկական, քիմիական և ճառագայթային ազդեցությունների նկատմամբ բարձր կայունություն [6,7]: ԱԼԷՄ-ներում օգտագործվող կիսահաղորդչային թիթեղի հաստությունը սովորաբար 0,3 μm կամ ավելի պակաս է, որի մակերեսին մեծ զանգվածով կարկուտի հարվածների դեպքում այն կոտրվում է: Դրանից պաշտպանելու համար կիսահաղորդիչ թիթեղների մակերեսներին անհրաժեշտաբար տեղադրվում է ջերմամշակված, համեմատաբար թափանցիկ ապակի, և կերպափոխիչները հերմետիկորեն լամինացվում են մեծ չափերի ապակիների մակերեսներին [6]: Անխուսափելի անդրադարձումը ապակուց և ժամանակի ընթացքում պոլիմերային սոսնձի թափանցելիության փոքրացումը պատճառ են դառնում ԱԼԷՄ-ների օ.գ.գ.-ների փոքրացման: Մեր աշխատանքի նպատակը արդյունավետ ԱԼԷՄ-ի նոր տեխնոլոգիայի և լուսաէլեկտրական կերպափոխիչները կարկուտի հարվածներից պաշտպանող սարքի մշակումն է:

1. Արևային լուսաէլեկտրական արդյունավետ մոդուլի տեխնոլոգիայի մշակումը: ԱԼԷՄ-ների արդյունավետության և երկարակեցության բարձրացման առաջարկվող տեխնոլոգիայում բացառվում է պատրաստման ընթացքում ապակիներին կերպափոխիչներ փակցնելու և հերմետիկություն ապահովելու նպատակով պոլիմերային թաղանթներ սոսնձելու տեխնոլոգիայի օգտագործումը, որի դեպքում փոքրանում են կիսահաղորդչային կերպափոխիչի արդյունավետությունը և երկարակեցությունը: Արևի ճառագայթների մի մասը ապակիներից անդրադարձվում է, ինչը փոք-

րացնում է դրանց ինտենսիվությունը կիսահաղորդչային կերպափոխիչի մակերեսին: Այն փոքրանում է նաև, երբ տարիների ընթացքում Արևի ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների ազդեցությամբ նվազում է պոլիմերային կաշունակ թաղանթի լուսաթափանցելիությունը: Ընդունված տեխնոլոգիայով պատրաստված ԱԼԷՄ-ի կառուցվածքը բերված է նկ. 1-ում [5]:

Համաձայն առաջարկվող տեխնոլոգիայի՝ ընդունված տեխնոլոգիայով պատրաստված ԱԼԷՄ-ից հանվում են պաշտպանիչ 3 ապակին, պոլիմերային կաշունակ 4 և էլեկտրամեկուսիչ պաշտպանիչ 5 թաղանթները:



Նկ. 1. Հայտնի տեխնոլոգիայով պատրաստված ԱԼԷՄ-ի կառուցվածքի կտրվածքը.

1 - Si-ային կերպափոխիչներ, 2 - հաղորդաթիթեղներ, 3 - պաշտպանիչ ապակի,
4 - պոլիմերային կաշունակ թաղանթ, 5 - էլեկտրամեկուսիչ պաշտպանիչ թաղանթ,
6 - ռետինե շրջադիր, 7 - ալյումինե շրջանակ

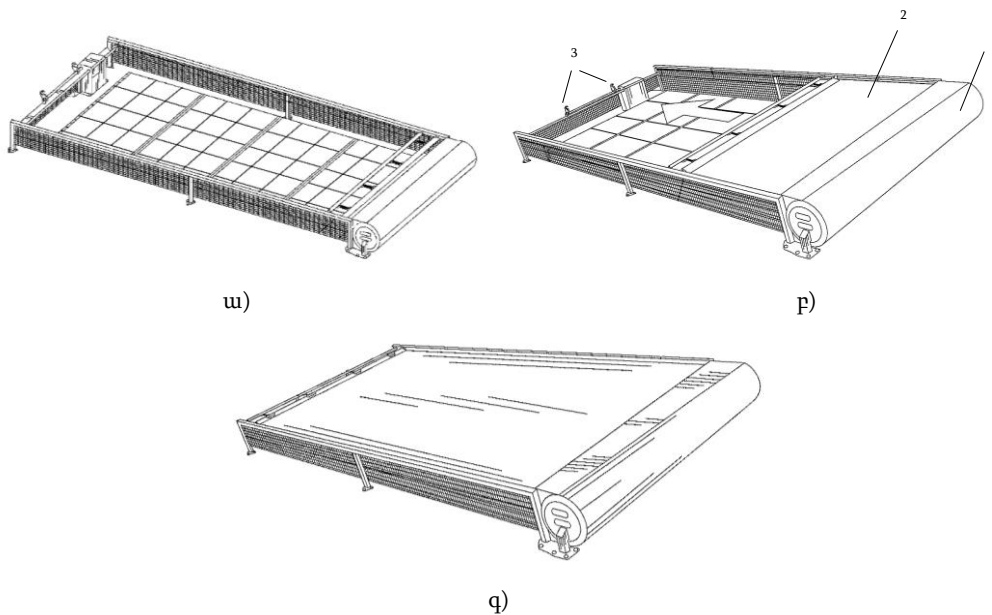
4 և 5 թաղանթները փոխարինվում են լուսաէլեկտրական կերպափոխիչների շղթան ամրացնող, լուսավորվող մակերեսները չծածկող պոլիմերային բազմաուրեթանով (պոլիուրեթան), որը էլեկտրամեկուսիչ է և ունի մեխանիկական անհրաժեշտ ամրություն: Si-ային կամ այլ կիսահաղորդչային կերպափոխիչները հաջորդաբար կամ զուգահեռ միացվում են միմյանց 2 հաղորդաթիթեղներով, որոնց ներքևի միացումների հատվածները նկ.1-ում ցուցադրված չեն: Դրանք ընկղմվում են պոլիուրեթանի դեռևս չպնդացած զանգվածի մեջ այնպես, որ կերպափոխիչների լուսավորվող մակերեսները մնան զանգվածից դուրս:

Կերպափոխիչների մակերեսները արտաքին քայքայիչ ազդեցություններից պաշտպանելու, հերմետիկ դարձնելու և լույսի անդրադարձումը մոդուլից մինչև 1% փոքրացնելու նպատակով դրանք նախապես պատվում են մշակված նանոտեխնոլոգիական ալմաստանման ածխածնե թաղանթով [8]: Կիսահաղորդչի մակերեսներին աճեցված այս ալմաստանման թաղանթները միաժամանակ ունեն մեխանիկական մեծ կայունություն՝ ավազաշիթային, փոթորկային, քիմիական, ճառագայթման և մթնոլորտային այլ ազդեցությունների նկատմամբ, բայց կարող են կոտրվել մեծ

զանգվածով կարկուտի հարվածներից, քանի որ պատրաստվում են 0,3 մ/կամ ավելի բարակ կիսահաղորդիչներից: ԱԼԷՄ-ի պատրաստման առաջարկվող կառուցվածքի մշակումը մեծացնում է դրանց արդյունավետությունը նախկինում հայտնի տեխնոլոգիաներով պատրաստվածների համեմատ 5%-ով, իսկ երկարակեցությունը՝ մոտ 2 անգամ:

2. ԱԼԷՄ-ը կարկուտի հարվածներից պաշտպանող սարքի մշակումը: Կարկուտի հարվածներից արդյունավետ տեխնոլոգիայով պատրաստված ԱԼԷՄ-ը պաշտպանելու համար մշակվել է արևային լուսաէլեկտրական մոդուլի պաշտպանիչ կոնստրուկցիա (ԱԼԷՄՊԿ)՝ GSM համակարգով հեռավար կառավարման ծրագրավորված սարքով [9,10]:

ԱԼԷՄՊԿ-ն կերպափոխիչի մակերեսը պաշտպանում է կարկուտի վնասող հարվածներից և ձյան տեղումներից: Սարքում օգտագործվում է շարժական, պաշտպանիչ և ձկուն պոլիմերային շերտ: Վերջինս հարվածների նկատմամբ ունի բարձր դիմացկունություն և կայունություն ջերմաստիճանային տարբեր տիրույթներում [11]: Նկ.2-ում ներկայացված են ԱԼԷՄՊԿ-ի կառուցվածքը և տեսքը՝ կարկուտից և ձյունից պաշտպանված և շարժման վիճակներում:

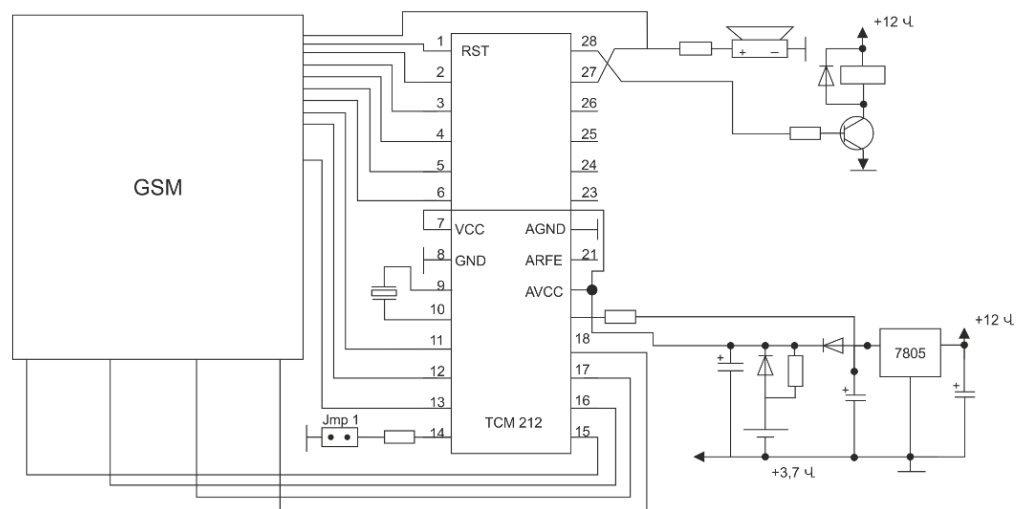


Նկ.2. ԱԼԷՄՊԿ-ի կառուցվածքը՝ ա) բաց, բ) շարժման և գ) պաշտպանված վիճակներում.
1 - ռեդուկտորային շարժիչ, 2 - պաշտպանիչ ձկուն ծածկույթ, 3 - մագնիսական կոնտակտներ

Պաշտպանիչ ճկուն ծածկույթի շարժման համար նախատեսված է կարկուտից և ձյունից պաշտպանող Delphi-52485311 մակնիշի 12 Վ լարմամբ ռեդուկտորային շարժիչը: Պաշտպանիչ նպատակին հասնելու համար օգտագործված են LN-MS2541 մագնիսական կոնտակտները: Երբ պաշտպանիչ ծածկույթը հասնում է կոնտակտներին կամ հանդիպում է խոչընդոտի, ռեդուկտորային շարժիչը դադարեցնում է աշխատանքը՝ օգտատիրոջն ուղարկելով ազդանշան եզրագծին հասնելու կամ անսարքության վերաբերյալ: Անսարքության պարագայում օգտատերը հեռավար կառավարման միջոցով լուծում է խնդիրը:

Պաշտպանիչ կոնստրուկցիայի և օգտատիրոջ փոխադարձ կապն իրականացվում է նկ.3-ում ներկայացված GSM համակարգով հեռավար կառավարման ծրագրավորվող սարքի և դրա միացման սխեմայի միջոցով: Այն մշակվել է TMC-212 կոնտրոլերի և SIM300DZ տեխնոլոգիայի կիրառմամբ [12,13]:

Սարքն ունի բազմաթիվ ֆունկցիաներ՝ առաջնային մոդուլային կոնստրուկցիայի օգտագործմամբ: Հիշողության մեջ ներբեռնված ծրագիրը տեղադրվում է սարքում և թույլ է տալիս վերջինս շահագործել երկար տարիներ: Սարքի նպատակը ԱԼԷՄՊԿ-ի, հիդրոմետ ծառայության և օգտատիրոջ փոխադարձ կապի ապահովումն է:



Նկ. 3. GSM համակարգով հեռավար կառավարման ծրագրավորվող սարքը և դրա միացման սխեման

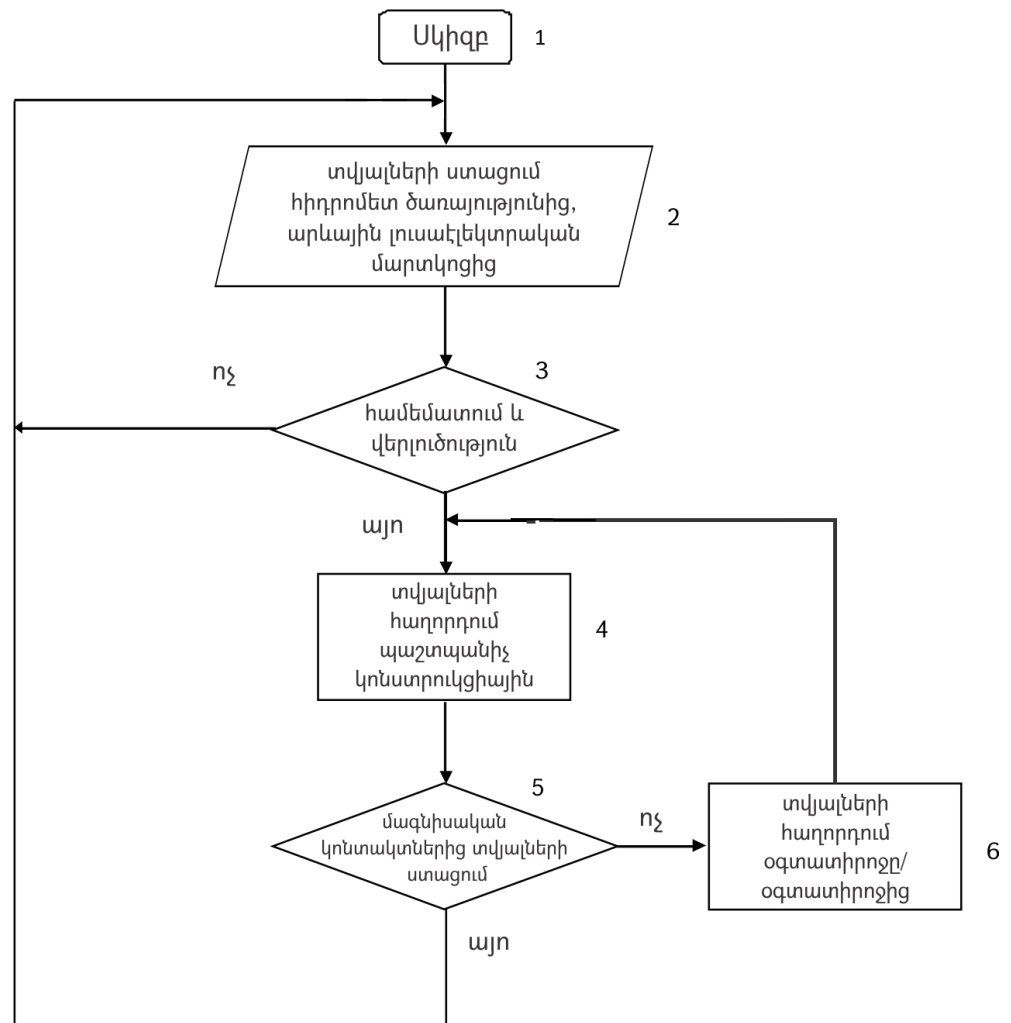
GSM համակարգով հեռավար կառավարման ծրագրավորվող սարքի և միացման սխեմայի աշխատանքի սկզբունքը հետևյալն է. TCM 212 կոնտրոլերը, 23...26 մուտքերից ստանալով տվյալներ հիդրոմետ ծառայությունից կամ արևային լուսաէլեկտրական մարտկոցից, կատարում է համեմատություն և վերլուծություն՝ համապատասխան ելքերից նոր ազդանշան փոխանցելով ռեդուկտորային շարժիչին (ելքեր 27,28) և/կամ GSM սարքին (ելքեր 15...18): Անհրաժեշտության դեպքում TCM 212 կոնտրոլերը ստանում է ազդանշաններ GSM սարքից: Մխեմայում օգտագործված է նաև 7805 կայունարար: RST-ն նախատեսված է սարքը գործարանային վիճակի բերելու համար: Մյուս նշումները համապատասխանում են կոնտրոլերի կառուցվածքին [12]:

ԱԼԷՄ-ը կարկուտի հարվածներից և ձյան ծածկույթից պաշտպանելու գործընթացն արդյունավետ կազմակերպելու համար մշակվել է երկու մեթոդ: ԱԼԷՄՊԿ-ի աշխատանքը կախված է տվյալ տեղանքի եղանակից, ուստի մշակված երկու անկախ մեթոդներից մեկը ազդանշանը ստանում է լուսաէլեկտրական մոդուլից, իսկ մյուսը՝ հիդրոմետ ծառայությունից:

GSM հեռավար կառավարման ծրագրավորվող սարքը տվյալ տեղանքի եղանակի վերաբերյալ պարբերաբար տվյալներ է ստանում հիդրոմետ ծառայությունից: Այն մշակում և վերլուծում է տվյալները և համապատասխան ազդանշանը հաղորդում ԱԼԷՄ-ին՝ արտաքին պաշտպանիչ շերտով փակելու համար նախատեսված կոնստրուկցիային:

Երկրորդ եղանակը մշակվել է այն նկատառումով, որ հիդրոմետ ծառայությունից կարկուտի առաջացումը հարաբերականորեն է որոշվում: Այս դեպքում մոդուլի մակերեսի պաշտպանությունը կատարվում է ըստ լուսաէլեկտրական մոդուլի հզորության անկման նախատեսված կոնստրուկցիայի, երբ կուտակված ամպերն անհնար են դարձնում Արևի ճառագայթների ուղիղ թափանցումը:

Ծրագրի աշխատանքի ալգորիթմի բլոկ-սխեման բերված է նկ.4-ում: Այդտեղ դիտարկված է հիդրոմետ ծառայությունից տվյալներ ստանալու և ԱԼԷՄ-ը պաշտպանիչ ծածկույթով փակելու ծրագրի ալգորիթմը, որի գործողության սկզբունքը հետևյալն է.



Նկ. 4. Ծրագրի ալգորիթմի բլոկ-սխեման

Սկիզբ (1), հիդրոմետ ծառայությունից որոշակի պարբերությամբ տեղանքի եղանակի վերաբերյալ կամ արևային լուսաէլեկտրական մարտկոցից տվյալների ստացում (2), ստացված տվյալների համեմատում և վերլուծություն (3), ազդանշանի հաղորդում ԱԼԷՄ-ի պաշտպանիչ կոնստրուկցիային (4), մագնիսական կոնտակտներից տվյալների ստացում (5), տվյալների հիման վրա օգտատիրոջ հետ փոխադարձ կապի ապահովում (6) կամ՝ կոնստրուկցիայի բնականոն աշխատանքի շարունակում:

TCM 212 կոնտրոլերի հենքի վրա աշխատող համակարգը ծրագրավորվում է C ծրագրավորման լեզվով և յուրացվում (կոմպիլացվում) Mikroelektronika ընկերության MikroC յուրացուցիչի միջոցով:

Մշակված տեխնոլոգիան և պաշտպանիչ սարքն ունեն պարզ կառուցվածք և ցածր ինքնաթեք:

Եզրակացություն.

1. Մշակվել է արևային լուսաէլեկտրական մոդուլի պատրաստման արդյունավետ տեխնոլոգիա: Այն, համեմատած նախկին տեխնոլոգիայի հետ, 5%-ով մեծացնում է ԱԼԷՄ-ների արդյունավետությունը և մոտ 2 անգամ՝ երկարակեցությունը:

2. Մշակված պաշտպանիչ սարքի մոդուլին կցված է GSM համակարգով հեռավար կառավարման ծրագրավորվող սարք, որը հնարավորություն է տալիս հիդրոմետ ծառայությունից կամ ուղիղ արևային լուսաէլեկտրական մոդուլից ստանալ տվյալներ տեղանքում կարկուտի հավանականության վերաբերյալ և կատարել մոդուլի մակերևույթի պաշտպանական գործողություններ՝ անհրաժեշտության դեպքում կապ հաստատելով օգտատիրոջ հետ:

3. Լուսաէլեկտրական կերպափոխիչների լուսավորվող մակերեսները նախապես պաշտպանվել են ալմաստանման ածխածնային թաղանթներով, որոնց էլեկտրական շղթայի ներքին միացումները կերպափոխիչների հետ ընկղմվել են պոլիուրեթանի մեջ այնպես, որ կերպափոխիչների լուսավորվող մակերեսները լինեն պոլիմերային նյութից դուրս:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **REN 21.** Renewable energy network for 21st century. Renewables global futures report.- 2012. - 175 p.
2. **Բուռնայան Հ.Ա., Գրարյան Ռ.Վ., Մարուկյան Ռ.Զ., Փանոսյան Ժ.Ռ.** Ֆոտոէլեկտրական և հիդրոէլեկտրակիչ համակցված կայանի ռեժիմների մշակում և հետազոտում // ՀՊՃՀ ԼՐԱԲԵԴ-76. Գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու. - 2009.- Հ.1.- էջ 627-630:
3. **Паносян Ж.Р., Пирадян М.Г., Степанян А.В.** Экологически чистая энергетика будущего // Вестник МАНЕБ. - 2002. - Т.7, N4 (52). - С. 37-39.
4. Design, construction and monitoring of a solar photovoltaic station of AUA / **Zh. Panosyan, A. Hambaryan, K. Touryan, et al** // Proc. of 21-th European photovoltaic solar energy conference and exhibition. - Dresden, Germany, 2006. - P. 2285-2288.
5. **Паносян Ж.Р., Аракелян А.О., Енгибарян Е.В., Торосян Г.Г.** Повышение КПД и долговечности фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 1997.- Т. 50, N. 1.- С.-30-36.
6. **Паносян Ж.Р., Аракелян А.О., Енгибарян Е.В., Берберян С.Е.** Технология изготовления солнечных фотоэлектрических панелей // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 1998.- Т. 51, N. 2.- С. 165-170.
7. Влияние радиации на алмазоподобные углеродные пленки, полученные методом ионноплазменного осаждения / **Ж.Р. Паносян, К.Дж. Турьян, А.А. Гиппиус и др.** // Труды XVI Межд. конф. по физике радиационных явлений и радиационному материаловедению.- Алушта, Крым, 2004.- С. 342-344.

8. **Patent USA 7,459,188 B2.** Metod and apparatus for making diamond-like carbon films / F.-J. Pern, K.J. Touryan, Zh.R. Panosyan, A.A. Gippius.- Dec.2, 2008.- 12 p.
9. **Patent USA 2010/0229916 A1.** Protection System / Geraldine Bechamp.- Sep. 16, 2010.- 8 p.
10. **Մեղյան Ջ.Ս., Փանոսյան Ժ.Ռ., Պետրոսյան Ռ.Պ., Մխմեդյան Հ.Ս.** Էներգիայի պահուստավորման և սպառման ունիվերսալ համակարգ // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի ԼՐԱԲԵԴ.- 2016.-Հ.13, N2.- էջ 318-324:
11. **Болтон У.** Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты: Карманный справочник. — М.: Изд. дом “Додэка-XXI”, 2004.- 320 с.
12. **Bolton W.** Programmable Logic Controllers.- Fifth Edition.- 2016.
13. **Sim300DZ Hardware Specification.** - SIMCOM report.- 2006.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան. Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 20.06.2016:

Г.П. ВАРДАНЯН, Ж.Р. ПАНОСЯН, Д.С. СЕВОЯН

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО СВЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТИВНОГО МОДУЛЯ, ЗАЩИЩАЮЩЕГО ОТ ГРАДА

Разработана новая технология изготовления солнечного фотоэлектрического модуля, защищающего от града, продуктивность которого на 5% больше своих предшественников, а долговечность увеличилась в два раза. К разработанному модулю прикреплены конструкция, которая защищает солнечные фотоэлектрические преобразователи от града, и GSM программное устройство дальнего управления.

Ключевые слова: солнечный фотоэлектрический модуль, механический, защита от химических и радиационных разрушительных воздействий, производительность, противоградовое покрытие, дальнейшее управление связью GSM, программируемое устройство.

G.P. VARDANYAN, ZH.R. PANOSYAN, J.S. SEVOYAN

A NEW TECHNOLOGY OF MAKING A SOLAR EFFECTIVE PHOTOVOLTAIC MODULE PROTECTING FROM HAIL

A new technology of making a solar photovoltaic module protecting from hail is developed, which is more productive than the former modules by 5%, and its durability is twice longer. A construction protecting the solar photovoltaic converter from hail and the GSM software device of remote control is attached to the developed module.

Keywords: solar photovoltaic module, mechanic, covering protection from radiation and chemical corrupting influences, productivity antihail, GSM related remote control, a programmable device.