

ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ԿԱՅԱՆՆԵՐԻ
ՄՈՆՏԱԺՈՒՄ ԵՎ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ
ՍՊԱՍԱՐԿՈՒՄ

ՌՈՒԲԵՆ ՎԱՐԿԱՆՅԱՆ



SGP The GEF Small Grants Programme

30 YEARS



ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ՄՈՆՏԱԺՈՒՄ ԵՎ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՍՊԱՍԱՐԿՈՒՄ



Ռ.Ռ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ԿԱՅԱՆՆԵՐԻ
ՄՈՆՏԱԺՈՒՄ ԵՎ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ
ՄՊԱՍԱՐԿՈՒՄ

ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՁԵՌՆԱՐԿ

ԵՐԵՎԱՆ
ՃԱՐՏԱՐԱԳԵՏ

2022

ՀՏԴ 620.9(07)
ԳՄԴ 31.27g7
Վ 301

Երաշխավորված է տպագրության
ՀՀ ԿԳՄՍ նախարարության
N02/10.2/5568-2022 առ 15.03.2022թ. գրությամբ

Գրախոսներ՝ տեխն. գիտ. դոկտոր, պրոֆ. **Օ.Հ. Պետրոսյան**
տեխն. գիտ. թեկն., դոց. **Ա.Ա. Վարդանյան**

Վարդանյան Ռ.Ռ.

Վ 301 Արևային էներգետիկ կայանների մոնտաժում և տեխնիկական սպասարկում: Ուսումնական ձեռնարկ / Ռ.Ռ. Վարդանյան; «Ֆերտի» ԲԿ ՀԿ, ՄԱԶԾ.- Եր.: Ճարտարագետ, 2022.- 244 էջ:

Դիտարկված են արևային էներգիայի հիմնական բնութագրերը, վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների տեսակները, արևային էներգիայի կիրառության ոլորտները: Հնարավորինս մատչելի ձևով նկարագրված են արևային էներգիայի ջերմային ու ֆոտովոլտային կերպավորման սխեմաների տիպերը, առանձնահատկությունները, կառուցվածքը և աշխատանքի սկզբունքը: Դիտարկված են նաև արևային էներգիայի ջերմային ու ֆոտովոլտային կայանների մոնտաժի գործընթացը և տեխնիկական սպասարկումը:

Ուսումնական ձեռնարկը նախատեսված է նախնական մասնագիտական (արհեստագործական) կրթության 0713.07.4 «Վերականգնվող էներգիայի էներգետիկ կայանների մոնտաժում, նորոգում և սպասարկում» մասնագիտության 0713.07.01.4 «Արևային էներգետիկ կայանների մոնտաժման, նորոգման և սպասարկման էլեկտրիկ-փականագործ» մասնագիտությամբ սովորողների և դասավանդողների համար: Ուսումնական ձեռնարկը մշակված է պետական որակավորման չափորոշիչի համաձայն: Ուսումնական ձեռնարկը կարող է օգտակար լինել նախնական (արհեստագործական) և միջին մասնագիտական հաստատություններում ուսումնառողների և դասավանդողների, ինչպես նաև արևային էներգետիկ կայանների մոնտաժումն ու սպասարկումը ուսումնասիրել ցանկացողների համար:

Ուսումնական ձեռնարկը մշակվել է Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի «Կիսահաղորդչային ֆոտոէլեկտրական սարքեր» բազային գիտահետազոտական լաբորատորիայի գիտական ղեկավար, ամբիոնի վարիչ, տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր Ռուբեն Ռաֆայելի Վարդանյանի կողմից:

Մույն ուսումնական ձեռնարկի մշակման և հրատարակման աշխատանքներն իրականացվել են «Ֆերտի» ԲԿ ՀԿ-ի կողմից «Ցածրածիսածնային էներգիայի ուսումնական կենտրոնների հիմնում երիտասարդ մասնագետների համար» ծրագրի շրջանակներում՝ ՄԱԿ-ի Զարգացման ծրագրի (ՄԱԶԾ) Գլոբալ էկոլոգիական հիմնադրամի Փոքր դրամաշնորհների ծրագրի ֆինանսավորմամբ:

Ուսումնական ձեռնարկում արտահայտված կարծիքները պատկանում են հեղինակին, և պարտադիր չէ, որ արտահայտեն ՄԱԶԾ-ի տեսակետը:

Մույն ուսումնական ձեռնարկը վաճառքի ենթակա չէ, և հրապարակման բովանդակությունը թույլատրվում է վերարտադրել անվճար, ցանկացած ձևաչափով և միջոցով՝ ճշգրտության և չափակողմնորոշող համատեքստում զետեղելու պայմանով: Նյութը պետք է ճանաչվի որպես ՄԱԶԾ-ի հեղինակային իրավունքի առարկա, ընդ որում պետք է նշվեն հրապարակման անվանումը, վայրը և տարին:

ՀՏԴ 620.9(07)
ԳՄԴ 31.27g7

ISBN 978-9939-79-071-8

© Վարդանյան Ռուբեն, 2022
© ՄԱԶԾ հայաստանյան գրասենյակ, 2022
© «Ֆերտի» ԲԿ ՀԿ, 2022

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ	5
1. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱ	
1.1. Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների տեսակները, դրանց համեմատական գնահատականը	6
1.2. Արեգակնային էներգիայի հիմնական բնութագրերը.....	12
1.3. Արևային ճառագայթային էներգիայի ներուժը	17
1.4. Արևային էներգիայի կիրառության ոլորտները.....	21
1.5. Ստուգողական հարցեր.....	34
2. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԿԵՐՊԱՓՈԽԻՉՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՄԿՋԲՈՒՆՔԸ	
2.1. Ջերմային պրոցեսների հիմնական ֆիզիկական սկզբունքները	35
2.2. Ջերմային պրոցեսները բնութագրող հիմնական ֆիզիկական մեծությունները	41
2.3. Արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորների տիպերը.....	44
2.4. Արևային ջրատաքացման համակարգերի տիպերը	53
2.5. Արևային ջրատաքացուցիչների ջերմակուտակիչ բաքեր	62
2.6. Արևային ջրատաքացուցիչների բաղադրիչ պարագաներ.....	65
2.7. Արևային ջրատաքացման համակարգի պարամետրերի հաշվարկ	70
2.8. Ստուգողական հարցեր.....	72
3. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԿԱՅԱՆՔՆԵՐԻ ՄՈՆՏԱԺ	
3.1. Տանիքների կառուցվածքի համառոտ նկարագիր	74
3.2. Արևային ջերմային կայանքների մոնտաժի անվտանգության պահանջները	78
3.3. Արևային ջերմային կայանքների մոնտաժի անհրաժեշտ գործիքակազմ և նախնական աշխատանքներ.....	80
3.4. Արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորների մոնտաժը թեք տանիքի վրա	82
3.5. Արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորների մոնտաժը թեք տանիքի մեջ, ինտեգրված թեք տանիքին	87
3.6. Արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորների մոնտաժը հարթ տանիքի վրա	88
3.7. Արևային ջերմային կոլեկտորների մոնտաժը ճակատային պատի վրա.....	92
3.8. Արևային կոլեկտորների տեղադրման անկյունը և փոխադարձ ստվերման գնահատումը հարթ տանիքի վրա մոնտաժի դեպքում.....	93
3.9. Ջերմային կոլեկտորների միացման ձևերը	95
3.10. Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգերի խողովակաշարի մոնտաժ	97
3.11. Ջերմակուտակիչ բաքի տեղադրում.....	99
3.12. Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի բաղադրիչ պարագաների մոնտաժ.....	99
3.13. Տարանջատված տիպի արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի մոնտաժ.....	104
3.14. Թերմոսիֆոնային ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգի մոնտաժ.....	114
3.15. Ստուգողական հարցեր.....	119
4. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՋՐԱՏԱՔԱՑՄԱՆ ԿԱՅԱՆՔՆԵՐԻ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՍՊԱՍԱՐԿՈՒՄ	
4.1. Արևային ջրատաքացման կայանքների խափանումների հիմնական աղբյուրները	122
4.2. Արևային ջրատաքացման կայանքների սպասարկում	123

4.3. Մոնտաժային սխալներ, հետևանքներ և դրանց վերացման ուղիները.....	126
4.4. Խափանումների աղբյուրի բացահայտման և վերացման օրինակներ.....	131
4.5. Ստուգողական հարցեր.....	134
5. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՖՈՏՈՎՈԼՏԱՅԻՆ ԿԵՐՊԱՓՈԽԻՉՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՄԿՁԲՈՒՆՔԸ	
5.1. Ֆոտովոլտային կերպավորիչների աշխատանքի սկզբունքը և հիմնական բնութագրերը.....	135
5.2. Արևային մարտկոցների տիպերը և արտադրության հիմնական գործընթացները	141
5.3. Ֆոտովոլտային մոդուլների տիպերը	145
5.4. Ֆոտովոլտային կերպավորիչների բնութագրերի կախավածությունը արտաքին միջավայրի ազդեցություններից.....	153
5.5. Ֆոտովոլտային կայանքների տիպերը.....	159
5.6. Ֆոտովոլտային կայանքների բաղադրիչ պարագաներ	162
5.7. Ֆոտովոլտային համակարգի այլ պարագաներ	172
5.8. Ստուգողական հարցեր.....	177
6. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՖՈՏՈՎՈԼՏԱՅԻՆ ԿԱՅԱՆՔՆԵՐԻ ՄՈՆՏԱԺ	
6.1. Աշխատանքի անվտանգություն	179
6.2. Արևային ֆոտովոլտային համակարգերի տեղադրման ձևերը	184
6.3. Ֆոտովոլտային կայանքների էլեկտրական գծագրեր	188
6.4. Անհրաժեշտ գործիքներ և սարքեր.....	190
6.5. Ֆոտովոլտային մոդուլների հետ վարվելու պահանջվող ձևերը.....	192
6.6. Ֆոտովոլտային կայանքի մոնտաժ	193
6.7. Ստուգողական հարցեր.....	209
7. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՖՈՏՈՎՈԼՏԱՅԻՆ ԿԱՅԱՆՔՆԵՐԻ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՍՊԱՍԱՐԿՈՒՄ	
7.1. Ֆոտովոլտային կայանքների տեխնիկական սպասարկման բնույթը	210
7.2. Ֆոտովոլտային կայանքների խափանումների հայտնաբերման գործիք – սարքավորումներ.....	211
7.3. Արևային ֆոտովոլտային կայանքների սխալ մոնտաժի և շահագործման հետևանքով առաջացող խափանումներ	217
7.4. Արևային կայանքի ֆոտովոլտային մոդուլների տեխնիկական սպասարկում	222
7.5. Ինվերտորի տեխնիկական սպասարկում	227
7.6. Ֆոտովոլտային կայանքի մալուխների և մարտկոցների տեխնիկական սպասարկում	231
7.7. Ստուգողական հարցեր.....	232
Հավելված 1.....	233
Հավելված 2.....	236
Հավելված 3.....	239

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Արեգակից ստացված էներգիան, կարելի է ասել, անսպառ է, և դրա արդյունավետ օգտագործումը բացում է անսահման հնարավորություններ մարդկության համար:

Արեգակնային էներգիան վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների կարևոր տեսակներից մեկն է: Ներկայումս արևի էներգիայի փոխակերպումն ու օգտագործումը կատարվում է հիմնականում երկու եղանակով: Առաջինը՝ արեգակնային էներգիայի փոխակերպումն է էլեկտրական էներգիայի կիսահաղորդչային ֆոտոէլեկտրական սարքերի միջոցով, իսկ երկրորդը՝ արեգակնային էներգիայի ջերմային փոխակերպումն է ջերմային կոլեկտորների միջոցով:

Արեգակնային էներգիայի էլեկտրական և ջերմային կերպափոխիչների կիրառության կարևորությունը դժվար է գերազնահատել: Դրանք էկոլոգիապես մաքուր սարքեր են, բացարձակ չեն աղտոտում շրջակա միջավայրը և անաղմուկ են: Արևային էներգետիկ կայանների կիրառությունը հնարավորություն է տալիս նաև ապահովել էներգետիկ անկախությունը և լինել պաշտպանված ավանդական էներգակիրների հնարավոր թանկացումներից: Ներկայումս ամբողջ աշխարհում տարվում են լայնածավալ աշխատանքներ արևային էներգետիկ կայանների հետազոտության և մշակման ուղղություններով: Շատ երկրների կողմից արևային էներգիայի նոր տիպի և արդյունավետ սարքերի մշակումը ճանաչված է որպես գերակա ուղղություն: Արևային էներգետիկ սարքերի շուկայական պահանջարկը չափազանց մեծ է, և դրանց կիրառությունը աճում է արագընթաց տեմպերով:

Այսպիսով, արևային էներգիայի էլեկտրական և ջերմային կերպափոխիչների լայնամասշտաբ կիրառությունը տնտեսության մեջ խիստ արդիական և կարևորագույն խնդիր է: Արևային էներգետիկ կայանների մշակման, մոնտաժման և տեխնիկական սպասարկման նպատակներով անհրաժեշտ են տեխնիկայի տվյալ ոլորտին քաջատեղյակ մասնագետներ: Նշված նպատակով տվյալ ուսումնական ձեռնարկում դիտարկվում են արևային էներգիայի էլեկտրական և ջերմային կերպափոխիչ կայանքների կառուցվածքը, դրանց մոնտաժումը և տեխնիկական սպասարկումը:

Տվյալ ձեռնարկը նախատեսված է նախնական մասնագիտական (արհեստագործական) կրթության «Վերականգնվող էներգիայի էներգետիկ կայանների մոնտաժում, նորոգում և սպասարկում» մասնագիտությամբ սովորող ուսանողների համար: Այն կարող է օգտակար լինել նաև բուհական մակարդակով կրթվող ուսանողների համար, հնարավորություն տալով նրանց ամրապնդելու իրենց գիտելիքները արևային էներգետիկայի ոլորտում և ծանոթանալու արևային էներգետիկ սարքերի գործնական կիրառության խնդիրներին: Ի վերջո, տվյալ գիրքը կարող է օգտակար լինել այն անձանց համար, ովքեր ցանկանում են ծանոթանալ արևային էներգետիկ կայանքների կառուցվածքին և ինքնուրույն իրականացնել դրանց տեղադրումը, նորոգումն ու սպասարկումը:

1. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱ

1.1. Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների տեսակները, դրանց համեմատական գնահատականը

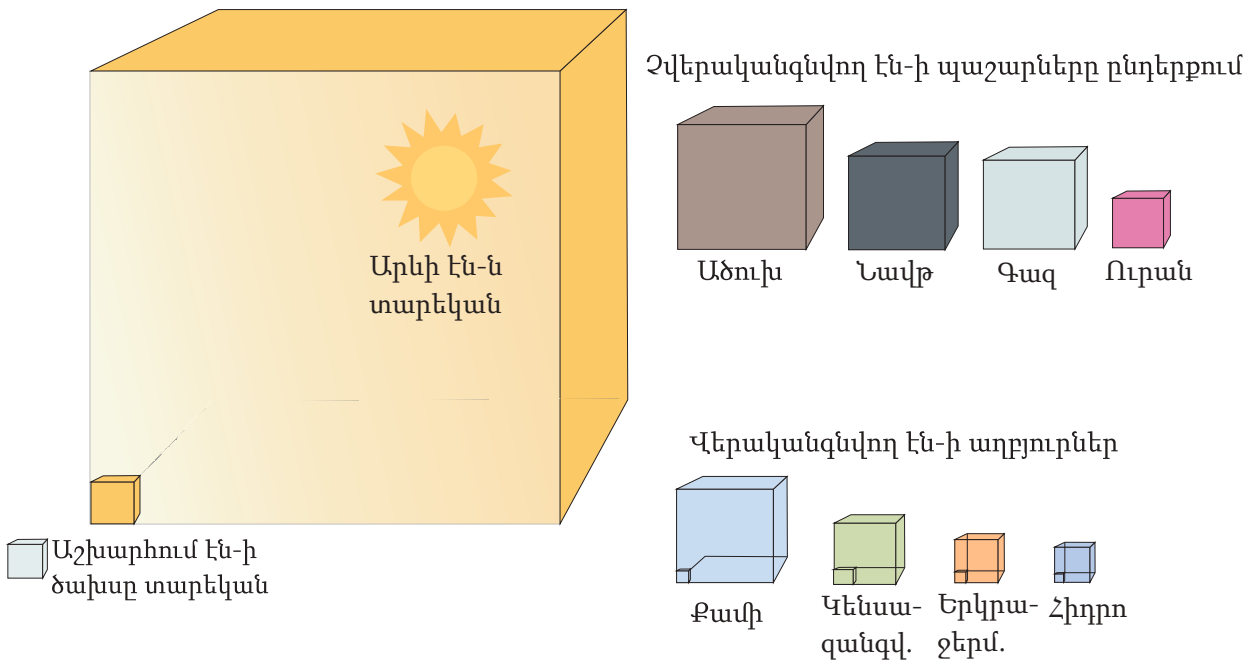
Ամեն օր մենք օգտագործում ենք էլեկտրական էներգիա և տաք ջուր: Այս էներգիաների մեծ մասը ստացվում է երկրի ընդերքից հանած վառելիքներից, ինչպիսիք են՝ ածուխը, նավթը և բնական գազը: Սրանք էներգիայի չվերականգնվող աղբյուրներ են: Այս ռեսուրսներն առաջացել են երկրի ընդերքում միլիոնավոր տարիների ընթացքում և սպառվում են շատ ավելի արագ, քան կարող են բնականորեն վերականգնվել, այսինքն՝ դրանց պաշարները սահմանափակ են և սպառվելու են ոչ հեռավոր ապագայում: Հանածո էներգակիրների օգտագործումը առաջ է բերում նաև երկրի կլիմայի վատթարացում, քանի որ այրվելիս ածխաթթու գազ և այլ վնասակար նյութեր են արտանետվում մթնոլորտ: Հաշվի առնելով հանածո էներգակիրների սահմանափակ քանակությունը և վնասակարությունը շրջակա միջավայրի համար, անհրաժեշտ է ընդլայնել էներգիայի այլ աղբյուրների՝ օրինակ վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների օգտագործումը:

Վերականգնվող էներգիան, որը հաճախ անվանում են մաքուր էներգիա, այն էներգիան է, որի ռեսուրսը չի սպառվում կամ անընդհատ լրացվում է ժամանակի ընթացքում: Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների ամենատարածված տեսակներից են **արեգակնային էներգիան, քամու էներգիան, հիդրոէներգիան, երկրաջերմային էներգիան և կենսազանգվածը**: Վերականգնվող էներգիայի բազմաթիվ ձևեր ուղղակիորեն կամ անուղղակիորեն ստացվում են արևից: Մյուսները ստացվում են երկրի ընդերքի ջերմությունից կամ լուսնի ձգողականությունից:

Էներգիայի տարբեր տիպի աղբյուրների համեմատական մեծությունները պատկերված են նկ. 1.1 – ում, որտեղ երևում է, որ Երկրի ընդերքում մնացած էներգիայի աղբյուրների պաշարները սահմանափակ են: Նկարում երևում է նաև, որ արևային էներգիայի պաշարները անհամեմատ ավելի մեծ են, քան այլ տիպի աղբյուրներինը և դրա արդյունավետ օգտագործումը կարևորագույն նշանակություն ունի:

Չնայած վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների կիրառությունը հիմնականում ընկալվում է որպես նոր տեխնոլոգիա, պետք է նշել, որ մարդկության կողմից դրանք օգտագործվել են երկար ժամանակ: Օրինակ, արևային էներգիան օգտագործվել է տաք ջուր ստանալու համար, քամու էներգիան օգտագործվել է առագաստանավերով նավարկելու, հողմադացները գործարկելու և հացահատիկ աղալու նպատակով: Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների օգտագործումը որպես նոր տեխնոլոգիա է ընկալվում այն պարզ պատճառով, որ վերջին տարիներին երկրի ընդերքի էներգակիրների կիրառության բացասական հետևանքները ստիպեցին մարդկությանը էապես զարգացնել վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների վրա հիմնված տեխնոլոգիաները: Այդ գործընթացին մեծապես նպաստեց նաև կիսահաղորդչային տեխնոլոգիաների զարգացումը, որն առաջ բերեց արևային ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների նոր և արդյունավետ մշակումներ:

Այսպիսով, վերականգնվող էներգիայի պաշարները անսահման են, և դրանք կարելի է օգտագործել այնքան, որքան ցանկանում ենք՝ չանհանգստանալով դրանց սպառման մասին: Բացի այդ, վերականգնվող էներգիայի աղբյուրները սովորաբար շատ ավելի էկոլոգիապես մաքուր են, քան հանածո վառելիքները և չեն վնասում շրջակա միջավայրը:



Նկ. 1.1. Էներգիայի տարբեր աղբյուրների պաշարների համեմատական չափերը (խորանարդների ներքում պատկերված է տվյալ տիպի էներգիայի հնարավոր պոտենցիալ օգտագործման չափը)

Դիտարկենք վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների տեսակները և դրանց հիմնական հատկանիշները:



Արևային էներգիա

Արեգակը հսկայական քանակությամբ էներգիա է ճառագում դեպի Երկիր: Մեկ ժամում Արևից ստացված էներգիան բավական է, որ ամբողջ մոլորակը մեկ տարի ապահովվի էլեկտրականությամբ: Արևային էներգիան փոխակերպվում և օգտագործվում է տարբեր ձևերով, որոնցից ամենտարածվածները ֆոտոէլեկտրական և ջերմային կերպափոխումներն են: Արևային ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների միջոցով արևի լույսային էներգիան կերպափոխվում է էլեկտրականի (նկ. 1.2), իսկ ջերմային կերպափոխիչների միջոցով արևի էներգիան կերպափոխվում է ջերմային էներգիայի, հիմնականում՝ տաքացված ջրի տեսքով: Բացի նշված ձևերից, արևային էներգիան օգտագործվում է նաև շատ այլ եղանակներով, օրինակ, շենքերի պասսիվ տաքացման նպատակով, ջերմոցային տնտեսություններում, չորանոցներում, տրանսպորտային միջոցներում, փողոցային լուսավորության սարքերում, այգիների ոռոգման նպատակով (արևի էներգիայով աշխատող ջրի պոմպերով), ջրի աղազրկման համակարգերում և այլն:



Նկ. 1.2. Արևային էներգիայի ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչներ

Արեգակնային էներգիայի հիմնական հատկանիշները

Արեգակնային էներգիան շատ առավելություններ ունի: Այն չի աղտոտում շրջակա միջավայրը, չափազանց առատ է, տարածված և երբեք չի սպառվի: Համաձային գիտնականների գնահատականների՝ արևը կգործի հինգ միլիարդ տարի: Արևային էներգիայի կերպափոխիչները, որպես կանոն, չեն պարունակում շարժական դետալներ և հետևաբար ունեն անխափան աշխատանքի մեծ հուսալիություն, ծառայության երկար ժամկետ և անաղմուկ են: Արևային էներգիայի կիրառությունը, ինչպես նաև մյուս վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների տեսակները, հնարավորություն է տալիս խուսափել ավանդական էներգակիրների հնարավոր թանկացումներից և դրանց ներմուծման հետ կապված բարդություններից: Արևային էներգիայի լայն օգտագործման հետ կապված առկա են հետևյալ խնդիրները:

1. Արևի էներգիան ընդհատվող բնույթ ունի: Այն բացակայում է ամպամած եղնակներին և գիշերները, իսկ արևային էլեկտրաէներգիայի պահեստավորման տեխնոլոգիան դեռ չի հասել ցանկալի արդյունավետության:

2. Արևային էներգիայի կիրառության համար անհրաժեշտ տեխնոլոգիաները դեռևս համեմատաբար թանկ են: Սակայն մեծ ինտենսիվությամբ տարվում են գիտահետազոտական աշխատանքներ արևային էներգիայի կերպափոխիչների ինքնարժեքի նվազեցման և դրանց արդյունավետության հետագա բարձրացման ուղղությամբ:

3. Արևային ֆոտոէլեկտրական մոդուլները (վահանակները) մեծ տարածք են պահանջում: Բարեբախտաբար, արևային կերպափոխիչները կարող են տեղադրվել շենքերի տանիքների վրա՝ ապահովելով անհրաժեշտ էլեկտրաէներգիա տան կամ բիզնեսի համար:



Քամու էներգիա

Արեգակի էներգիան ստեղծում է նաև քամի, որը կարող է օգտագործվել որպես վերականգնվող էներգիայի աղբյուր: Արևը տարբեր քանակությամբ է տաքացնում Երկրի տարբեր վայրերը: Արդյունքում, տաք օդը, լինելով ավելի թեթև, բարձրանում է, իսկ այդ տարածք է ներթափանցում ավելի զով, ավելի ծանր օդը. ստաղծվում է քամի: Քամին կարող է օգտագործվել էլեկտրաէներգիա արտադրելու համար, քանի որ շարժվող օդն ունի կինետիկ էներգիա: Քամին պտտեցնում է հողմակի տուրբինի շեղբերը, ինչը պտույտը փոխանցում է գեներատորին, ստեղծվում է էլեկտրաէներգիա:



Քամու էներգիայի հատկանիշները

Քամու էներգիան շատ առավելություններ ունի: Այն չի աղտոտում շրջակա միջավայրը: Բացի այդ, շատ տեղերում քամին առատ է: Քամին, այնուամենայնիվ, չի փչում ամբողջ ժամանակ: Այն նույնպես ընդհատվող բնույթ ունի, ինչպես արեգակնային էներգիան:

Հողմակները թանկ են և արագ մաշվում են: Մեծ հողմային կայաններում անհրաժեշտ քանակությամբ էլեկտրաէներգիա ստանալու համար օգտագործվում են շատ հողմակներ, ինչը ոչ միշտ է գեղեցիկ տեսարան ստեղծում և կարող է մոտակա բնակիչների բողոքի պատճառ դառնալ: Բացի այդ, հաճախ հնչում են բողոքներ բնապահպանների կողմից, որոնք առաջ են քաշում այն թեզը, որ մեծ քանակությամբ տեղաբաշխված հողմակները խոչընդոտում են թռչունների ազատ տեղաշարժին և որ դրանք արձակում են ցածրահաճախական աղմուկ:



Հիդրոէներգիա

Հիդրոէներգիան շարժվող ջրի կինետիկ էներգիան է, որն օգտագործվում է էլեկտրաէներգիա արտադրելու համար: Գոյություն ունի ջրից էլեկտրաէներգիա արտադրելու մի քանի եղանակ: Ամենից շատ կիրառվում են գետերի վրա կառուցված հիդրոէլեկտրակայանները: Այստեղ գետերի ջրերը կուտակվում են ջրամբարներում, որտեղից ջուրը մեծ բարձրությունից բաց է թողնվում: Ստանալով մեծ արագություն (կինետիկ էներգիա)՝ ջուրը հարվածում է տուրբինի թիակներին, պտտեցնելով տուրբինը: Այդ պտույտը փոխանցվում է գեներատորին, որը էլեկտրաէներգիա է արտադրում: Բացի այդ, գոյություն ունեն մակընթացային և ալիքային էներգիաներ: Այս դեպքում, օգտագործելով մակընթացությունների և տեղատվությունների հետևանքով ստեղծվող ջրային հոսքը, որի ցիկլը տեղի է ունենում յուրաքանչյուր 12 ժամը մեկ լուսնի ձգողական ուժի պատճառով, ինչպես նաև օվկիանոսի ալիքների էներգիան, պտտեցվում են համապատասխան տուրբինները, և արտադրվում է էլեկտրաէներգիա: Հիդրոէլեկտրակայանի նշված երեք տեսակն էլ գործում են ջրի տեղափոխման շնորհիվ, պտտվող տուրբինների միջոցով:



Հիդրոէներգիայի հատկանիշները

Հիդրոէներգիայի հիմնական առավելությունն այն է, որ այն գործում է առանց որևէ վնասակար արտանետման: Հիդրոէներգետիկան նաև վերականգնվող ռեսուրս է, քանի որ գետերի ջրերը շարունակաբար հոսում են, շնորհիվ ջրի գուրռչացմանը արևի էներգիայի ազդեցությամբ և տեղումների առկայությանը բարձրադիր գոտիներում ձյան կամ անձրևի տեսքով:

Այնուամենայնիվ, հիդրոէներգետիկան ունի նաև բնապահպանական խնդիրներ: Ջրային մեծ ամբարտակների կառուցման հետևանքով խափանվում է գետի բնական հոսքը, փոխում է էկոհամակարգը: Ջրի մակարդակի բարձրացման պատճառով բույսերը վնասվում են, կենդանիները տեղահանվում: Վնասվում են նաև գետի ջրային կենդանիները, մասնավորապես՝ ձկները:



Երկրաջերմային (գեոթերմալ) էներգիա

Երկիրն իր ընդերքում պարունակում է ջերմային էներգիայի հսկայական քանակություն: Այդ էներգիան կուտակված է ընդերքում Երկիր մոլորակի ստեղծման ընթացքում: Երկրի ջերմային էներգիան գոյանում է նաև ընդերքի ժայռային բեկորների ռադիոակտիվ տրոհման հետևանքով: Երբեմն ընդերքի էներգիան մեծ քանակություններով արտանետվում է Երկրի մակերես հրաբխային ժայթքումների ընթացքում: Աշխարհագրական որոշ վայրերում ընդերքից տաք ջուրը մղվում է դեպի մակերես: Օգտագործելով տաք ջրի գոլորշու շիթը՝ հնարավոր է լինում պտտեցնել տուրբինը և ստանալ էլեկտրաէներգիա: Մակայն երկրաջերմային էներգիան օգտագործվում է հիմնականում շենքերի ջեռուցումն ու հովացումը ապահովելու համար: Այս տեխնոլոգիայի միջոցով, որը հայտնի է «ջերմային պոմպ» անվանումով, հատուկ պատրաստված խողովակաշարով ջուր է մղվում դեպի Երկրի մակերեսից հնարավորինս ավելի խորը շերտեր, որտեղ ջերմաստիճանը բարձր է մակերեսային շերտի համեմատ: Տաքացված ջուրը վերադառնում է մակերես, որի էներգիան օգտագործվում է այն նույն սկզբունքով, որով գործում են օդորակիչները (կոնդիցիոներները):



Երկրաջերմային էներգիայի հատկանիշները

Երկրաջերմային էներգիան խոստումնալից վերականգնվող էներգիայի աղբյուր է՝ էներգիայի մատակարարման մեծ ներուժով: Օրինակ, Իսլանդիայում երկրաջերմային էներգիայի օգտագործման շնորհիվ ապահովվում է տների ջեռուցման կարիքները 90 տոկոսով և էլեկտրաէներգիայի կարիքները՝ 25 տոկոսով: Մակայն երկրաջերմային էներգիայի կիրառությունը

պահանջում է մեծ կապիտալ ներդրումներ: Բացի այդ, երկրաջերմային էներգիայի արդյունավետ օգտագործումը նպատակահարմար է իրականացնել միայն որոշակի, դրա համար բարենպաստ պայմաններով աշխարհագրական վայրերում:



Կենսազանգված

Կենսազանգվածը այն նյութն է, որը ստեղծվում է բույսերից և կենդանիներից: Կենսազանգվածը, թերեւս, վերականգնվող էներգիայի ամենաավանդական աղբյուրներից մեկն է: Կենսազանգվածի օրինակներ են փայտը, բերքի թափոնները և գոմաղբը: Կենսազանգվածի վառելիքը կարող է այրվել ուղղակիորեն ջերմություն արտադրելու համար կամ վերածվել կենսավառելիքի, ինչպես էթանոլը և բիոդիզելը, որոնք օգտագործվում են ավտոմեքենաների համար:

Կենսավառելիքի առավելությունը ավանդական էներգակիրների համեմատ այն է, որ դրանք ավելի մաքուր են այրվում: Արդյունքում, դրանք ավելի քիչ են աղտոտում մթնոլորտը: Սակայն քննադատները նշում են, որ կենսավառելիքներն ընդամենը մի փոքր ավելի լավ այլընտրանք է, քան հանածո վառելիքը:

Եզրակացություն

Վերականգնվող էներգիայի տեսակների վերաբերյալ վերը նշված դիտարկումներից և հատկանիշների վերլուծությունից բխում է, որ արևային էներգիան առավել կիրառական նշանակություն ունեցող վերականգնվող էներգիայի աղբյուր է: Արևային էներգետիկ կայաններն ունեն բազմաթիվ առավելություններ: Դրանց կիրառությունը նպատակահարմար է և՛ մասնավոր, և՛ արտադրական սեկտորի կարիքների համար:

1.2. Արեգակնային էներգիայի հիմնական բնութագրերը

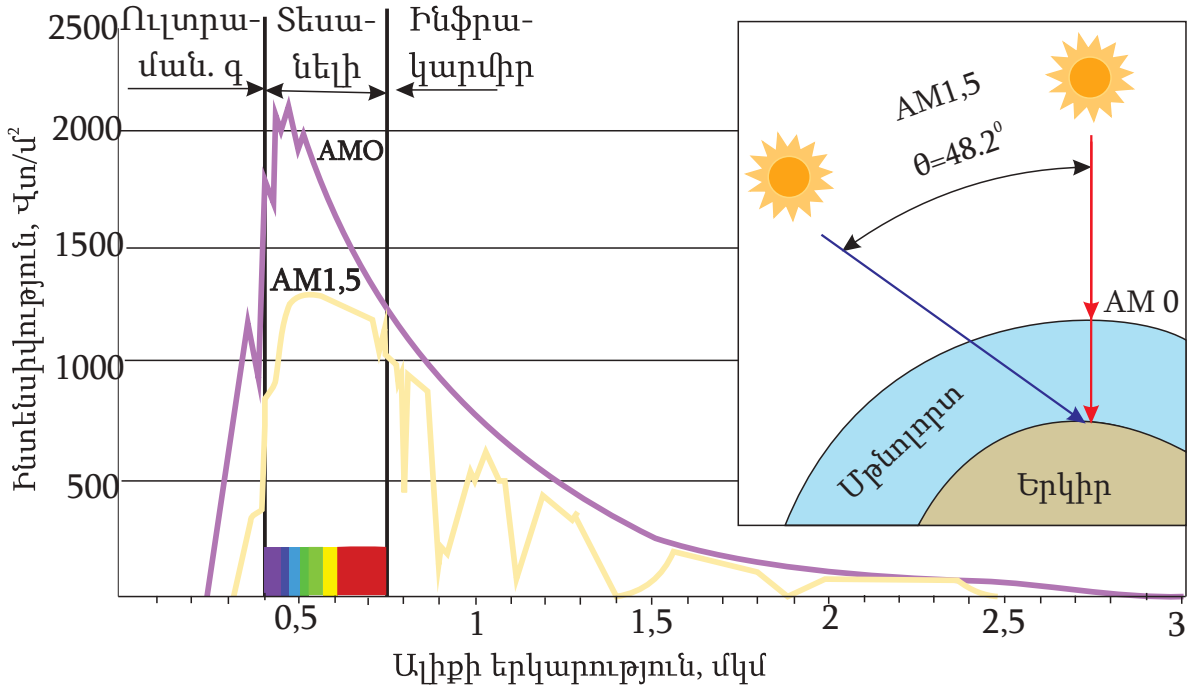
Արևի էներգիան ստեղծվում է ջերմամիջուկային ռեակցիայի շնորհիվ, որի ընթացքում յուրաքանչյուր վայրկյան մոտավորապես 600 միլիոն տոննա ջրածին (H_2) վերափոխվում է հելիումի (He): Արևի արտաքին մակերևույթի ջերմաստիճանը 6000 աստիճան է:

Արեգակը ճառագայթում է իր էներգիան լույսի միջոցով: Լույսն ունի երկակի բնույթ - ալիքային և մասնիկային: Լույսի ալիքային հատկությունն օգտագործվում է ինտերֆերենցիայի և դիֆրակցիայի երևույթները բացատրելու համար, իսկ մասնիկային (քվանտային) հատկությունն օգտագործվում է ֆոտոէլեկտրական երևույթը բացատրելու համար: Պետք է, նշել որ հենց ֆոտոէլեկտրական երևույթի վրա է հիմնված արևային էներգիայի ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների աշխատանքը:

Անդրադառնալով լույսի ալիքային բնույթին՝ կարելի է նշել, որ Արեգակը ճառագայթում է էլեկտրամագնիսական ալիքներ՝ տարբեր երկարություններով: Այդ լուսային ալիքները, թափանցելով մթնոլորտի միջով, հասնում են Երկրի մակերես: Մենք տեսնում ենք արևի արտանետած էներգիայի միայն մի մասը, որը գտնվում է այսպես կոչված լույսի տեսանելի տիրույթում (նկ. 1.2.1): Այն ներառում է 0,4 մկմ ... 0,75 մկմ երկարությամբ էլեկտրամագնիսական ալիքների տիրույթ (այստեղ՝ մկմ չափման միավորը նշանակում է միկրոմետր, 1մկմ=10⁻⁶մ, կամ 1մմ – ի հազարերորդական մասը):

Ըստ է նկ. 1.2.1 – ի, Արեգակը իր էներգիան ճառագայթում է ալիքի երկարությունների լայն տիրույթում: Այն ներառում է ուլտրամանուշակագույն ճառագայթման (0,25 – 0,4 մկմ),

տեսանելի ճառագայթման (0,4 - 0,75 մկմ) և ինֆրակարմիր ճառագայթման (0,7–3 մկմ) տիրույթները: Մեզ համար տեսանելի չեն ճառագայթների ուլտրամանուշակագույն և ինֆրակարմիր տիրույթների լուսային ալիքները (գույները), պայմանավորված մարդու աչքի զգայական հնարավորություններով, սակայն այդ ճառագայթները իրենց ազդեցությունն են թողնում Երկրի վրա ընթացող պրոցեսների, այդ թվում նաև՝ արևային էներգետիկ կայանների աշխատանքի վրա:



Նկ. 1.2.1. Արևի ճառագայթների ինտենսիվության սպեկտրային բաշխվածությունը

Արևի ճառագայթների հզորությունը տիեզերքում՝ մթնոլորտի շերտից դուրս, շատ ավելին է, քան Երկրի մակերեսի վրա, քանի որ անցնելով մթնոլորտի միջով, տեղի է ունենում ճառագայթների կլանում մթնոլորտում: Տիեզերքում՝ Երկրի մակերևույթից մի քանի հարյուր կիլոմետր հեռավորության վրա, արևի ճառագայթների հզորությունը 1360 Վտ/մ² է, և այս մեծությունը կոչվում է արևային հաստատուն: Ճառագայթների հզորությունը (ինտենսիվությունը) բնութագրվում է վատտերով մեկ մետր քառակուսի մակերեսի վրա (Վտ/մ²):

Նկ. 1.2.1 – ում պատկերված AM0 կորը բնութագրում է Արևի ճառագայթների հզորության բաշխվածությունը մթնոլորտից դուրս, Երկրի մակերևույթից մի քանի հարյուր կիլոմետր հեռավորության վրա: AM0 - ում AM –ը նշանակում է մթնոլորտային զանգված (AM–Atmospheric Mass), իսկ 0 – ն ցույց է տալիս, որ օդային զանգված չկա, այսինքն՝ դիտարկվում է արևի ճառագայթումը տիեզերքում: Երբ Արևը ուղղակիորեն գլխավերևում է, ճառագայթներն ուղղահայաց են Երկրի մակերեսին (զենիթի ուղղությամբ), օդային զանգվածը 1 է և գրվում է AM1:

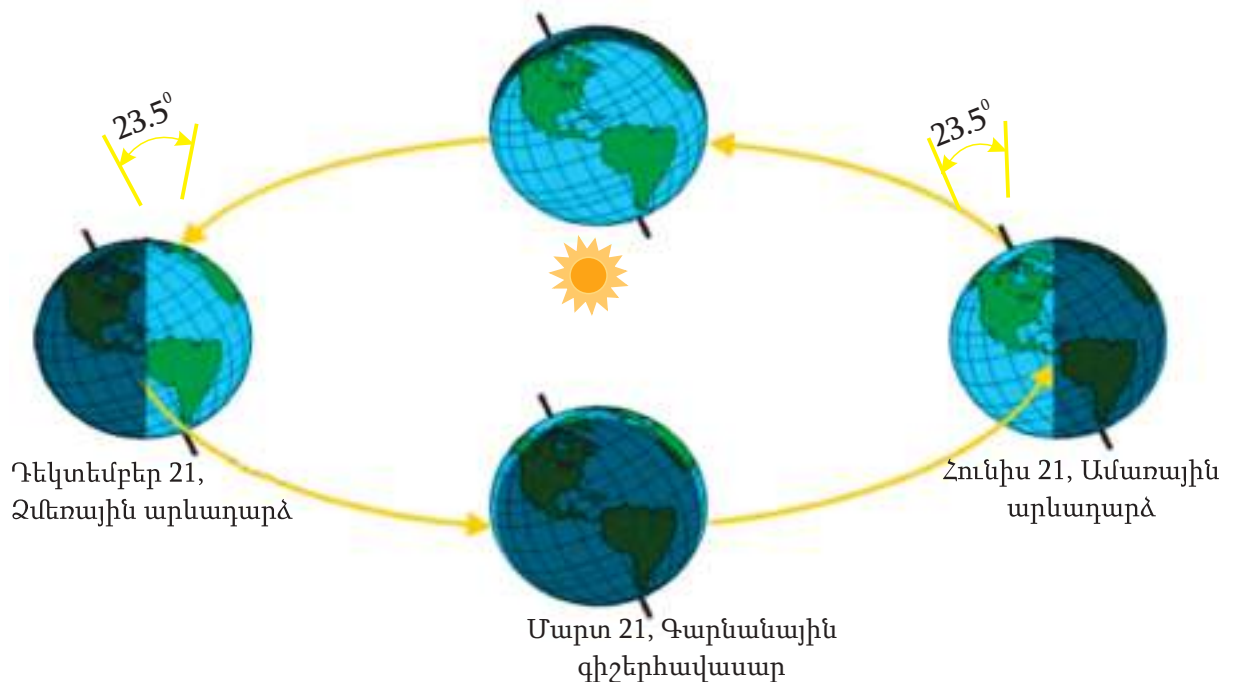
Երկրի մակերևույթի վրա ճառագայթման արժեքը նվազում է՝ կախված նրանից, թե օդային զանգվածի ինչ լայնությամբ շերտի միջով է անցնում ճառագայթը: Օդային զանգվածը կամ օդի շերտի լայնությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$AM = 1/\cos(\theta),$$

որտեղ θ -ն հորիզոնական հարթությանը տարված ուղղահայացի (զենիթի) և Արևի ճառագայթների միջև կազմված անկյունն է (զենիթի անկյուն):

Երկրի մակերևույթի վրա ճառագայթման միջին հզորությունը բնութագրվում է AM1,5 կորով, ինչը համապատասխանում է այն դեպքին, երբ զենիթի անկյունը $\theta=48,2^\circ$ (նկ. 1.2.1): Այս դեպքում Արևի ճառագայթման ինտենսիվությունը ծովի մակարդակի վրա կազմում է 925 Վտ/մ²: Սովորաբար արևային կայանների նախագծային հաշվարկներում օգտագործվում է Արևի ճառագայթման ինտենսիվության 1000 Վտ/մ² արժեքը:

Արևային էներգետիկ կայանների նախագծային և մոնտաժման աշխատանքները ճշտորեն կատարելու համար անհրաժեշտ է հաշվի առնել Արևի շարժման հետագիծը տվյալ տեղանքի նկատմամբ: Դա հնարավորություն կտա ճիշտ դիրքով տեղադրել արևային կայանքների ֆոտովոլտային մոդուլները և ջրատաքացուցիչ կոլեկտորները, առավելագույն էլեկտրական և ջերմային էներգիաներ ստանալու նպատակով: Արևի շարժման ընթացքը տվյալ տեղանքի նկատմամբ պարզաբանելու համար դիտարկենք Երկրի պտույտը Արեգակի շուրջը (նկ. 1.2.2):

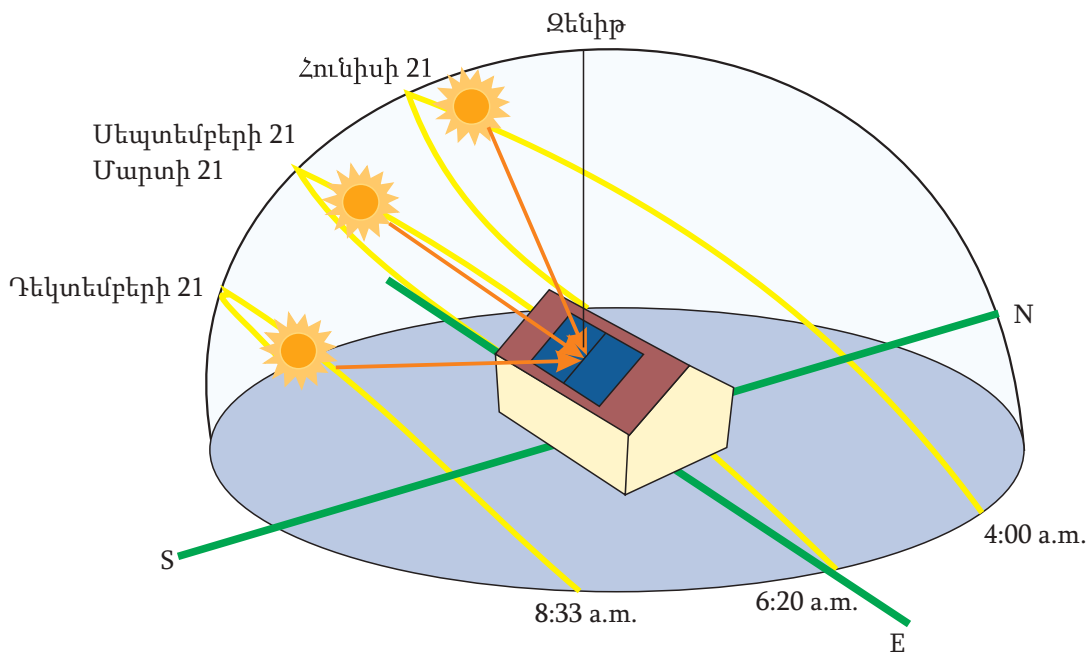


Նկ. 1.2.2. Երկրի պտույտը արեգակի շուրջը

Երկիրը պտտվում է Արեգակի շուրջը էլիպսաձև ուղեծրով և տարվա ընթացքում որոշ պահի ավելի մոտ է գտնվում Արեգակին: Այդ դեպքում Երկիրը մի փոքր ավելի շատ էներգիա է ստանում: Այդ պահին հարավային կիսագնդում ամառ է, իսկ հյուսիսայինում՝ ձմեռ: Սակայն Երկրի վրա Արևից ստացվող էներգիայի չափը որոշող ավելի կարևոր գործոնն այն է, որ Արեգակի շուրջը պտույտի հարթությանը տարված ուղղահայացի նկատմամբ Երկիրը պտտվում է $23,5^\circ$ – ով թեքված առանցքով (նկ. 1.2.2): Այդ թեքվածության հետևանքով ձմռանը Հյուսիսային կիսագնդում օրվա ավելի քիչ ժամերի ընթացքում է լուսավորվում, և արևի ճառագայթները մոտ են գտնվում Հորզոնին: Արդյունքում Հյուսիսային կիսագնդում Արևից ստացվում է փոքր էներգիա, և լինում է ձմեռ: Ամենաերկար գիշերը լինում է դեկտեմբերի 21 – ին (Ձմեռային արևադարձ): Այդ դեպքում Հարավային կիսագնդում հակառակ պատկերն է, այսինքն՝ ցերեկվա տևողությունը մեծ է, Արևի ճառագայթները մոտ են զենիթի առանցքին և հարավային կիսագնդում լինում է ամառ: Գարնանը՝ մարտի 21 – ին, Երկրի առանցքի թեքվածությունը այնպիսի դիրքում է, որ ցերեկվա և գիշերվա տևողությունները հավասարվում են և կազմում են ճիշտ 12

ժամ (Գարնանային գիշերահավասար): Ամռանը Հյուսիսային կիսագնդում ցերեկվա տևողությունը մեծանում է, Արևի ճառագայթները մոտ են զենիթի առանցքին, այսինքն՝ մեծանում է արևի ճառագայթային էներգիան: Հունիսի 21 – ին հյուսիսային կիսագնդում գիշերվա տևողությունը նվազագույնն է (Ամառային արևադարձ): Այդ դեպքում հարավային կիսագնդում լինում է ձմեռ: Աշնանը՝ սեպտեմբերի 21 – ին, Երկրի առանցքի համապատասխան թեքվածության հետևանքով նորից ցերեկվա և գիշերվա տևողությունները հավասարվում են (Աշնանային գիշերահավասար):

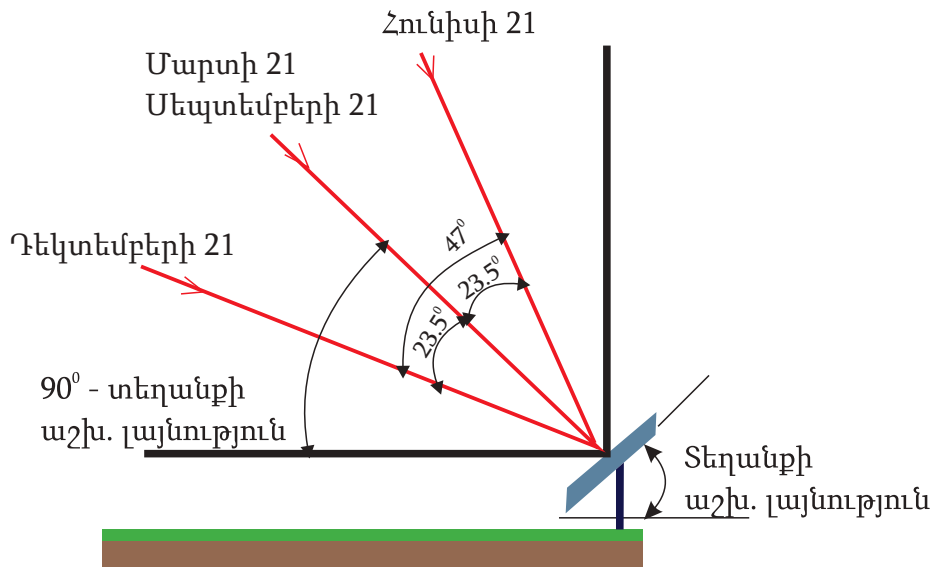
Օգտվելով Արեգակի շուրջը Երկրի պտույտի՝ վերը շարադրված նկարագրից, պատկերենք Արևի շարժման ընթացքը, հյուսիսային կիսագնդում գտնվող տվյալ տեղանքի նկատմամբ: Այն ցույց է տրված նկ. 1.2.3 - ում:.



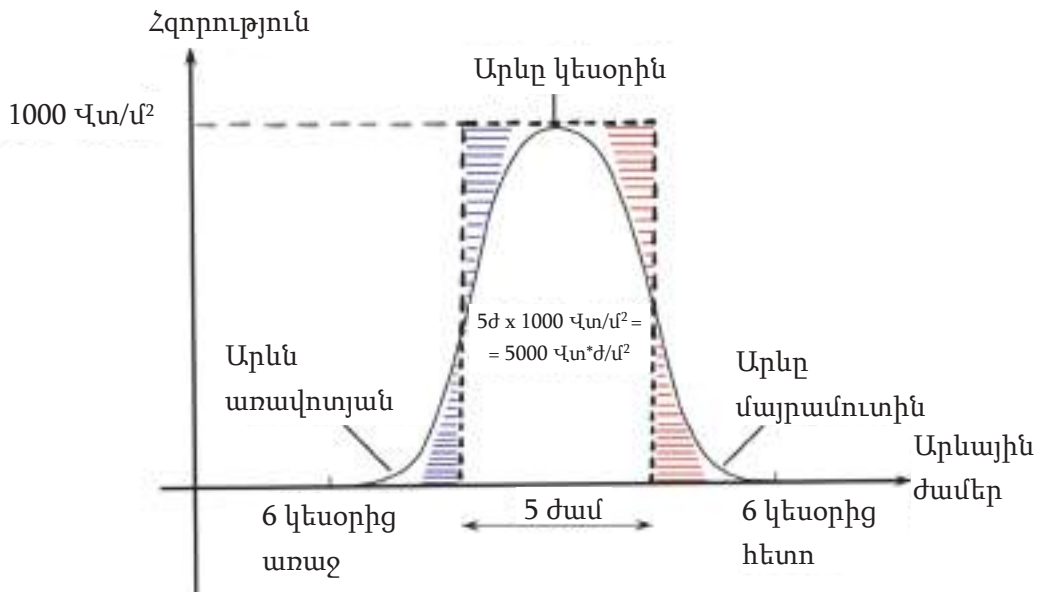
Նկ. 1.2.3. Արևի շարժման ընթացքը տեղանքի նկատմամբ

Նկարում երևում է, որ Արևը առավել բարենպաստ դիրքում գտնվում է ամռանը՝ հունիսի 21 – ի կեսօրին: Սեպտեմբերի 21 – ին, ինչպես նաև մարտի 21 – ին, զենիթի առանցքի նկատմամբ ճառագայթման անկյունը մեծանում է ամառային դիրքի համեմատ $23,5^\circ$ – ով: Ձմռանը այդ անկյունն աճում է ևս $23,5^\circ$ – ով, մեծանում է մթնոլորտի շերտի հաստությունը, որի միջոցով անցնում են ճառագայթները, հետևաբար, նվազում է Արևից ստացվող էներգիան (նկ. 1.2.4):

Օրվա ընթացքում Երկրի պտույտի հետևանքով նույնպես փոխվում է Արևի ճառագայթման ինտենսիվությունը: Այն լինում է փոքր առավոտյան և երեկոյան ժամերին, քանի որ ճառագայթները մթնոլորտի ավելի լայն շերտերի միջով են անցնում: Կեսօրին, երբ Արևը գտնվում է ամենաբարձր կետում, արեգակնային էներգիայի ամենամեծ քանակն է հասնում արևային կայանին: Արևի ճառագայթների հզորության (ինտենսիվության) բաշխվածությունը օրվա ժամերի ընթացքում, ցույց է տրված նկ. 1.2.5 – ում, որտեղ երևում է՝ միավոր մակերեսի վրա ընկնող ճառագայթների հզորությունը առավոտյան զրոյից սահուն կերպով աճում է և կեսօրին հասնում իր առավելագույն արժեքին՝ 1000 Վտ/մ^2 , իսկ մայրամուտին նույնպես սահուն կերպով նվազելով, հասնում է զրո արժեքին:



Նկ. 1.2.4. Արևի դիրքի փոփոխությունը տեղանքի նկատմամբ

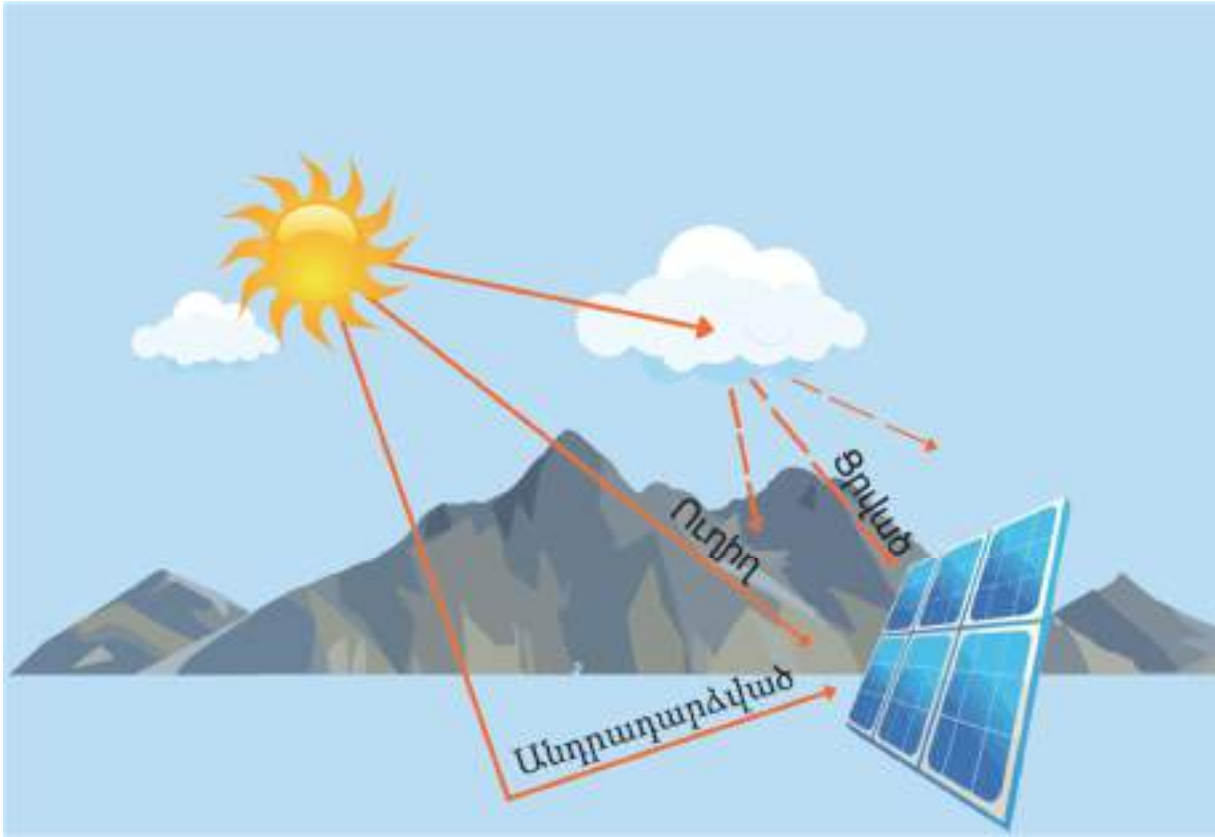


Նկ. 1.2.5. Արևի ճառագայթների հզորության բաշխվածությունը օրվա ընթացքում

Օրվա ընթացքում Արևից ստացված էներգիան կամ այլ կերպ ասած Արևի կողմից կատարված աշխատանքը գնահատելու համար, Արևի առավելագույն հզորության արժեքը՝ 1000 Վտ/մ^2 բազմապատկում ենք օրվա ընթացքում արևի ճառագայթման միջին տևողությամբ: Նկարում պատկերված դեպքի համար այն հավասար է 5 ժամի: Այսպիսով, արևից ստացված էներգիան օրվա ընթացքում նկարում պատկերվում է ուղղանկյան տեսքով, որի մակերեսը հավասար է կորով սահմանափակված մակերեսին: Այն կկազմի՝ $1000 \text{ Վտ/մ}^2 \times 5 \text{ ժ} = 5 \text{ կՎտ} \cdot \text{ժ/մ}^2$: Տվյալ տեղանքի համար տեղեկատուներում հաճախ տրվում է հորիզոնական հարթության կամ արևի ճառագայթներին ուղղահայաց հարթության վրա արևի ճառագայթային էներգիան տարվա կտրվածքով ($\text{կՎտ} \cdot \text{ժ/մ}^2 \cdot \text{տարի}$):

Արևի ճառագայթները, անցնելով մթնոլորտի միջով, տարբեր ձևերով են հասնում Երկրի մակերես՝ տվյալ արևային կայանին: Ճառագայթները կարող են լինել ուղիղ, որոնք անցնելով մթնոլորտով, ուղղակի հարվածում են ընդունիչի մակերեսին (նկ. 1.2.6): Դրանք կարող են լի-

նել տարբեր տիպի մակերևույթներից անդրադարձած ճառագայթներ, օրինակ՝ ջրի, ձյան մակերեսներից, կառույցներից և այլն: Ընդունիչի մակերեսը, լուսավորող ճառագայթները կարող են լինել նաև ցրված (դիֆուզված): Դրանք առաջանում են մթնոլորտում օդի մոլեկուլների, ջրային գոլորշիների (ամպերի), փոշու հատիկների և օդում գոյություն ունեցող այլ տարատեսակ խառնուրդների հետ ճառագայթների փոխազդեցության հետևանքով:



Նկ. 1.2.6. Արևային կայանը լուսավորող ճառագայթների տեսակները

Արևային կայանների մշակման գործընթացներում պետք է հաշվի առնել վերը թվարկած բոլոր տիպի ճառագայթների ընդհանուր ազդեցությունը:

Արևի ճառագայթման ինտենսիվությունը կախված է նաև ընդունիչի դիրքից ճառագայթների նկատմամբ, այսինքն՝ հորիզոնի նկատմամբ ընդունիչի թեքվածության անկյունից, որի օպտիմալ արժեքը կախված է կայանի աշխարհագրական դիրքից: Եթե ընդունիչը ավտոմատ կերպով հետևում է Արևի ընթացքին, ուղղահայաց պահելով ընդունիչի մակերեսը ճառագայթներին, ապա ընդունիչը ստանում է առավելագույն լուսային էներգիան:

1.3. Արևային ճառագայթային էներգիայի ներուժը

Արևային ճառագայթային էներգիայի ներուժը աշխարհի տարբեր երկրներում գնահատելու նպատակով մշակվել են էներգիայի բաշխվածության բազմաթիվ քարտեզներ, որոնց միջոցով կարելի է որոշել տվյալ տեղանքում, միավոր մակերեսի վրա արևային էներգիայի միջին արժեքը տարվա կտրվածքով, կամ մեկ օրվա համար, հետևյալ չափողականությամբ՝ kWh/m² (կՎտ*ժ/մ²): Եթե ճառագայթային էներգիայի չափը տրվում է ամբողջ տարվա համար, իսկ մեկ պետք է իմանալ մեկ օրում ճառագայթման չափը, ապա բաժանելով այն 365 – ի, կստանանք մեկ օրվա ճառագայթման չափաբաժինը, և հակառակը: Սովորաբար, տեղեկատվական աղբ-

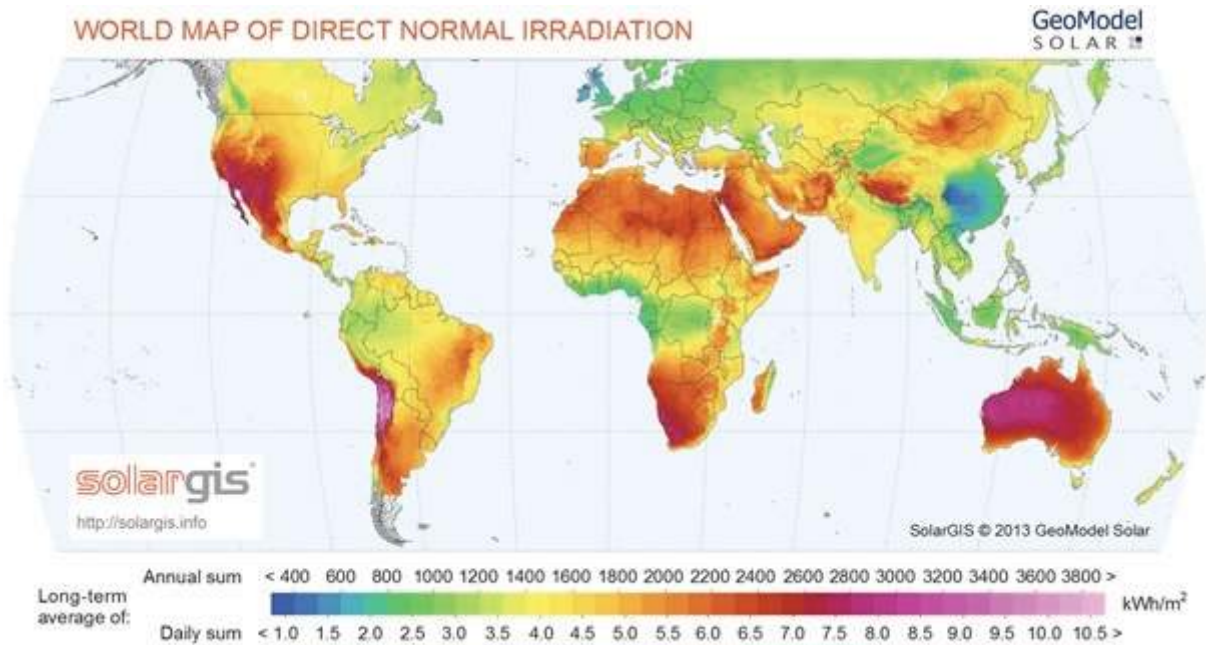
յուրներում նշվում է, թե ընդունիչի մակերեսը ինչ դիրքում է գտնվում. հորիզոնական, ուղղահայաց արևի ճառագայթներին (մշտապես հետևող արևի ընթացքին), կամ որոշակի օպտիմալ ֆիքսված անկյան տակ թեքված հորիզոնական հարթության նկատմամբ (տես նկ. 1.2.4): Նշվում է նաև ճառագայթման բնույթը՝ ուղիղ (Direct), ցրված (Diffuse), այնպես ինչպես պատկերված է նկ. 1.2.6 – ում:

Արևի ճառագայթային ներուժի ծավալուն տեղեկատվական բազա է «GLOBAL SOLAR ATLAS»-ը (<https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study>), որտեղ տրվում են աշխարհի ցանկացած տեղանքի և արևի ճառագայթման վերաբերյալ բոլոր հիմնական տվյալները: Օրինակ, ընտրելով տվյալ երկիրը և նշելով քարտեզի վրա տվյալ տեղանքը, բերվում է տեղանքի անվանումը, աշխարհագրական դիրքը և արևի ճառագայթման վերաբերյալ հետևյալ տվյալները.

1. Direct normal irradiation (DNI) – Ուղիղ ճառագայթում, ուղղահայաց ընդունիչի մակերեսին,
2. Global horizontal irradiation (GHI) – Գումարային ճառագայթում հորիզոնական դիրքով մակերեսի վրա,
3. Diffuse horizontal irradiation (DIF) - Դիֆուզված (ցրված) ճառագայթում հորիզոնական դիրքով մակերեսի վրա,
4. Global tilted irradiation at optimum angle (GTI opta) - Գումարային ճառագայթում օպտիմալ անկյան տակ թեքված մակերեսի վրա,
5. Optimum tilt of PV modules (OPTA) – Ֆոտովոլտային մոդուլի օպտիմալ թեքման անկյուն,
6. Air temperature (TEMP) – Օդի ջերմաստիճանը,
7. Terrain elevation (ELE) – Տեղանքի բարձրությունը ծովի մակարդակից,
8. Specific photovoltaic power output (PVOUT specific), kWh/kWp – Արևային ֆոտովոլտային կայանի տեսակարար արտադրողականություն (կՎտ*ժ/ կՎտ), որը բնութագրում է տվյալ տարածքում տեղակայվող 1 կՎտ հզորությամբ ֆոտովոլտային կայանի կողմից արտադրվող էլեկտրաէներգիայի տարեկան սպասվելիք չափը:

Վերը նշված տվյալներից կարևոր է 4 – րդ կետում նշված տեղեկատվությունը, որի միջոցով կարելի է գնահատել, թե ֆիքսված, օպտիմալ անկյան տակ թեքված արևային կերպափոխիչը տարեկան կամ օրական, որքան էլեկտրաէներգիա կարտադրի: Կարևոր է նաև 5 – րդ կետում նշված, տվյալ տեղանքի համար օպտիմալ թեքման անկյունը, որը հնարավորություն է տալիս տեղադրել արևային կայանքը ճիշտ դիրքով և ապահովել դրա առավելագույն արդյունավետությունը: Շատ կարևոր է նաև 8–րդ կետում բերված ինֆորմացիան, որը ցույց է տալիս, թե աշխարհագրական տվյալ դիրքում տեղակայված 1 կՎտ հզորությամբ ֆոտովոլտային կայանքը որքան էլեկտրաէներգիա կարտադրի, այսինքն տվյալ տեղանքի պոտենցիալը արևային էլեկտրաէներգետիկայի առումով: Այդ ցուցանիշի հիման վրա հնարավոր է դառնում կատարել ապագա կայանքի նախագծային աշխատանքները և սնտեսական հիմնավորման հաշվարկը:

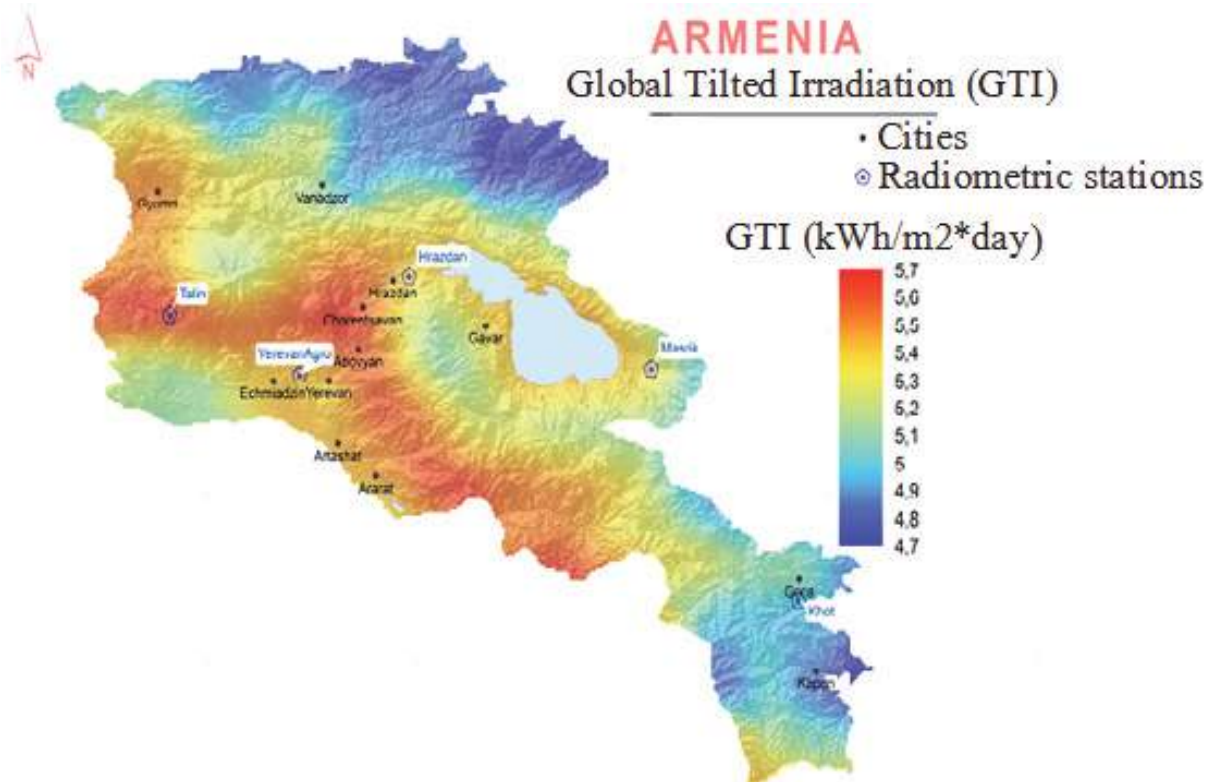
Նկ. 1.3.1 – ում պատկերված է SOLARGIS կազմակերպության կողմից մշակված ընդունիչի մակերեսին ուղղահայաց արևի ուղիղ ճառագայթային էներգիայի բաշխվածությունը ամբողջ աշխարհում: Նկարի ներքևի մասում բերված է ճառագայթային էներգիայի սանդղակը ըստ գույների, kWh/m² (կՎտ*ժ/մ²) միավորներով մեկ տարվա, ինչպես նաև մեկ օրվա համար: Ինչպես նշված է նկարի ներքևի ձախ անկյունում, բերված տվյալները միջինացված են երկար ժամանակահատվածի համար:



Նկ. 1.3.1. Ընդունիչի մակերեսին ուղղահայաց, ուղիղ ճառագայթման աշխարհի քարտեզը

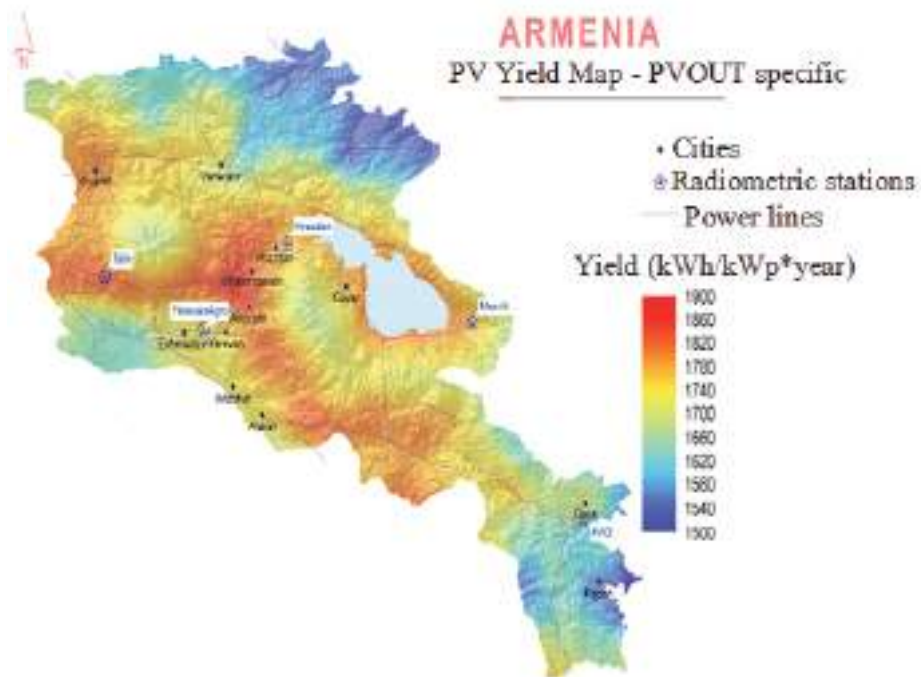
Հայաստանի Հանրապետության տարածքում արևային էներգիայի բաշխվածության պատկերը կարող ենք ստանալ նաև՝ օգտվելով ՀՀ էներգետիկ Ենթակառուցվածքների և Բնական Պաշարների Նախարարության կայքում գետեղված հետևյալ հասցեից՝ http://minenergy.am/storage/hh_taracqum_avevayin_neruji_qartezner.pdf: Նկ. 1.3.2 -ում պատկերված է անկյան տակ թեքված մակերեսի վրա գումարային ճառագայթման պատկերը՝ միջինացված մեկ օրվա համար:

Օգտվելով նկ. 1.3.2. – ում բերված ինֆորմացիայից՝ կարելի է գնահատել Արևի ճառագայթային միջին էներգիան տվյալ տեղանքում մեկ օրվա համար: Նկարի աջ կողմում պատկերված գունային սանդղակից կարող ենք ստանալ, որ անկյան տակ թեքված մակերեսի վրա ճառագայթային էներգիայի միջին արժեքը կազմում է օրական 5,2 կՎտ*ժ/մ², ինչը բավականին մեծ թիվ է և հիմք է հանդիսանում Հայաստանում արևային էներգետիկայի զարգացման համար: Համեմատության համար նշենք, որ օրինակ Իտալիայում արևային ճառագայթման էներգիան օրվա ընթացքում ընդունում է նվազագույն 3,6 կՎտ*ժ/մ² արժեքը հյուսիսում՝ Պո գետի հարթավայրային տարածքում, և առավելագույն 5,4 կՎտ*ժ/մ² արժեքը հարավում՝ Սիցիլիայում (Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) – <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>):



Նկ. 1.3.2. Հայաստանում անկյան տակ թեքված մակերեսի վրա գումարային արևային ճառագայթումը

ՀՀ Էներգետիկ Ենթակառուցվածքների և բնական պաշարների նախարարության կայք-ից կարող ենք տեղեկանալ նաև Հայաստանի ցանկացած վայրում տեղակայվող 1 կՎտ հզորությամբ ֆոտովոլտային կայանը մեկ տարվա ընթացքում որքան էլեկտրաէներգիա (կՎտ*ժ) կարտադրի (նկ. 1.3.3):



Նկ. 1.3.3. Հայաստանում տեղակայվող 1 կՎտ հզորությամբ ֆոտովոլտային կայանի տարեկան արտադրվող էլեկտրաէներգիայի սպասվելիք չափը (կՎտ*ժ/ կՎտ)

Օգտվելով <http://www.solarelectricityhandbook.com/solar-irradiance.html> կայքից՝ կարող ենք ներբեռնել տվյալ երկրի, տվյալ քաղաքի համար արևային ճառագայթման էներգիայի արժեքները նաև ամիսների կտրվածքով, հորիզոնական հարթության նկատմամբ տարբեր անկյուններով թեքված, ինչպես նաև աշխարհագրական ուղղությունների (հյուսիս, հարավ) նկատմամբ տարբեր դիրքերով մակերեսների համար:

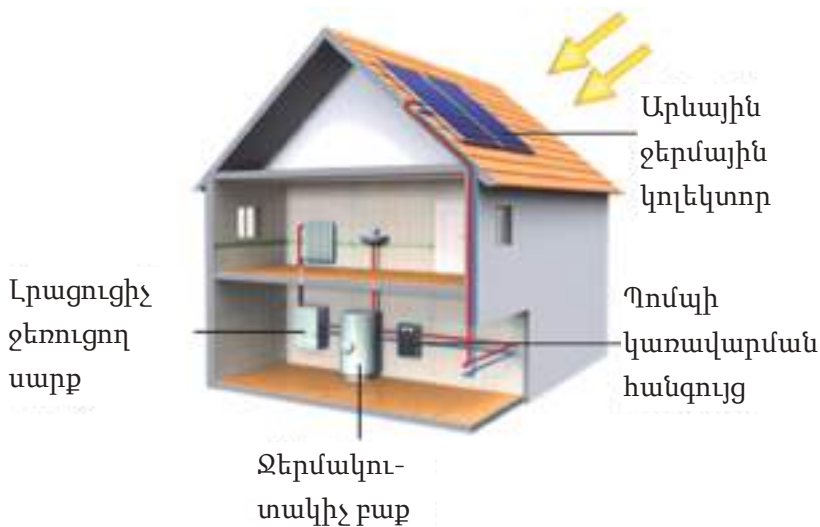
1.4. Արևային էներգիայի կիրառության ոլորտները

Արևի էներգիան, որպես վերականգնվող էներգիա, մարդկության կողմից օգտագործվում է բազմաթիվ եղանակներով, տարբեր կերպափոխիչների և սարքավորումների կիրառության միջոցով: Արևային էներգիայի կիրառության հիմնական ոլորտները հետևյալն են. (ա) արևային ջերմային կերպափոխիչներ, (բ) արևային ֆոտովոլտային կերպափոխիչներ, (գ) արևային չորանոցներ, (դ) փողոցային լուսավորության սարքեր, (ե) արևային ջրհան պոմպեր, (զ) արևային տրանսպորտ, (է) ջրի մաքրում, աղազրկում, (ը) արևային խոհանոցներ: Դիտարկենք համառոտ կերպով արևային էներգիայի կիրառության նշված ոլորտները:

(ա) Արևային ջերմային կերպափոխիչներ

Արևային էներգիայի կիրառության կարևորագույն ձևը այդ էներգիայի կերպափոխումն է ջերմային էներգիայի, որի արդյունքում ստեղծվում է տաք ջուր կամ օդ: Արևային էներգիայի ջերմային կերպափոխումը օգտագործվել է մարդկության կողմից դեռ հին ժամանակներից, օրինակ, մեր թվարկությունից առաջ 214 թվին Արքիմեդն օգտագործել է արևի էներգիան տաք ջուր ստանալու նպատակով, պարաբոլային հայելիներով կոնցենտրացնելով ճառագայթները: Վերջին տասնամյակներում մշակվել են արևային էներգիայի արդյունավետ ջերմային կերպափոխիչներ:

Արևային էներգիայի ջերմային կերպափոխիչներում, արևի ճառագայթային էներգիան կլանվելով սև գույնի կլանիչ մակերեսի կողմից, փոխակերպվում է ջերմային էներգիայի: Այդ էներգիան փոխանցվում է ջրին կամ օդին հետագա օգտագործման, կամ տարածքի ջեռուցման նպատակով: Արևային էներգիայի օգտագործման ամենատարածված տեխնոլոգիան ջրի տաքացման մեթոդն է տանիքում տեղակայված ջերմային կերպափոխիչի միջոցով (նկ. 1.4.1):



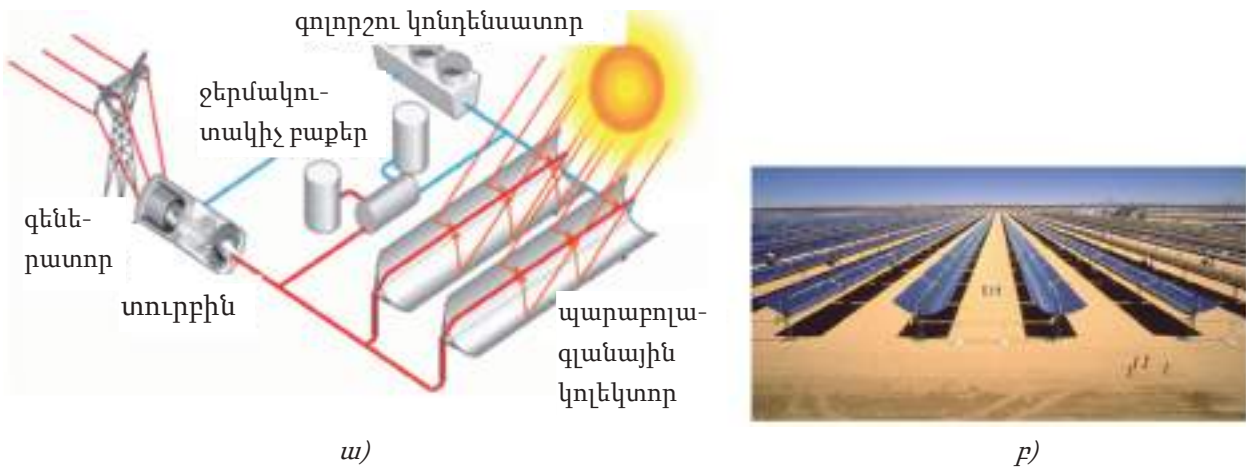
Նկ. 1.4.1. Արևային էներգիայի կերպափոխումը տաք ջրի

Տանիքին տեղակայված ջերմային կոլեկտորում կլանվում են արևի ճառագայթները, և կոլեկտորի միջի ջերմատար հեղուկը տաքանում է: Պոմպի միջոցով հեղուկը շրջանառություն է կատարում կոլեկտոր – ջերմակուտակիչ բաք կոնտուրի խողովակաշարի միջով, ինչի արդյունքում ջերմային էներգիան կոլեկտորից տեղափոխվում է բաքի մեջ: Բաքում կուտակված ջուրը տաքանում է, որը հետագայում օգտագործվում է տան կարիքների համար: Ցուրտ և ամպամած եղանակային պայմաններում օգտագործվում է նաև լրացուցիչ ջեռուցող սարք: Որպեսզի կլանված ջերմային էներգիան չփոխանցվի շրջակա միջավայրին և արևային էներգիայի կերպափոխման արդյունավետությունը մեծ լինի, արևային կոլեկտորը և համակարգի մյուս հանգույցները ջերմամեկուսացվում են: Օրինակ, լայն տարածում ստացած հարթ պանելային տիպի ջերմային կոլեկտորի մակերեսը լուսավորվող կողմից, որպես կանոն, ծածկվում է ապակով, իսկ կոլեկտորի մյուս հատվածները, խողովակաշարը և տաք ջրի կուտակիչ բաքը՝ ջերմամեկուսիչ նյութով:

Արևային էներգիայի ջերմային կերպափոխիչների միջոցով ապահովվում է կենցաղային օգտագործման տաք ջրի մեծ մասը: Օրինակ, միջին աշխարհագրական լայնություններում (40 աստիճան հյուսիսի և 40 աստիճան հարավի միջև) տաք ջրի (60° C) կենցաղային օգտագործման 60-70%-ը կարող է ապահովվել արևային ջրատաքացուցիչների միջոցով: Նշենք, որ Հայաստանը գտնվում է հյուսիսային 40 աստիճան լայնության վրա և կենցաղային օգտագործման համար տաք ջուրն ապահովվում է արևային ջրատաքացուցիչներով: Սակայն ցուրտ եղանակային և սակավ արևային ճառագայթների պայմաններում, բնակելի տարածքների ջեռուցումը արևի էներգիայով բարդ խնդիր է:

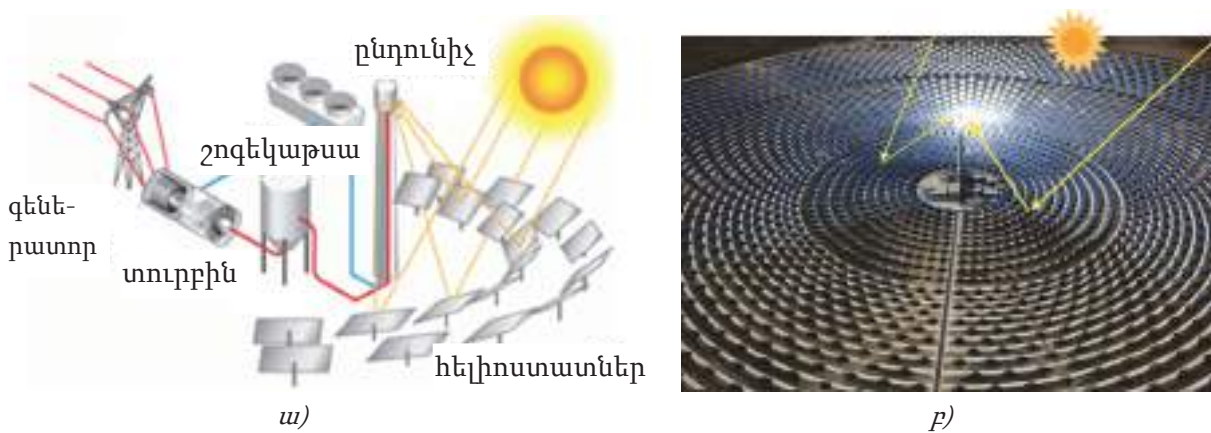
Կենցաղային նպատակներով կիրառվող արևային ջրատաքացուցիչի տարածված տարբերակ է նաև վակուումային խողովակների միջոցով գործող համակարգը, որի արդյունավետությունը ցուրտ պայմաններում ավելի բարձր է, քան վերը դիտարկված հարթ պանելային տիպի ջերմային կոլեկտորինը: Դիտարկված արևային ջրատաքացուցիչները, ինչպես նաև գոյություն ունեցող այլ տիպի ջրատաքացուցիչ համակարգերը դիտարկվում են մանրամասնորեն հաջորդ բաժիններում:

Վերը նշված տաք ջրի ապահովման ջրատաքացուցիչ համակարգերը դասվում են արևային էներգիայի ցածր ջերմաստիճանային կերպափոխիչների շարքը: Բացի այդ, գոյություն ունեն նաև բարձր ջերմաստիճանային ջերմային կերպափոխիչ համակարգեր, որտեղ օգտագործվում են արևային ճառագայթների կոնցենտրատորներ: Այս համակարգերի միջոցով ստացվում է բարձր ջերմաստիճանի ջուր կամ գոլորշի տարբեր արտադրական նպատակների համար: Օրինակ, տարածված են պարաբոլազլանաձև հայելային կոնցենտրատորային համակարգերը, որոնց միջոցով արևի ճառագայթները կիզակետվում են կոնցենտրատորի երկայնքով, պարաբոլի կիզակետում տեղադրված կլանող խողովակի վրա (գծային կիզակետում): Տաքանալով ջուրը գոլորշանում է, իսկ ստացված գոլորշին օգտագործվում է, օրինակ, ջերմային էլեկտրակայանի տուրբինը պտտեցնելու և վերջինիս միացված գեներատորի միջոցով էլեկտրաէներգիա (Հավելված 1) արտադրելու նպատակով (նկ. 1.4.2): Այսպիսով, ստեղծվում է արևային էներգիայով գործող ջերմային էլեկտրակայան:



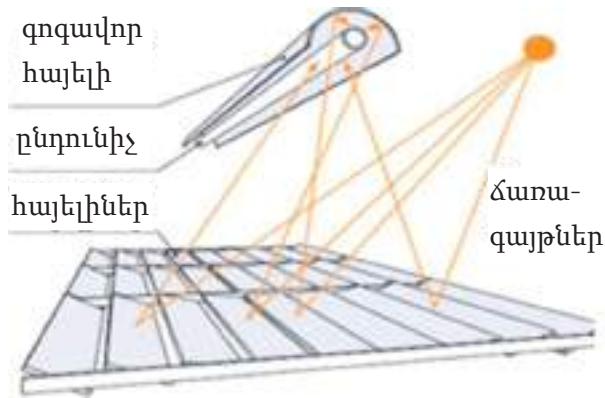
Նկ. 1.4.2. Արևային պարաբոլա-գլանային ջերմային էլեկտրակայանի կառուցվածքը (ա) և պարաբոլա-գլանային հայելային կոնցենտրատորների տեսքը (բ)

Կոնցենտրատորային տիպի ջերմաէլեկտրակայանի տարածված ձև է նաև աշտարակային կայանը (նկ. 1.4.3): Այստեղ մեկ հարթության վրա տեղակայված հայելիները (հելիոստատները) ավտոմատ կերպով, հետևելով արևի տեղաշարժին, ամբողջ օրվա ընթացքում արևի ճառագայթները կիզակետում են բարձր աշտարակի վրա տեղակայված կլանիչի վրա: Կլանիչում անջատված ջերմային էներգիան տեղափոխվում է ներքև, որտեղ գործարկվում է ջերմային էլեկտրակայանը: Այս տիպի արևային ջերմային էլեկտրակայաններում, հիմնականում, որպես ջերմակիր օգտագործվում է աղը, որը հալվելով կլանում է արևի ջերմությունը (աղի հալման աստիճանը 131 °C է):



Նկ. 1.4.3. Արևային աշտարակային ջերմային էլեկտրակայանի կառուցվածքը (ա) և աշտարակային կայանի տեսքը (բ)

Բարձր ջերմաստիճանային ջերմային կերպափոխիչ համակարգերի շարքին է դասվում նաև հարթության վրա տեղակայված հարթ հայելիներից (դրանք կոչվում են նաև Ֆրենելի հայելիներ) կազմված կոնցենտրատորը (նկ. 1.4.4): Հայելիներից յուրաքանչյուրը, ավտոմատ կերպով պտտվելով ամբողջ երկայնքով, օրվա ընթացքում արևի ճառագայթները մշտապես ուղղում է կոնցենտրատորի երկայնքով տեղակայված կլանող խողովակի վրա (զծային կիզակետում): Այստեղ կլանող խողովակի մեջ ջուրը տաքանում է, վերածվում է գոլորշու, որն օգտագործվում է հիմնականում էլեկտրաէներգիա արտադրելու նպատակով, ինչպես և նախորդ դեպքերում:



ա)

բ)

Նկ. 1.4.4. Հարթ հայելիներով (Ֆրենկլային) գծային ֆոկուսացումով ջերմային էլեկտրակայանի կոնցենտրատորի կառուցվածքը (ա) և կոնցենտրատորի տեսքը (բ)

Արևային էներգիան լայնորեն օգտագործվում է նաև շենքային կառույցները տաքացնելու նպատակով՝ կիրառելով համապատասխան ճարտարապետական լուծումներ: Այս տիպի ջեռուցումը, ի տարբերություն վերը դիտարկված մեթոդների, համարվում է ջեռուցման պասսիվ մեթոդ:

Ջեռուցման նպատակով շենքային կառույցում կարող է նախատեսվել դեպի հարավ ուղղված ծածկապատշգամբ (վերանդա), կամ մեծ պատուհաններ (նկ. 1.4.5):



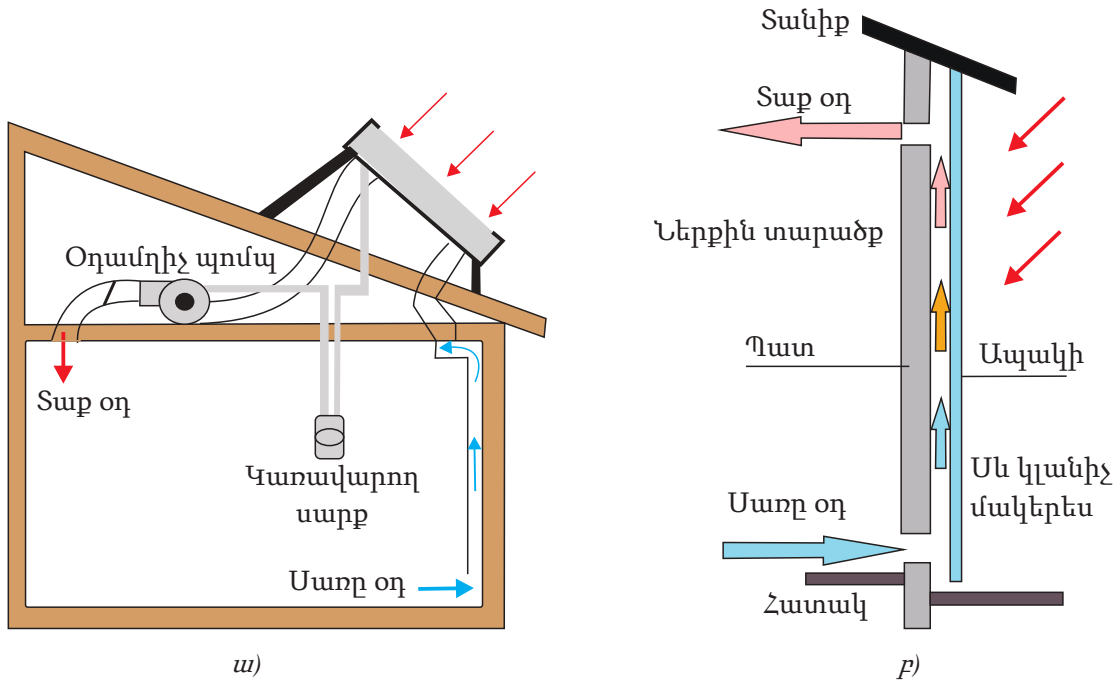
ա)

բ)

Նկ. 1.4.5. Արևային էներգիայով պասսիվ ջեռուցում.
ա – ծածկապատշգամբ, բ – պատուհաններ

Օգտագործվում են նաև շենքի տանիքին կամ պատի վրա տեղակայված օդի արևային պանելային տաքացուցիչներ (նկ. 1.4.6 ա): Օդը սենյակի ներքևի հատվածից պոմպի միջոցով մղվում է դեպի ջերմային պանել, որտեղ տաքանալով նորից վերադառնում է դեպի սենյակ:

Բնակելի տարածքի ջեռուցման նպատակով կիրառվում է նաև հետևյալ մոտեցումը: Հարավային պատի վրա կառուցվում է թափանցիկ, միաշերտ կամ երկշերտ ապակուց պատրաստված լրացուցիչ պատ, որի տակ տեղադրվում է սև գույնով ծածկված թիթեղ, կամ ուղղակի պատը ներկվում է մուգ, ճառագայթները ակտիվ կլանող գույնով (նկ. 1.4.6 բ): Արևի ճառագայթները, անցնելով ապակու միջով, կլանվում են թիթեղի կողմից, տաքանում է շրջապատի օդը, որը բարձրանալով մուտք է գործում դեպի ներս: Նկարում ցույց տրված օդի շրջանառությունը կատարվում է կոնվեկցիայի միջոցով, սակայն կարող է կիրառվել նաև օդամղիչ պոմպ:



Նկ. 1.4.6. Տարածքի ջեռուցում օդը տաքացնող արևային պանելի կիրառությամբ (ա) և ապակու ծածկված սևացված թիթեղի կիրառությամբ (բ)

Արևային ճառագայթման ջերմային էներգիան օգտագործվում է նաև տարբեր տիպի բարձրաջերմաստիճան վառարաններ պատրաստելու նպատակով: Այս տիպի սարքերում օգտագործվում են հայելային պարաբոլային մեծ կոնցենտրատորներ, որոնց միջոցով ճառագայթները կիզակետվում են կիզակետում, որտեղ տեղադրված կլանիչի վրա անջատվում է շատ մեծ ջերմային էներգիա: Այս տիպի վառարանները մաքուր են, զերծ որևէ բաղադրիչից: Այդ իսկ պատճառով արևային բարձրաջերմաստիճան վառարաններն օգտագործվում են հետագոտական նպատակներով, տարբեր տիպի նյութեր հալեցնելու կամ նյութերի վրա բարձր ջերմաստիճանների ազդեցությունը ուսումնասիրելու նպատակներով:

(բ) Արևային ֆոտովոլտային կերպափոխիչներ

Արևային ֆոտովոլտային կերպափոխիչների միջոցով արևի էներգիան կերպափոխվում է էլեկտրական էներգիայի: Այս տիպի կերպափոխումը կատարվում է ֆոտովոլտային երևույթի միջոցով, որը հատուկ կառուցվածքով կիսահաղորդչային թիթեղի (արևային մարտկոցի) կոնտակտների վրա պոտենցիալների տարբերության առաջացումն է, արևային ճառագայթների էներգիայի կլանման արդյունքում: Արևային մարտկոցները միացնելով հաջորդաբար և տեղադրելով ապակու տակ՝ ստացվում է արևային մոդուլ (պանել):

Այսպիսով, կարելի է ասել, որ ֆոտովոլտային կերպափոխիչները իդեալական սարքեր են, քանի որ դրանք գեներացնում, ստեղծում են էլեկտրական էներգիա, առանց որևէ շարժվող

մեխանիկական դետալի, ինչի շնորհիվ ապահովվում է աշխատանքի բարձր հուսալիությունը: Արևային ֆոտովոլտային կերպափոխիչները անադմուկ են և չեն ադոտոտում շրջակա միջավայրը: Դրանց շահագործման ծախսերը փոքր են և կարող են տեղադրվել անմիջապես օգտագործողի մոտ՝ բացառելով երկար էլեկտրահաղորդիչ լարերի կիրառությունը:

Վերջին ժամանակներս արևային ֆոտովոլտային կերպափոխիչների արտադրությունը աշխարհում շատ մեծ մասշտաբների է հասել: Դրանք լայնորեն կիրառվում են էլեկտրաէներգիա արտադրելու նպատակով, թե՛ ավտոնոմ էլեկտրական սնուցման և թե՛ էլեկտրական ցանցին էլեկտրաէներգիա մատակարարելու նպատակով: Ֆոտովոլտային կերպափոխիչների միջոցով կառուցվում են մեծ հզորություններ ունեցող (տասնյակ և հարյուրավոր մեգավատտեր) արևային էլեկտրակայաններ (նկ. 1.4.7):



Նկ. 1.4.7. Կիսահաղորդչային ֆոտովոլտային մոդուլներից կազմված Արևային էլեկտրակայան

Արևային ֆոտովոլտային մոդուլներն օգտագործվում են շատ և շատ այլ ոլորտներում: Օրինակ, ֆոտովոլտային մոդուլների կիրառության մի նոր ոլորտ է գյուղատնտեսությունը, այսպես կոչված՝ արգրո-ֆոտոէլեկտրականության ոլորտը: Տարբեր տիպի այգեգործական տարածքները՝ բանջարանոցները, այգիները և ջերմոցները մասնակիորեն ծածկվում են արևային մոդուլներով (նկ. 1.4.8): Դրանց միջոցով, որոշ չափով ստվերելով այգեգործական տարածքները, կարգավորվում է արևի ուղիղ ճառագայթման չափը, նվազեցվում է ջրի գոլորշացումը՝ ապահովելով բարձր բերքատվություն:



ա)



բ)

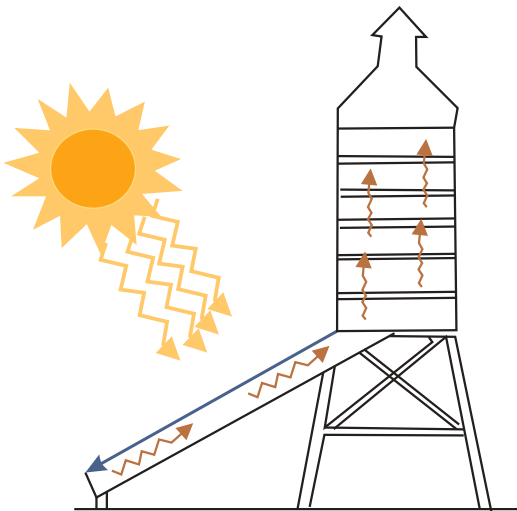
Նկ. 1.4.8. Արևային ֆոտովոլտային մոդուլների կիրառությունը ագրոտեխնիկայում.

ա – բանջարանոցի տարածքում, բ – ջերմոցի տանիքին

Ընդհանրացնելով կարելի է նշել, որ արևային ֆոտովոլտային կերպափոխիչների կիրառության ոլորտը չափազանց մեծ է և բազմազան: Այն զարգանում է շատ մեծ տեմպերով: Հետագայում մանրամասնորեն կուսումնասիրենք արևային ֆոտովոլտային կերպափոխիչների կառուցվածքը, աշխատանքի սկզբունքը, ինչպես նաև դրանց մոնտաժի և տեխնիկական սպասարկման խնդիրները:

(գ) Արևային չորանոցներ

Արևային չորանոցները մարդկության կողմից օգտագործվել են վաղ ժամանակներից գյուղատնտեսական տարբեր պտուղ-բանջարեղենային արտադրատեսակներ չորացնելու նպատակով: Դրանց աշխատանքի սկզբունքը հետևյալն է: Արևի ճառագայթների միջոցով օդը տաքացվում է, որը կոնվեկցիայի միջոցով տեղաշարժվում է դեպի վեր: Այդ հոսքի ճանապարհին հորիզոնական դիրքով ցանցի վրա տեղաբաշխվում են պտուղները կամ բանջարեղենը, որոնք չորանում են տաք օդի հետ շփման արդյունքում (նկ. 1.4.9):



ա)



բ)

Նկ. 1.4.9. Արևային չորանոցի կառուցվածքը (ա) և փոքր չորանոցի օրինակ (բ)

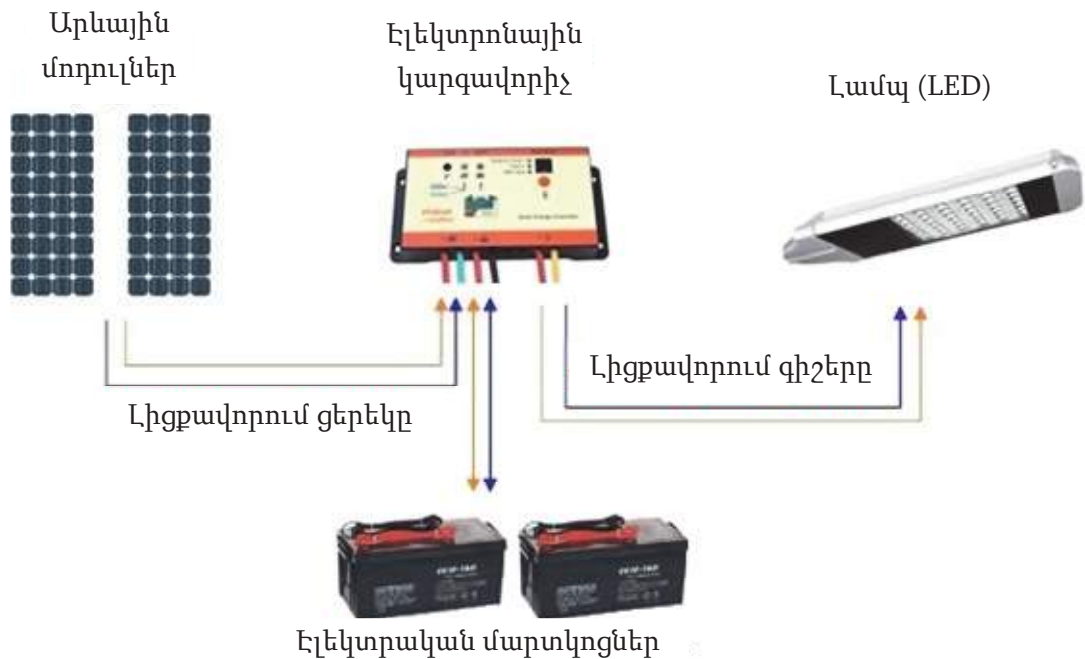
Արևային չորանոցները կարող են լինել մեծ չափերի, ստացիոնար, շենքային կառույցի տեսքով, որոնք օգտագործվում են մեծ ծավալի գյուղատնտեսական մթերքներ մշակող ֆերմաներում: Կան նաև ավելի փոքր չափերի, օրինակ, անիվների միջոցով տեղափոխվող չորանոցներ, որոնք օգտագործվում են բնակչության մասնավոր հատվածի կողմից: Հաճախ արևային

չորանոցները համալրվում են նաև տարբեր տիպի օդափոխիչներով, ավտոմատացված սարքերով, որոնք գործում են չորանոցի վրա կամ մոտակայքում տեղակայված արևային ֆոտոէլեկտրական մոդուլի կողմից արտադրված էլեկտրաէներգիայի միջոցով:

(դ) Փողոցային լուսավորության սարքեր

Արևային ֆոտոէլեկտրական մոդուլները հաջողությամբ օգտագործվում են փողոցների, զբոսայգիների և այլ տիպի տարածքների լուսավորության նպատակով: Արևային լուսավորության սարքերի առավելությունն այն է, որ բացակայում է էլեկտրասնուցման լարերի մոնտաժի անհրաժեշտությունը, որը համեմատաբար թանկ է գնահատվում: Փողոցային լուսավորության սարքերը գործում են ավտոնոմ, բացառապես արևից ստացված էներգիայի շնորհիվ, էկոլոգիապես մաքուր են:

Արևային լուսավորության սարքը հիմնականում կազմված է լույսի աղբյուրից – լուսավորող լամպից, արևային ֆոտոէլեկտրական մոդուլից, էլեկտրականության կուտակիչ մարտկոցից և վերջինիս լիցքավորման էլեկտրոնային կարգավորիչից (նկ. 1.4.10): Որպես լույսի աղբյուր հիմնականում օգտագործվում են լուսադիոդներ (LED – Light Emitting Diodes - լույս արձակող դիոդներ), որոնց աշխատանքի արդյունավետությունը՝ ՕԳԳ – ն մեծ է, այսինքն ապահովում են պայծառ լուսավորություն, էլեկտրական էներգիայի փոքր ծախսի դեպքում:



Նկ. 1.4.10. Փողոցային լուսավորության սարքի բաղկացուցիչ մասերը

Օրվա ընթացքում արևի լուսավորության պայմաններում, ֆոտովոլտային մոդուլի կողմից արտադրվում է էլեկտրաէներգիա, որը էլեկտրոնային լիցքավորման կարգավորիչի միջոցով տրվում է էլեկտրական մարտկոցին՝ լիցքավորելով այն: Երեկոյան և գիշերային ժամերին մարտկոցում կուտակված էլեկտրաէներգիայի միջոցով լամպը լուսավորվում է: Բացի թվարկած հանգույցներից, փողոցային լուսավորության սարքն իր մեջ պարունակում է նաև Արևի մայրամուտը ավտոմատ կերպով զգացող հանգույց, որի միջոցով իրականացվում է լամպի միացումը երեկոյան ժամերին և անջատումը՝ արևածագին: Բացի այդ, կա նաև գիշերվա ընթացքում լուսավորության ցանկալի տևողությունը նախօրոք գրանցելու հնարավորություն: Դա կատարվում է ամպամած եղանակային պայմաններում մարտկոցում կուտակված էներգիան

արդյունավետ ծախսելու և հնարավորինս երկար (շատ թվով գիշերներ) լուսավորություն ապահովելու նպատակով: Կուտակված էներգիան արդյունավետ ծախսելու նպատակով օգտագործվում են նաև այնպիսի արևային լուսավորության լամպեր, որոնք ավտոմատ կերպով միանում են լամպի տարածքին մարդու մոտենալու պահին:

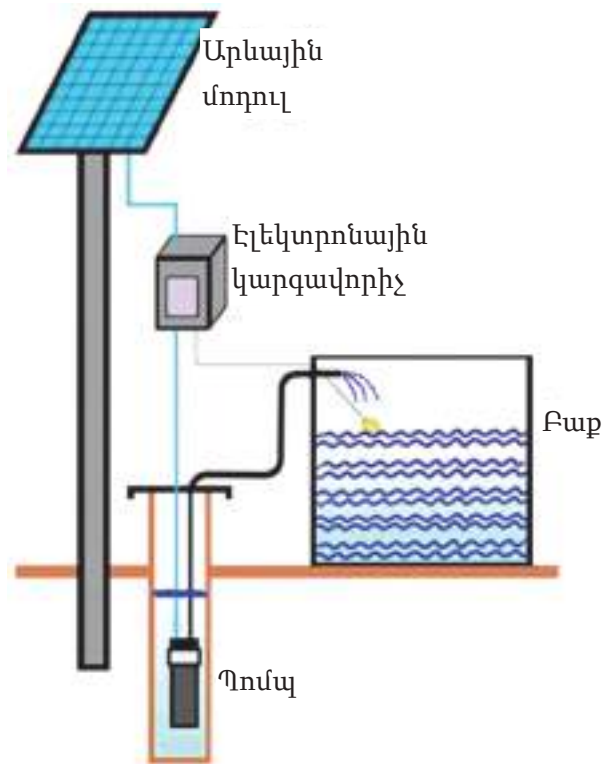
Կոնստրուկտիվ առումով փողոցային լուսավորության սարքի արևային ֆոտովոլտային մոդուլը, կուտակիչ էլեկտրական մարտկոցը և լուսավորության լամպը կարող են լինել առանձնացված (նկ. 1.4.11): Էլեկտրական մարտկոցի լիցքավորման կարգավորիչը ավտոմատ կառավարող հանգուցի հետ սովորաբար փոքրածավալ է և կարող է տեղակայվել մարտկոցի տուփի մեջ: Կան նաև կոնստրուկցիաներ, որտեղ նշված բոլոր հանգույցները ինտեգրված են, այսինքն՝ տեղաբաշխված են լուսավորող լամպի տուփի մեջ:



Նկ. 1.4.11. Սևան քաղաքում տեղադրված Փողոցային լուսավորության սարքեր

(ե) Արևային ջրհան պոմպեր

Արևային էներգիայի կարևորագույն կիրառություն է նաև ջրհորներից, գետերից և լճերից ջրի բարձրացումը արևային էներգիայի շտրիկով: Արևային ջրհան պոմպերը կազմված են արևային ֆոտովոլտային մոդուլներից, կարգավորման էլեկտրոնային հանգույցից և պոմպից (նկ. 1.4.12): Ցերեկային ժամերին, արևի էներգիան ֆոտովոլտային մոդուլների միջոցով կերպափոխվում է էլեկտրականի և կարգավորման հանգույցի միջոցով տրվում է ջրհան պոմպին: Վերջինս ջուրը վեր է բարձրացնում ջրհորից և լցվում է համապատասխան բաքը, որտեղից էլ այն օգտագործվում է տարբեր նպատակներով:



Նկ. 1.4.12. Արևային ջրհան պոմպի կառուցվածքը

(գ) Արևային տրանսպորտ

Մարդկության համար կարևորագույն խնդիրը նաև արևային էներգիայի կիրառությունն է տրանսպորտային միջոցներում: Այս խնդրի արդյունավետ լուծումը հնարավորություն կտա էապես նվազեցնել վնասակար գազերի արտանետումը մթնոլորտ, ինչպես նաև ջերմոցային էֆեկտը և բարելավել Երկրի էկոլոգիական իրավիճակը:

Այդ նպատակով կատարվում են բազմաթիվ հետազոտական և կոնստրուկտորական աշխատանքներ, կառուցվում են էկոլոգիապես մաքուր տրանսպորտային միջոցներ: Այդպիսի տրանսպորտի օրինակ է էլեկտրական էներգիայով աշխատող մեքենան, ավտոմոբիլը, որը չունի արտանետումներ: Էլեկտրական մեքենաների մարտկոցները սնվում են էլեկտրական ցանցից ստացվող էներգիայով, որը համարվում է էկոլոգիապես մաքուր, եթե այն ստացվում է այլընտրանքային աղբյուրներից (արևի, քամու, հիդրոէլեկտրակայաններից): Սակայն, ինչպես հայտնի է, ներկայումս շատ են նաև Երկրի ընդերքի վառելիքի այրման միջոցով գործող էլեկտրակայանները, ինչի պատճառով, էլեկտրական մեքենաների կիրառությունը չի համարվում ամբողջովին մաքուր էկոլոգիական մոտեցում:

Ներկայումս մշակվում և օգտագործվում են արևային էներգիայով սնուցվող էլեկտրական մեքենաների լիցքավորման կայաններ (նկ. 1.4.13): Այստեղ տեղադրված են արևային ֆոտովոլտային մոդուլներ, որոնք ցերեկային ժամերին լիցքավորում են կայանի էլեկտրական մարտկոցները, որտեղից էլ կուտակված էլեկտրաէներգիան տրվում է լիցքավորման կանգնած էլեկտրական մեքենայի մարտկոցին: Խնդրի այս տիպի լուծումը լիովին էկոլոգիապես մաքուր մոտեցում է: Այդպիսի մոտեցում է նաև արևային ֆոտովոլտային մարտկոցներ կրող էլեկտրական մեքենաների մշակումը (նկ. 1.4.14): Դա հնարավորություն է տալիս անհրաժեշտ էներգիան ամբողջապես կամ դրա հիմնական մասը ստանալ մեքենայի թափքի վրա տեղակայված արևային մարտկոցներից:



Նկ. 1.4.13. Արևային էներգիայով գործող էլեկտրական մեքենաների լիցքավորման կայան



Նկ. 1.4.14. Արևային մարտկոցներով սնուցվող էլեկտրական մեքենա

Արևի էներգիան օգտագործվում է նաև ջրային տրանսպորտում: Մշակվել են տարատեսակ նավեր, որոնք աշխատում են նավի վրա տեղակայված արևային ֆոտովոլտային կերպափոխիչներից ստացված էլեկտրաէներգիայի միջոցով: Որպես օրինակ, նկ. 1.4.15 ա –ում պատկերված է զբոսաշրջային նավ, իսկ նկ. 1.4.15 ա –ում՝ կատամարան տիպի արևային նավ, որը 2012 թվին կատարել է շուրջերկրյա ուղևորություն:

Այսպիսով, արևային էներգիայով աշխատող նավը էկոլոգիապես բացարձակ մաքուր տրանսպորտային միջոց է, քանի որ այն աշխատում է ամբողջապես արևից ստացված էներ-

գիայի միջոցով: Այն ունի անխափան աշխատանքի մեծ հուսալիություն, կարող է օգտագործվել երկար տարիներ առանց հատուկ խնամքի:

Արևային էներգիայով աշխատող նավը կարող է նախատեսված լինել անձնական օգտագործման, էքսկուրսիոն – տուրիստական, բեռնափոխադրումների և այլ նպատակների համար: Այն կարող է հաջողությամբ օգտագործվել տարբեր լճեր – արգելոցներում, որտեղ խիստ են դրված բնության պահպանության պահանջները:



ա)



բ)

Նկ. 1.4.15. Արևի էներգիայով աշխատող նավեր

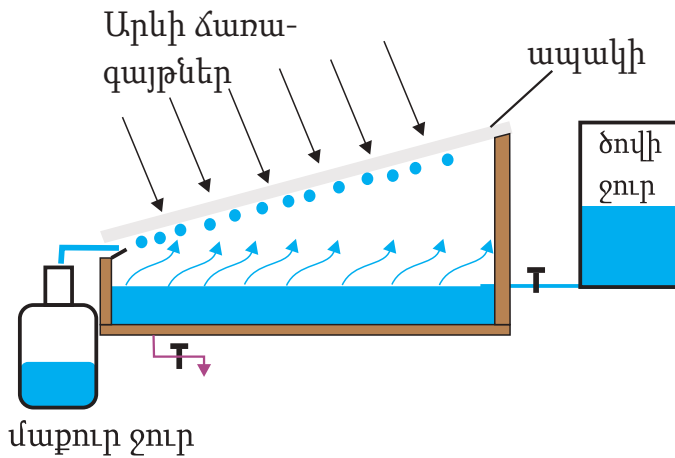
Արևային տրանսպորտի մեկ այլ կարևոր ոլորտ է արևային ինքնաթիռների մշակումը: Այստեղ նույնպես կատարվում են ծավալուն հետազոտական և նախագծային աշխատանքներ: Որպես օրինակ կարելի է նշել այն փաստը, որ կառուցվել է ամբողջովին արևի էներգիայով աշխատող ինքնաթիռ, որը 2015 թվականին կատարել է շուրջերկրյա թռիչք: Մշակվել են նաև արևի էներգիայի միջոցով տեղաշարժվող օդապարիկներ, որոնք կարող են ապագայում ծառայել որպես օդային տրանսպորտի կարևորագույն միջոց:

(ե) Ջրի մաքրում, աղազրկում

Արևային էներգիայի կիրառության մեկ այլ կարևոր ոլորտ է խմելու ջրի ապահովման խնդիրը ջրի աղազրկման միջոցով: Ինչպես հայտնի է, շատ երկրներում խմելու ջրի պակաս կա: Այդ իսկ պատճառով ծովերի և օվկիանոսների ջրի աղազրկումը մեծ կարևորություն ունի:

Ջրի աղազրկումը կատարվում է թորման միջոցով, որը էներգատար պրոցես է: Արևի էներգիայի օգտագործումը այս նպատակի համար խնդրի լուծման լավագույն տարբերակն է:

Արևային էներգիայի միջոցով ջրի աղազրկումը կատարվում է հետևյալ ձևով (նկ. 1.4.16): Ապակեպատ ծավալի մեջ տրվում է աղի կամ այլ բաղադրություններով ջուր: Արևի ճառագայթման շնորհիվ այդ ջուրը տաքանում և գոլորշանում է: Առաջացած գոլորշիները բարձրանում են և շփվելով ավելի սառը ապակու հետ՝ կոնդենսանում են: Առաջանում են թորված, մաքրված ջրի կաթիլներ, որոնք թեք ապակու մակերեսով հոսում են դեպի ցած և լցվում են մաքրված ջրի տարայի մեջ: Այսպիսով, արևի էներգիայի միջոցով կատարվում է ջրի թորում – մաքրում, որը այլ գոյություն ունեցող մեթոդների համեմատ տնտեսապես շահավետ է, հեշտ իրականացվող և էկոլոգիապես մաքուր:



Նկ. 1.4.16. Ջրի աղազրկման սարքավորման կառուցվածքը

(ը) Արևային խոհանոցներ

Արևային էներգիան օգտագործվում է նաև սննդամթերք պատրաստելու նպատակով: Տաք սննդամթերք պատրաստելու պարզագույն սարք է նկ. 1.4.16 ա – ում պատկերված արևոյի տիպի սարքը՝ ջերմամեկուսիչ պատերով, ծածկված ապակյա կափարիչով: Արևոյի ներքին մակերեսը ծածկված է արևի ճառագայթներն անդրադարձնող շերտով, որը կարող է լինել այլումինե նրբաթաղանթ կամ ապակյա հայելի, իսկ վերնից արևոյը ծածկվում է թափանցիկ ապակով: Արևոյը համալրվում է նաև արևի ճառագայթներն անդրադարձնող ապակյա հայելային կամ այլումինե մեկ, կամ մի քանի անդրադարձնող թիթեղներով: Այսպիսի արևոյի մեջ տեղադրված սննդի պարունակությամբ սև գույնով թասերը բավականին արագ տաքանում են, և դրանց միջի ճաշատեսակը պատրաստվում է արևի օգնությամբ:



ա)



բ)

Նկ. 1.4.16. Արևային խոհանոց արևոյի (ա) և պարաբոլային հայելային կոնցենտրատորի (բ) տեսքով

Տարածված են նաև պարաբոլային հայելային կոնցենտրատորի կառուցվածքով (նկ. 1.4.16 բ) արևային խոհանոցային սարքերը: Այստեղ պարաբոլային կոնցենտրատորի միջոցով արևի ճառագայթները կոնցենտրացվում են պարաբոլի ֆոկուսային կետում, որտեղ տեղադրված է կաթսան: Գտնվելով ճառագայթների կիզակետում՝ կաթսան բավականին տաքանում է, և միջի սննդամթերքը եփվում է:

Այսպիսով, արևային խոհանոցները հնարավորություն են տալիս պատրաստել տաք սննդամթերք, առանց վառելափայտի կամ այլ էներգիայի աղբյուրի կիրառության: Արևային

խոհանոցները լայնորեն օգտագործվում են գյուղական վայրերում, մասնավոր բնակելի տարածքներում և հանգստի գոտիներում: Կան արևային խոհանոցների բազմաթիվ տարբերակներ, որոնց կարելի է, ցանկության դեպքում, ծանոթանալ համացանցից

1.5. Ստուգողական հարցեր

1. Որո՞նք են համարվում էներգիայի վերականգնվող աղբյուրներ:
2. Որո՞նք են համարվում էներգիայի չվերականգնվող աղբյուրներ:
3. Որո՞նք են վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների տեսակները:
4. Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրներից որի՞ պաշարն է առավելագույնը:
5. Արդյո՞ք մենք տեսնում ենք արևի ճառագայթման սպեկտրի ամբողջ տիրույթը:
6. Արդյո՞ք մենք տեսնում ենք արևի ճառագայթման սպեկտրի ուլտրամանուշակագույն և ինֆրակարմիր տիրույթները:
7. Ի՞նչ է նշանակում AM0, AM1 և AM1,5:
8. Ինչպիսի՞ ուղեծրով է պտտվում Երկիրը Արևի շուրջը:
9. Քանի՞ աստիճանով է թեքված Երկրի առանցքը Արևի շուրջ պտույտի հարթությանը տարված ուղղահայացի նկատմամբ:
10. Ե՞րբ է հյուսիսային կիսագնդում լինում ամենաերկար գիշերը:
11. Ե՞րբ է հյուսիսային կիսագնդում լինում ամենաերկար ցերեկը:
12. Ե՞րբ են ցերեկային և գիշերային ժամերի տևողությունները հավասարվում միմյանց:
13. Ինչու՞ է հյուսիսային կիսագնդում արևի առավելագույն ճառագայթումը ընդունիչի (կերպափոխիչի) մակերեսին լինում հունիսի 21 – ի կեսօրին (ամպերի առակայությունը մթնոլորտում չի դիտարկվում):
14. Ինչու՞ է օրվա ընթացքում փոփոխվում արևի ճառագայթման ինտենսիվությունը ընդունիչի մակերեսին:
15. Ի՞նչ տիպի ճառագայթներ են ընկնում ընդունիչի մակերեսին:
16. Արդյո՞ք արևային էներգիայի ընդունիչը պետք է տեղակայել հորիզոնի նկատմամբ օպտիմալ թեքությամբ անկյան տակ:
17. Արդյո՞ք արևային էներգիայի ընդունիչը ստանում է առավելագույն լուսային էներգիան, եթե այն հետևում է արևի ընթացքին:
18. Ի՞նչ չափման միավորներով է նշվում արևային ճառագայթային ներուժը տեղեկատվական աղբյուրներում:
19. Որո՞նք են արևային էներգիայի կիրառության ոլորտները:

2. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԿԵՐՊԱՓՈԽԻՉՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՍԿԶԲՈՒՆՔԸ

2.1. Ջերմային պրոցեսների հիմնական ֆիզիկական սկզբունքները

Արևային էներգիայի ջերմային կերպափոխիչների տեղադրման և արդյունավետ շահագործման համար անհրաժեշտ է իմանալ դրանց աշխատանքի հիմքում ընկած ֆիզիկական սկզբունքները: Համառոտ դիտարկենք արևային ջրատաքացուցիչներին վերաբերող հիմնական ֆիզիկական երևույթները: Դրանք են՝

- ջերմային էներգիայի էությունը,
- ջերմահաղորդման, կոնվեկցիայի և ճառագայթման հասկացությունները՝ որպես տաք և սառը մարմինների միջև ջերմության տեղափոխման եղանակներ,
- ջրի տաքացման հետ ջերմաստիճանի, ծավալի և ճնշման փոփոխությունները,
- արևային ջրատաքացման համակարգերում, առանց պոմպերի կիրառության, ջրի թերմոստիֆոնային շրջանառության երևույթը,
- տաք ջրի շերտավորման սկզբունքը ջերմակուտակիչներում:

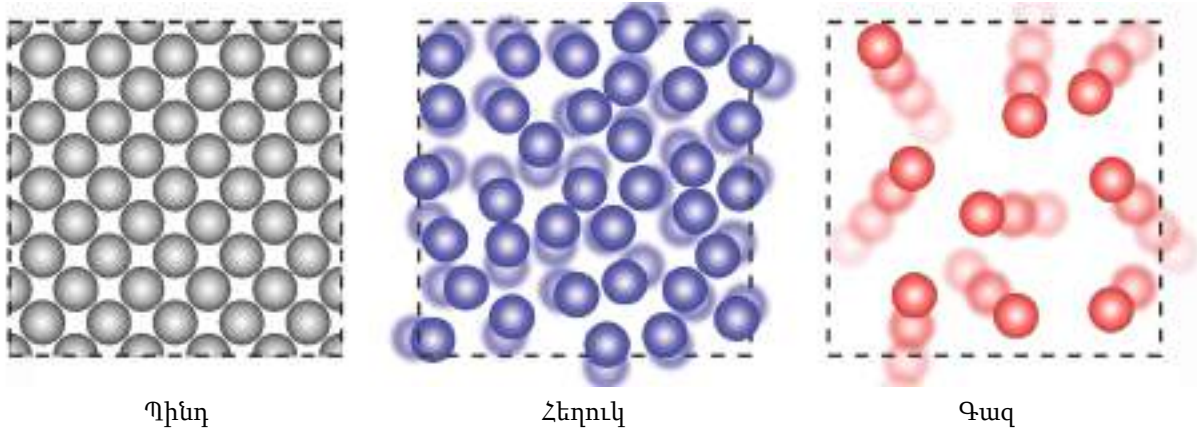
Ջերմային էներգիայի էությունը

Նյութի ատոմները տեղաբաշխված են տարածական ցանցի հանգույցներում և սովորաբար կատարում են տատանողական շարժում: Այդ տատանողական շարժման միջոցով է բնութագրվում ջերմային էներգիան: Որքան ինտենսիվ են տատանվում նյութի ատոմները կամ մոլեկուլները, այնքան մեծ է նրա ջերմային էներգիան, այնքան նյութը տաք է: Եվ հակառակը՝ որքան դանդաղ են շարժվում նյութի ատոմները (մոլեկուլները), այնքան փոքր է ջերմային էներգիան, և ցածր է նյութի ջերմաստիճանը:

Մեզանից յուրաքանչյուրը հավանաբար, երբևէ պատահաբար դիպել է ձեռքով ինչ-որ տաք մարմնի և ստացել այրվածք: Դրա հետևանքով մաշկի վրա առաջացած հետքը մաշկի կառուցվածքի դեֆորմացիա է, որն առաջանում է տաք մարմնի ինտենսիվ տատանվող ատոմների կողմից մաշկի մոլեկուլներին հասցված հարվածների արդյունքում:

Ինչպես հայտնի է, նյութը կարող է լինել պինդ, հեղուկ և գազային վիճակներում (նկ. 2.1.1): Պինդ վիճակում, համեմատաբար ցածր ջերմաստիճանների դեպքում, նյութի ատոմները տատանվում են ոչ ինտենսիվ և դասավորվում են խիտ կերպով, բյուրեղային ցանցի հանգույցներում: Տաքացնելիս ատոմների տատանումները դառնում են ինտենսիվ, հարվածելով միմյանց, խզվում է ատոմների միջև գոյություն ունեցող կապը և նյութը վերածվում է հեղուկի: Հետագա տաքացումով նշված տատանումները ավելի են ակտիվանում, ատոմները պոկվում են հեղուկից, առաջանում է նյութի գազային վիճակը, իսկ ջրի դեպքում՝ գոլորշին:

Այսպիսով, ջերմային էներգիան նյութի ատոմների (մասնիկների) շարժում է: Ինչպես հայտնի է, շարժվող մարմնի էներգիան բնութագրվում է կինետիկ էներգիայով: Քանի որ ջերմային էներգիան բնութագրվում է նյութի ատոմների շարժումով, ապա կարող ենք ասել, որ ջերմային էներգիան կինետիկ էներգիայի ձև է:



Նկ. 2.1.1. Նյութը երեք վիճակում

Ջերմահաղորդման, կոնվեկցիայի և ջերմային ճառագայթման հասկացությունները

Ջերմային էներգիան փոխանցվում է տաք մարմնից սառը մարմնին: Տաք նյութի ատոմները արագ շարժվելով հարվածում են ավելի սառը մարմնի դանդաղ շարժվող ատոմներին՝ մեծացնելով դրանց արագությունը: Միլիարդավոր ատոմների հարվածների շնորհիվ տաք մարմնից ատոմների էներգիան փոխանցվում է սառը մարմնի ատոմներին: Այս պրոցեսն ընթանում է մինչ ջերմային հավասարակշռության հաստատման պահը, երբ նյութի բոլոր ատոմների շարժման արագությունները հավասարվում են, և նյութի ամբողջ ծավալում հաստատվում է նույն ջերմաստիճանը:

Տաք մարմնից սառին ջերմության տեղափոխման արդյունքում ամբողջ համակարգի էներգիան չի փոխվում, այն մնում է նույնը: Այս սկզբունքը հաստատվում է նաև էներգիայի պահպանման օրենքով, որը հետևյալն է. *էներգիան ոչնչից չի ստեղծվում և անհետ չի կորչում, այն մի ձևից կերպափոխվում է մեկ այլ ձևի:*

Դիտարկենք որպես օրինակ, էներգիայի կերպափոխման հետևյալ ձևերը: Բնչպես հայտնի է, հիդրոէլեկտրակայաններում ջրի շիթը մեծ արագությամբ հարվածում է տուրբինի թևերին, պտտացնում է այն, որի առանցքին միացված էլեկտրական գեներատորը նույնպես պտտվում է և ստեղծվում է էլեկտրական էներգիա, այսինքն՝ ջրի կինետիկ էներգիան կերպափոխվում է տուրբինի պտտական մեխանիկական էներգիայի, որն էլ գեներատորի միջոցով կերպափոխվում է էլեկտրականի: Նշենք նաև, որ արևային ջերմային կերպափոխիչներում արևի էներգիան կերպափոխվում է ջերմային էներգիայի, իսկ ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչների միջոցով այն կերպափոխվում է էլեկտրական էներգիայի:

Ջերմային էներգիան տաք մարմնից սառը մարմնին փոխանցվում է հետևյալ երեք ձևերով՝ ջերմահաղորդում, կոնվեկցիա (ջերմափոխանակություն) և ջերմային ճառագայթում (նկ. 2.1.2):

Ջերմահաղորդումը ջերմային էներգիայի փոխանցումն է պինդ մարմինների միջոցով, երբ դրանք գտնվում են անմիջական կոնտակտի մեջ: Այս դեպքում տաք նյութի մակերեսային շերտի ատոմները փոխանցում են իրենց էներգիան՝ հարվածելով սառը մարմնի ատոմներին: Նկարում երևում է, որ ջերմային էներգիան բռնակից փոխանցվում է ձեռքին ջերմահաղորդման միջոցով (նկ. 2.1.2):

Կոնվեկցիայի միջոցով ջերմային էներգիայի փոխանցումը տեղի է ունենում հեղուկ կամ գազային վիճակում գտնվող նյութերում: Նկարում պատկերված թասի միջի ջուրն ամբողջովին տաքանում է կոնվեկցիայի (կոնվեկտիվ ջերմափոխանակության) միջոցով:

Տաք մարմնից սառը մարմնին ջերմային էներգիայի փոխանցման երրորդ եղանակը ջերմային ճառագայթումն է: Նկ. 2.1.2 - ում ցույց է տրված, որ էլեկտրական ջեռոցի ջերմության տեղափոխումը դեպի շրջակա միջավայր տեղի է ունենում նաև ճառագայթման միջոցով:



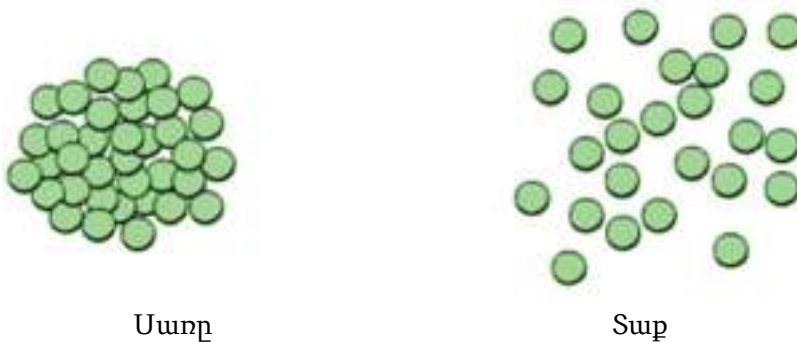
Նկ. 2.1.2. Ջերմային էներգիայի տաք մարմնից սառին փոխանցման երեք ձևը

Բոլոր մարմինները ճառագայթում են ջերմային էներգիա լուսային սպեկտրի (էլեկտրամագնիսական ճառագայթման) երկար ալիքների տիրույթում (ինֆրակարմիր), որն անտեսանելի է անզեն աչքով: Այդ ճառագայթումը կարելի է գրանցել ջերմային տեսախցիկների միջոցով: Այդ ճառագայթման նկատմամբ զգայուն տվիչների միջոցով են գործում նաև հեռավորության վրա ջերմությունը գրանցող ջերմաչափերը:

Ջրի տաքացման հետ ջերմաստիճանի, ծավալի և ճնշման փոփոխությունները

Ինչպես նշել ենք, տաքացնելիս, նյութի ատոմները սկսում են ակտիվորեն, մեծ արագությամբ և մեծ ամպլիտուդով տատանվել: Որքան ակտիվ են տատանվում նյութի ատոմները, այնքան մեծ է ջերմային էներգիան, և այնքան բարձր է նյութի ջերմաստիճանը:

Քանի որ տաքացնելիս նյութի ատոմները ավելի ակտիվ և մեծ ամպլիտուդով են տատանվում, ատոմները հեռանում են միմյանցից, և նյութի ծավալը մեծանում է (նկ. 2.1.3):



Նկ. 2.1.3. Նյութի ատոմները սառը և տաք վիճակներում

Նյութերը տաքանալիս ընդարձակվում են, և հակառակը, սառեցնելիս նյութի ծավալը փոքրանում է: Սառեցնելիս ջրի ծավալը փոքրանում է մինչև մոտավորապես + 4°C: Սակայն հետագա սառեցմանը զուգընթաց, ջրի ծավալն սկսում է աճել, այսինքն՝ ջրի խտությունը իր առավելագույն արժեքն է ընդունում + 4°C – ի դեպքում: Ջրի այս անոմալ հատկության շնորհիվ

սառույցի ծավալը գերազանցում է ջրի ծավալին, ինչի շնորհիվ էլ ջրային ավազաններում և ծովերում սառույցը լողում է ջրի մակերեսին, և ձմռանը սառույցի տակ շարունակվում է կենդանական աշխարհի կյանքը:

Այսպիսով տաքացնելիս, սկսած + 4°C – ից, ջրի ծավալը մեծանում է: Օրինակ, 20°C – ում գտնվող 1 լիտր ջուրը ընդարձակվելով, 40°C – ում կգրավի 1.006 լիտր ծավալ, իսկ 100°C – ում, նախքան եռման կետը, նույն 1 լիտր ջուրը կգրադեցնի 1.042 լիտր ծավալ: Եթե տաք ջրի կուտակիչ բաքը լինի փակ և պատրաստված ոչ առաձգական նյութից, ապա բաքի ներսում ջրի ճնշումը կբարձրանա: Որպեսզի բաքը դիմանա բարձր ճնշմանը, այն պետք է պատրաստված լինի անհրաժեշտ ամրություն ապահովող հաստ մետաղական նյութից, ինչը բավականին ծախսատար է: Այդ պատճառով, սովորաբար ջրի կուտակիչ բաքերը համալրված են լինում ճնշումն իջեցնող, գոլորշին բաց թողնող փականներով, կամ ուղղակի ունենում են բաց օդանցք: Նշված պաշտպանիչ միջոցների բացակայությունը կարող է հանգեցնել պայթյունների և դժբախտ պատահարների:

Տաք ջրի հետ աշխատելիս, անվտանգության պայմաններն ապահովելու նպատակով, անհրաժեշտ է նաև հաշվի առնել ջրի եռման ջերմաստիճանի փոփոխությունը՝ կախված ճնշումից: Օրինակ, սովորական մթնոլորտային ճնշման պայմաններում (101 կՊա) ջուրը եռում է 100 °C – ում: Սակայն մոտ երկու անգամ բարձր՝ 200 կՊա ճնշման դեպքում ջրի եռման ջերմաստիճանը կազմում է 121 °C: Եթե սխալմամբ, բարձր ճնշման տակ գտնվող, օրինակ 110 °C ջերմաստիճանով ջուրը բաց թողնվի մթնոլորտ, ապա անմիջապես, պայթյունի ձևով ջուրը կվերածվի գոլորշու, ինչը կարող է մեծ վնասներ պատճառել:

Ջրի ընդարձակման հետ կապված գոյություն ունի նաև հետևյալ վտանգը. քանի որ ջուրն ընդարձակվում է նաև սառեցնելիս, + 4°C – ից ցածր ջերմաստիճանների պայմաններում, ապա սարքավորումները շատ մեծ հավանականությամբ շարքից դուրս կգան ձմեռային ցուրտ պայմաններում ջրի ընդարձակման և սառցակալման հետևանքով, եթե համապատասխան պաշտպանիչ միջոցները հաշվի առնվեն:

Թերմոսիֆոնային շրջանառության երևույթը

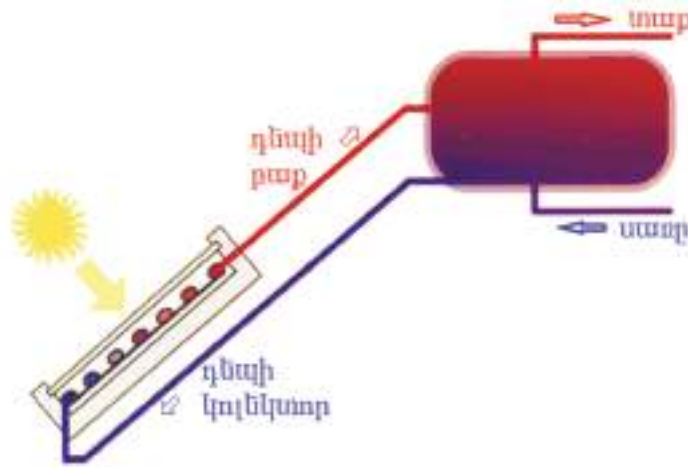
Քանի որ տաքացնելիս նյութն ընդարձակվում է և դրա ծավալը մեծանում է, ապա տաք վիճակում նյութի խտությունը փոքր է, և հետևաբար այն թեթև է սառը վիճակում գտնվող նյութի համեմատ: Նշվածի հետևանքով, օրինակ, հեղուկներում, տաք մասը լինելով ավելի թեթև, տեղաշարժվում է դեպի վեր, իսկ սառը հատվածը՝ դեպի ներքև: Հեղուկների այս տիպի տեղաշարժը կոչվում է թերմոսիֆոնային շրջանառություն, որը տեղի է ունենում առանց որևէ պոմպի, ուղղակի տաք և սառը հեղուկների կշիռների տարբերության հաշվին:

Տաք ջրի շերտավորման սկզբունքը ջերմակուտակիչներում

Արևային էներգիայի ջրատաքացման համակարգերում օգտագործվում են տարբեր տիպի բաքեր, որոնց մեջ կուտակվում է տաքացված ջուրը: Քանի որ տաք ջուրը սառը ջրից ավելի թեթև է, ուստի այդ կուտակիչ բաքերում միշտ ջրի տաք հատվածը զբաղեցնում է բաքի վերին մասը, իսկ սառը ջուրը՝ բաքի ներքևի մասը: Ջրի ջերմահաղորդումը, այսինքն՝ ջերմային էներգիան փոխանցելու հատկությունը համեմատաբար փոքր է: Դրա հետևանքով կուտակիչ բաքի մեջ ջրի տաք և սառը հատվածները մնում են բաժանված միմյանցից բավականին երկար ժամանակ: Այսպիսով, կուտակիչ բաքում տեղի է ունենում ջրի տաք և սառը հատվածների շերտավորում:

Ջրի շերտավորման երևույթը հնարավորություն է տալիս բաքի վերևի մասում տեղադրել օգտագործվող տաքացված ջրի ելքի խողովակը և բաքից վերցնել տաք ջուրը: Բաքի մեջ սառը ջրի մուտքի խողովակը սովորաբար տեղադրվում է բաքի ներքևի հատվածում, ինչի շնորհիվ պահպանվում է ջրի շերտավորման սկզբունքը: Այդ նույն ներքևի տեղամասից սառը ջուրն ուղղվում է նաև դեպի արևային ջերմային կոլեկտոր, որտեղ այն տաքանում է և մուտք է գործում դեպի բաքի վերևի հատված՝ նույնպես ապահովելով բաքում ջրի շերտավորման սկզբունքը:

Վերը դիտարկված ջերմային ֆիզիկական երևույթները պարզ կերպով մեկնաբանվում են արևային էներգիայի ջերմային կերպափոխիչի, ջրի տաքացման համակարգի միջոցով, որի պարզեցված կառուցվածքը ցույց է տրված նկ. 2.1.4 - ում: Այն կազմված է երկու հիմնական հանգույցից՝ արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորից և ջերմակուտակիչ բաքից:



Նկ. 2.1.4. Արևային էներգիայի ջերմային թերմոսիֆոնային կերպափոխիչ

Դիտարկենք արևային էներգիայի ջերմային կերպափոխիչում ընթացող ջերմային երևույթները (նկ. 2.1.4): Արևի էներգիան ճառագայթման միջոցով տեղափոխվում է դեպի Երկիր: Ջերմային կոլեկտորում, ճառագայթների մեծ մասն անցնելով թափանցիկ ապակու միջով, կլանվում են սև գույնով ներկված թիթեղի կողմից՝ տաքացնելով այն: Ջերմահաղորդման միջոցով, ջերմային էներգիան թիթեղից փոխանցվում է ջրատար խողովակաշարի միջով հոսող ջրին: Կոլեկտորում ջուրը տաքանում է կոնվեկցիայի միջոցով, և թերմոսիֆոնային շրջանառության միջոցով տաք ջուրը տեղափոխվում է դեպի կուտակիչ բաք: Այնտեղ շերտավորման սկզբունքի համաձայն՝ ջրի տաք հատվածը զբաղեցնում է բաքի վերին մասը, որտեղ և միացված է կոլեկտորից եկող տաքացված ջրի խողովակը: Բաքի ներքևի հատվածում տեղաբաշխվում է սառը ջուրը, լինելով ավելի ծանր, որտեղից էլ այն թերմոսիֆոնային շրջանառության սկզբունքով տեղափոխվում է դեպի արևային կոլեկտոր և տաքանում է: Ջերմային էներգիայի կուտակիչ բաքի վերևի մասից վերցվում է տաք ջուրը օգտագործման նպատակով, իսկ սառը ջուրը մուտք է գործում բաք ներքևի մասից՝ պահպանելով ջրի շերտավորման սկզբունքը (նկ. 2.1.4):

Եթե չլինեն ջերմային էներգիայի կորուստները կոլեկտորից դեպի արտաքին միջավայր, կոլեկտորից դեպի բաք տանող խողովակաշարից և բաքի միջից, ապա համաձայն վերը շարադրված էներգիայի պահպանման օրենքի, կարելի է պնդել, որ արևից ստացված ջերմային էներգիան տաք կոլեկտորից ամբողջովին կտեղափոխվի դեպի բաք: Այդ դեպքում ջերմային կերպափոխիչի արդյունավետությունը (ՕԳԳ – ն՝ օգտակար գործողության գործակիցը) կլինի

շատ բարձր: Արևային էներգիայի ջրի տաքացման համակարգերի արդյունավետությունը բարձրացնելու նպատակով, արտադրողները օգտագործում են տարբեր տիպի ջերմամեկուսիչ նյութեր, ծածկույթներ, որպեսզի հնարավորինս նվազեցվեն ջերմային էներգիայի կորուստները կոլեկտորներում և կուտակիչ բաքերում: Այդ նույն նպատակով, արևային ջրատաքացուցիչներ տեղադրողները պետք է պատշաճ կերպով իրականացնեն ջրատար խողովակների ջերմամեկուսացումը նույնպես:

Եզրահանգումներ.

- Ջերմային էներգիան նյութի ատոմների տատանողական շարժումն է պինդ, հեղուկ, կամ գազային վիճակներում: Որքան մեծ է ջերմային էներգիան, այնքան բարձր է նյութի ջերմաստիճանը:

- Ջերմային էներգիան տեղափոխվում է տաք մարմնից դեպի սառը մարմին:

- Ջերմային էներգիայի ընդհանուր քանակությունը ամբողջ համակարգում մնում է նույնը, այն չի փոխվում՝ համաձայն էներգիայի պահպանման օրենքի:

- Ջերմությունը տարածվում է (տեղափոխվում է) հետևյալ երեք եղանակով. ջերմահաղորդում, կոնվեկցիա և ջերմային ճառագայթում:

- Ջերմային էներգիան արևային ջերմային կոլեկտորից տեղափոխվում և կուտակվում է բաքում:

- Տաքացված արևային կոլեկտորից, կուտակիչ բաքից և դրանք կապող խողովակաշարից ջերմային էներգիան տարածվում է դեպի շրջակա միջավայր, տեղի է ունենում ջերմային էներգիայի կորուստ: Ջերմային կորուստները նվազեցնելու նպատակով արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի նշված բոլոր հանգույցները անհրաժեշտ է պատշաճ կերպով ջերմամեկուսացնել:

- Ջուրը տաքանալիս ընդարձակվում է, ինչի հետևանքով կուտակիչ բաքում և արևային կոլեկտորում ճնշումը մեծանում է: Օրինակ, նորմալ մթնոլորտային ճնշման պայմանում, ջուրը վերածվում է գոլորշու 100°C – ում, ինչի հետևանքով համակարգի մեջ ճնշումը խիստ կերպով կարող է մեծանալ: Ապահովության նպատակներով անհրաժեշտ է կիրառել բարձր ճնշմանը դիմակայող համակարգեր կամ ուղղակի կիրառել վտանգավոր ճնշումն իջեցնող փականներ, օդանցքներ:

- Սառեցնելիս, + 4°C ջերմաստիճանից ցածր, ջուրը նույնպես ընդարձակվում է, ինչի հետևանքով սարքավորումները կարող են շարքից դուրս գալ ձմեռային ցուրտ պայմաններում: Հետևաբար պետք է կիրառել համապատասխան պաշտպանական միջոցներ:

- Թերմոսիֆոնային շրջանառության երևույթն օգտագործվում է արևային ջրատաքացուցիչներում՝ կոլեկտորից դեպի բաք տաքացված ջուրը տեղափոխելու նպատակով: Թերմոսիֆոնային համակարգերում բաքը պետք է տեղադրված լինի արևային կոլեկտորից ավելի բարձր դիրքում, իսկ կոլեկտորից դեպի բաք գնացող խողովակաշարը պետք է պատրաստված լինի հարթ, առանց ծնկաձև վայրէջքների: Օգտագործվում են նաև պոմպի միջոցով դեպի բաք ջրի տեղափոխման եղանակը, որը կոնստրուկտիվ հետազայում:

- Ջերմակուտակիչ բաքում տեղի է ունենում ջրի տաք և սառը հատվածների շերտավորում, այսինքն՝ բաքի վերին մասում գտնվում է տաքացված ջուրը, իսկ ներքևի հատվածում՝ սառը ջուրը: Դրա շնորհիվ հնարավոր է լինում օգտագործման նպատակով բաքի վերին հատվածից վերցնել տաք ջուրը:

2.2. Ջերմային պրոցեսները բնութագրող հիմնական ֆիզիկական մեծությունները

Դիտարկենք արևային ջրատաքացուցիչներում ընթացող ջերմային պրոցեսները բնութագրող հիմնական ֆիզիկական մեծությունները, որոնցից են՝ ջերմաստիճանը, նյութի տեսակարար ջերմունակությունը և ջերմահաղորդումը:

Ջերմաստիճան

Ջերմաստիճանը մարմնի ատոմների շարժման միջինացված կինետիկ էներգիան է, արտահայտված աստիճաններով, պատկերված համապատասխան ստանդարտ սանդղակի վրա: Ջերմաստիճանի ամենատարածված սանդղակը Ցելսիուսի սանդղակն է: Այն հիմնված է նորմալ մթնոլորտային ճնշման պայմաններում ջրի սառչելու և եռալու, համապատասխանաբար՝ 0°C և 100°C ջերմաստիճանների վրա: Բացի այդ, օգտվում են նաև (հիմնականում ԱՄՆ –ում) Ֆարենհայթի սանդղակից, համաձայն որի ջրի սառեցումը տեղի է ունենում 32 F, իսկ եռման պրոցեսը՝ 212 F ջերմաստիճաններում: Իմանալով ջերմաստիճանը ըստ Ֆարենհայթի սանդղակի, կարելի է հաշվարկել ջերմաստիճանը ըստ Ցելսիուսի, հետևյալ բանաձևով.

$$T (^{\circ}\text{C}) = \frac{T(^{\circ}\text{F}) - 32}{1,8}:$$

Գիտական հետազոտություններում շատ հաճախ օգտագործվում է Կելվինի սանդղակը (նշանակվում է Կ, առանց աստիճանի նշանի), որն անվանակոչվել է հայտնի գիտնական Լորդ Վիլիամ Թոմսոն Կելվինի անունով: Այս սանդղակը համընկնում է Ցելսիուսի սանդղակի հետ, այսինքն ջերմաստիճանի 1 °C փոփոխությունը հավասար է 1 Կ: Սակայն Կելվինի սանդղակի 0 Կ արժեքը շեղված է Ցելսիուսի 0 °C - ից. Այն համընկնում է Ցելսիուսի սանդղակի միևնույն 273.15 °C – ի հետ: Դա ջերմաստիճանի այն արժեքն է, երբ նյութի ջերմային էներգիան ամբողջապես բացակայում է, և նյութի ատոմներն ու մոլեկուլները չեն շարժվում: Նշենք, որ Միավորների Միջազգային Համակարգում Կելվինը ընդունված է որպես ջերմաստիճանի չափման միավոր (Հավելված 2):

Արևային ջրատաքացուցիչներում սառը ջուրը մուտք է գործում կոլեկտորի մեջ, որտեղ կլանելով արևից ստացված ջերմային էներգիան, տաքանալով տեղափոխվում է դեպի կուտակիչ բաք (տես նկ. 2.1.4): Որպեսզի գնահատենք արևային ջրատաքացուցիչի կողմից օրական տաքացվող ջրի քանակը $V(l)$, կարող ենք օգտվել հետևյալ բանաձևից

$$V(l) = E(y \cdot \eta \cdot \tau) \times \frac{857,14}{\Delta t(^{\circ}\text{C})},$$

որտեղ $E(y \cdot \eta \cdot \tau)$ – ն արևից ստացվող ջերմային էներգիան է,

$\Delta t(^{\circ}\text{C})$ – ն ջրի ջերմաստիճանի աճն է, այսինքն՝ կոլեկտոր մուտք գործող և կոլեկտորից դուրս եկող ջրի ջերմաստիճանների տարբերությունը:

Արևից ստացվող ջերմային էներգիան որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ միջոցով.

$$E(y \cdot \eta \cdot \tau) = S(u^{\rho}) \times P(y \cdot \eta \cdot \tau / u^{\rho} \cdot \sigma \rho) \times \eta,$$

որտեղ $S(u^{\rho})$ – ն կոլեկտորի մակերեսն է,

$P(y \cdot \eta \cdot \tau / u^{\rho} \cdot \sigma \rho)$ – արևի ճառագայթային էներգիան է մեկ մետր քառակուսի մակերեսի վրա, մեկ օրվա ընթացքում,

η – ն արևային ջերմային կոլեկտորի արդյունավետությունն է՝ կախված կոլեկտորի տիպից: Այն կարող է ունենալ արժեքներ հիմնականում 0,3 ... 0,7 տիրույթում:

Այսպիսով,

$$V(l) = S(u^2) \times P(\text{կՎտ}^*d / u^2 * \text{օր}) \times \eta \times \frac{857,14}{\Delta t(^{\circ}\text{C})}.$$

Դիտարկենք հետևյալ օրինակը: Ենթադրենք կոլեկտոր մուտք գործող ջրի ջերմաստիճանը 15 °C է, իսկ դուրս եկողինը՝ 60 °C, այսինքն՝ $\Delta t(^{\circ}\text{C}) = 55$ °C: Եթե ջերմային կոլեկտորի մակերեսը լինի $S(u^2) = 2$ u^2 , իսկ արդյունավետությունը՝ $\eta = 0,6$, ապա, համաձայն նկ. 1.3.2 – ում Հայաստանի համար բերված տվյալների, ընդունելով արևային ճառագայթման էներգիայի միջինացված արժեքը՝ $P = 5$ (կՎտ * d / u^2 * օր), կունենանք՝

$$V(l) = 2 (u^2) \times 5(\text{կՎտ}^*d / u^2 * \text{օր}) \times 0,6 \times \frac{857,14}{55^{\circ}\text{C}} = 93,5 \text{ L}:$$

Եթե հայտնի լինեն ջրի մուտքի և ելքի ջերմաստիճանների տարբերությունները և պահանջվող տաքացված ջրի քանակը, ապա օգտվելով վերը բերված արտահայտությունից, կարող ենք որոշել արևային կոլեկտորների անհրաժեշտ գումարային մակերեսը: Այն կլինի՝

$$S(u^2) = V(l) / P(\text{կՎտ}^*d / u^2 * \text{օր}) \times \eta \times \frac{857,14}{\Delta t(^{\circ}\text{C})}.$$

Տեսակարար ջերմունակություն

Նյութի տեսակարար ջերմունակությունը կամ պարզապես ջերմունակությունը բնութագրում է ջերմության այն քանակությունը, որն անհրաժեշտ է նյութի միավոր զանգվածը մեկ աստիճանով տաքացնելու համար:

Տեսակարար ջերմունակության միջոցով կարող ենք հաշվարկել տաքանալիս մարմնի ստացված կամ հովանալիս շրջապատին փոխանցված ջերմության Q քանակությունը՝ օգտվելով հետևյալ հայտնի բանաձևից.

$$Q = mc \Delta T,$$

որտեղ m – ը տաքացող կամ հովացող մարմնի զանգվածն է,

c – ն՝ նյութի տեսակարար ջերմունակությունը,

ΔT – ն՝ վերջնական և սկզբնական ջերմաստիճանների տարբերությունը:

Ջերմության չափման միավորը կալորիան է: Այն հավասար է ջերմային էներգիայի այն քանակությանը, որն անհրաժեշտ է + 4 °C - ում գտնվող ջրի 1 գրամը 1 աստիճանով տաքացնելու համար: Կալորիան փոքր մեծություն է, հետևաբար օգտագործվում է ավելի մեծ միավոր՝ կիլոկալորիան (1 կիլոկալորիան = 1000 կալորիա), որը 1 կգ ջուրը 1 °C - ով տաքացնելու համար անհրաժեշտ ջերմության քանակն է:

Միավորների Միջազգային Համակարգում ջերմության քանակությունը չափվում է ջոուլներով (Ջ), որի կապը կալորիայի հետ հետևյալն է՝ 1 Կալորիան = 4,187 Ջ: Նշենք նաև, որ ԱՄՆ – ում որպես ջերմության միավոր օգտագործվում է BTU -ն (British Thermal Unit – Բրիտանական ջերմաստիճանային միավոր), որը ջերմության այն քանակն է, որը պետք է 1 ֆունտ (1 ֆունտ = 454 գրամ) քանակի ջուրը 1 աստիճանով ըստ Ֆարենհայթի տաքացնելու համար (1 կիլոկալորիան = 3,968 BTU):

Նյութերի տեսակարար ջերմունակությունը՝ c - ն, նշված վերջին արտահայտության մեջ, որոշվում է հիմնականում նյութի միավոր զանգվածում պարունակվող ատոմների թվով: Տեսակարար ջերմունակությունը տարբեր է տարբեր նյութերում: Օրինակ, տվյալ զանգվածով

ջուրը կարող է կլանել մոտավորապես 10 անգամ ավելի շատ էներգիա, քան նույն զանգվածով այլումինը քանի որ ջրի տեսակարար ջերմունակությունը բավականին բարձր է: Այն կազմում է 4200 Ջ/կգ * °C: Համեմատության համար նշենք, որ պղնձի տեսակարար ջերմունակությունը կազմում է 390 Ջ/կգ * °C , իսկ երկաթինը՝ 470 Ջ/կգ * °C:

Արևային ջրատաքացուցիչներում ջրի տեսակարար ջերմունակության մեծ արժեքը էապես նպաստում է մեծ քանակությամբ ջերմային էներգիա կուտակելուն, այսինքն՝ օգտագործվող տարողությամբ ջրի բաքում կարելի է կուտակել բավականին մեծ քանակությամբ ջերմային էներգիա: Ջրի տեսակարար ջերմունակության մեծ արժեքը կարևոր նշանակություն ունի նաև օվկիանոսներում և ծովերում ջերմային էներգիայի կուտակման և դրա շնորհիվ, Երկրի տարբեր աշխարհագրական դիրքերում բնության պահպանման համար:

Ջերմահաղորդում

Ջերմահաղորդումը բնութագրում է նյութի միջով ջերմության տեղափոխման հատկությունը: Այն գնահատվում է ջերմահաղորդման գործակցով, որը միավոր ժամանակում, տվյալ նյութի միավոր հաստության միջով, 1 աստիճան տարբերության դեպքում, տեղափոխվող ջերմության քանակն է: Ջերմահաղորդման գործակցի միավորն է վատտը բաժանած մետրի, բազմապատկած ջերմաստիճանով և սովորաբար նշանակվում է λ (Վտ/մ * աստ.) տառով:

Գոյություն ունեն շատ լավ ջերմահաղորդիչ նյութեր, ինչպես նաև վատ ջերմահաղորդիչ, կամ այսպես կոչված ջերմամեկուսիչ նյութեր: Որպես օրինակ, ստորև բերված աղյուսակում ներկայացված են որոշ նյութերի ջերմահաղորդման գործակիցները:

Նյութի անվանումը	Ջերմահաղորդման գործակից, λ (Վտ/մ * աստ.)
Ադամանդ	2000 – 2200
Արծաթ	429
Պղինձ	401
Ոսկի	318
Ալյումին	247
Գրաֆիտ	168
Ցինկ	116
Երկաթ	52
Ապակի	1,1
Ավազ	0,9
Ջուր	0,6
Ցեմենտ	0,29
Փայտ	0,15
Ապակե/բազալտե մանրաթել	0,04
Պոլիուրետանային փրփուր	0,03
Օդ	0,024

Արևային ջրատաքացուցիչներ նախագծելիս, բացի տվյալ նյութի մեխանիկական հատկություններից և տնտեսական բնութագրերից, հաշվի է առնվում նյութերի ջերմությունը հաղորդելու հատկությունը՝ ջերմահաղորդումը, որը կարևորագույն նշանակություն ունի: Օրինակ, արևի ճառագայթների ջերմային էներգիան կլանելու և խողովակաշարով հոսող ջրին փոխանցելու համար, որպես կանոն օգտագործվում է պղինձ, քանի որ պղնձի ջերմահաղորդման գոր-

ծակցը բավականին մեծ է՝ $\lambda = 401$ (Վտ/մ * աստ.): Պղնձի լայն կիրառությունը արևային ջրատաքացման համակարգերում պայմանավորված է նաև նրանով, որ պղնձյա դետալները հեշտ-ուշյամբ են ենթարկվում մեխանիկական մշակման և գոդման: Արևային ջրատաքացուցիչի կոլեկտորի, բաքի և խողովակաշարի անհրաժեշտ ջերմամեկուսացումն ապահովելու նպատակով օգտագործվում են այնպիսի ջերմամեկուսիչ նյութեր, ինչպիսիք են՝ պոլիուրետանային փրփուրը, ապակե կամ բազալտե մանրաթելերը, որոնց ջերմահաղորդման գործակիցը բավականին փոքր է՝ $\lambda = 0,03 - 0,04$ (Վտ/մ * աստ.):

Աղյուսակից հետևում է նաև, որ օդի ջերմահաղորդման գործակիցը բավականին փոքր է և կազմում է 0,024 Վտ/մ * աստ.: Այդ պատճառով, ծակոտկեն նյութերը նույնպես, որպես կանոն, վատ ջերմահաղորդիչներ են և օգտագործվում են ջերմամեկուսացման նպատակներով:

Եզրահանգումներ.

- Ջերմաստիճանը մարմնի առումների շարժման միջինացված կինետիկ էներգիան է՝ արտահայտված աստիճաններով:

- Միավորների Միջազգային Համակարգում Կելվինը ընդունված է որպես ջերմաստիճանի չափման միավոր: Տարածված է Ցելսիուսի սանդղակը: Օգտագործվում է նաև Ֆարենհայթի սանդղակը:

- Կալորիան հավասար է ջերմային էներգիայի այն քանակությանը, որն անհրաժեշտ է + 4 °C - ում գտնվող ջրի 1 գրամը 1 աստիճանով տաքացնելու համար:

- Նյութի ջերմունակությունը (տեսակարար ջերմունակությունը) բնութագրվում է ջերմության այն քանակությամբ, որն անհրաժեշտ է նյութի միավոր զանգվածը մեկ աստիճանով տաքացնելու համար:

- Նյութերի տեսակարար ջերմունակությունը որոշվում է հիմնականում նյութի միավոր զանգվածում պարունակվող ատոմների թվով:

- Ջրի տեսակարար ջերմունակությունը բավականին բարձր է: Տվյալ զանգվածով ջուրը կարող է կլանել մոտավորապես 10 անգամ ավելի շատ էներգիա, քան նույն զանգվածով այլումինը:

- Ջերմահաղորդումը բնութագրում է նյութի միջով ջերմության տեղափոխման հատկությունը:

- Արևային ջրատաքացուցիչներում օգտագործվում են լավ ջերմահաղորդիչ նյութեր՝ պղինձ և ալյումին: Օգտագործվում են նաև վատ ջերմահաղորդիչ կամ այսպես կոչված ջերմամեկուսիչ նյութեր, ինչպիսիք են ապակե/բազալտե մանրաթելը, կամ պոլիուրետանը:

2.3. Արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորների տիպերը

Արևային էներգիայի ջերմային կերպափոխիչները տարբերվում են համաձայն իրենց կիրառության ոլորտների և աշխատանքային ջերմաստիճանների (աղյուսակ 1):

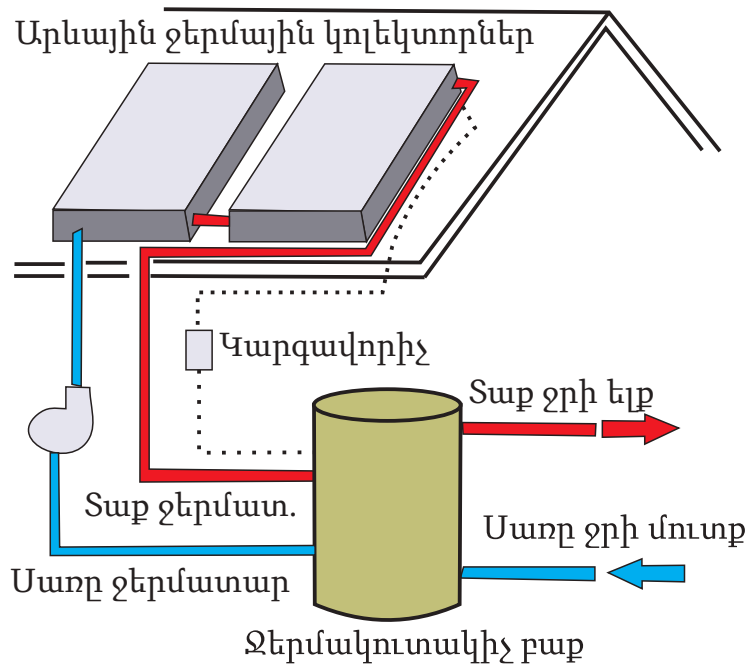
Աղյուսակ 1

100 °C- ից ցածր	150 °C- ից բարձր	200-ից 2000 °C	Մինչև 5000 °C
Ջրի տաքացում կենցաղային օգտագործման և բիզնես նպատակների համար	Ջրի տաքացում արդյունաբերական օգտագործման համար	Էլեկտրական էներգիայի արտադրություն	Նյութերի մշակման համար, արևային վառարաններ

Աղյուսակից հետևում է, որ տարբեր ոլորտների արևային էներգիայի ջերմային կերպափոխիչների աշխատանքային ջերմաստիճանները խիստ տարբերվում են միմյանցից: Տարբեր

են նաև այդ համակարգերի ջերմային կոլեկտորների տիպերը: Մենք կդիտարկենք 100 °C - ից ցածր ջերմաստիճանների, այսինքն՝ կենցաղային օգտագործման և բիզնես նպատակների համար նախատեսված ջերմային կերպափոխիչները և դրանցում օգտագործվող արևային կոլեկտորները:

Կենցաղային օգտագործման համար ջրի տաքացումը իրականացվում է հիմնականում տանիքին տեղադրված ջերմային կոլեկտորների միջոցով (նկ. 2.3.1): Հարթ պանելային տիպի կոլեկտորները կազմված են արևի ճառագայթներն ինտենսիվ կլանող սև կամ մուգ գույնի ներկված մետաղական թիթեղից, որին եռակցված է խողովակաշար: Կոլեկտորները ջերմամեկուսացվում են՝ ջերմային կորուստները հնարավորինս նվազեցնելու նպատակով: Պարզության համար ենթադրենք, որ բաքի ջուրը պոմպի միջոցով շրջանառություն է կատարում կոլեկտորների խողովակաշարի միջով (ուղղակի շրջանառության տիպի համակարգ): Այսինքն՝ կուտակիչ բաքից սառը ջուրը պոմպի միջոցով մղվում է դեպի տանիքում տեղադրված արևային կոլեկտորները, որտեղ արևի էներգիայի կլանման արդյունքում ջուրը տաքանում է և հետ է վերադառնում դեպի կուտակիչ բաք: Բաքից տաք ջուրը ուղղվում է դեպի խոհանոց կամ լոգարան:



Նկ. 2.3.1. Կենցաղային տաք ջուր ապահովող արևային էներգիայի ջերմային կերպափոխիչ համակարգ

Այսպիսով, արևային կոլեկտորը ջերմային կերպափոխիչ համակարգի կարևորագույն հանգույց է: Դիտարկենք կենցաղային օգտագործման համար նախատեսված ջերմային կերպափոխիչների կոլեկտորների տիպերը, դրանց կառուցվածքային առանձնահատկությունները:

Ամենաշատը տարածված են **վակուումային խողովակային և հարթ պանելային** տիպի արևային ջերմային կոլեկտորները: Արդյունաբերական օգտագործման, ինչպես նաև էլեկտրաէներգիայի արտադրության համար (աղյուսակ 1), օգտագործվում են **կոնցենտրատորային** ջերմային կոլեկտորներ: Նշված բոլոր արևային ջերմային կոլեկտորներն ունեն կառուցվածքային տարբերություններ, բայց բոլորն էլ կատարում են նույն ֆունկցիան՝ արևային էներգիան փոխակերպում են ջերմության:

Վակուումային խողովակային արևային ջերմային կոլեկտորներ

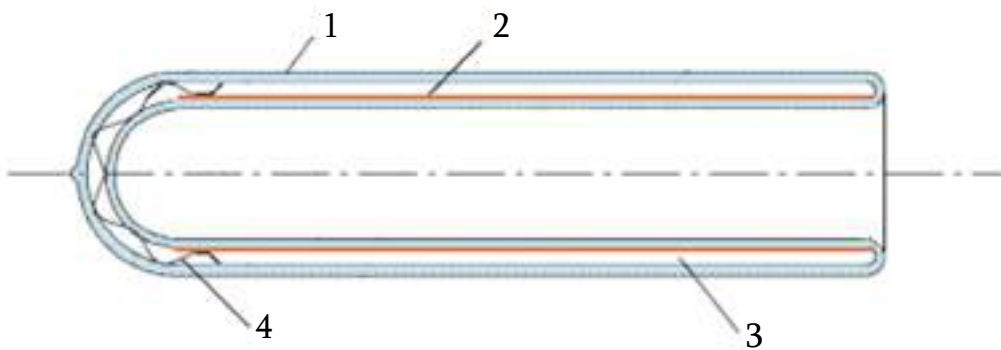
Վակուումային խողովակային կոլեկտորները մեծ տարածում ունեն իրենց բարձր արդյունավետության շնորհիվ (նկ. 2.3.2): Դրանք կազմված են ապակյա գլանաձև երկու երկար

խողովակներից, որոնց մեջ ստեղծված է վակուում (նկ. 2.3.3): Քանի որ վակուումի միջավայրը օժտված է շատ լավ ջերմամեկուսիչ հատկությամբ, ուստի կլանված Արևի ջերմությունը մեծ արդյունավետությամբ պահպանվում է ներքին խողովակում և օգտագործվում է տարբեր ձևերով:



Նկ. 2.3.2. Վակուումային խողովակներով ջերմային կոլեկտոր

Վակուումային կոլեկտորներն ունեն հետևյալ կառուցվածքը. երկու ապակյա խողովակ տեղադրված է միմյանց մեջ (նկ. 2.3.3): Դրանց մի եզրից, հալեցման միջոցով, խողովակները գոդված են միմյանց, իսկ մյուս ծայրերը փակված են: Նշենք, որ օգտագործվում է լույսի մեծ թափանցելիությամբ օժտված ապակի: Ներքին և արտաքին խողովակների միջև եղած տարածությունից օդը հանվում է, ստեղծվում է վակուում: Այստեղ կլոր խողովակների կիրառությունը պայմանավորված է վակուումի հետևանքով ստեղծվող մեծ արտաքին ճնշմանը դիմակայելու պահանջով: Ներքին խողովակի արտաքին մակերեսը նախապես ծածկվում է եռաջերտ հակաանդրադարձնող՝ կլանիչ ծածկույթով (նկ. 2.3.4):



Նկ. 2.3.3. Վակուումային խողովակի կառուցվածքը.

- 1 – արտաքին ապակյա խողովակ, 2 – ճառագայթների կլանիչ ծածկույթ, ներքին խողովակի վրա,*
- 3 – վակուումի տարածք, 4 – ամրակ, պատրաստված վատ ջերմահաղորդիչ նյութից*

Վակուումային խողովակներով ջերմային կոլեկտորի աշխատանքի սկզբունքը հետևյալն է. արևի ճառագայթները, անցնելով արտաքին թափանցիկ ապակյա գլանի միջով, կլանվում են ներքին խողովակի վրայի կլանիչ ծածկույթի կողմից, տաքանում է ներքին խողովակը և դրա ներսի տարածքը: Դեպի արտաքին միջավայր ջերմությունը համարյա չի փոխանցվում, քանի որ շրջապատում վակուում է: Այստեղ կարելի է ասել բացակայում են ջերմային էներգիայի

փոխանցման ջերմահաղորդման և կոնվեկցիայի ձևերը (տես ենթաբաժին 2.1): Առկա է միայն ճառագայթման երևույթը երկար ալիքների (ինֆրակարմիր) տիրույթում, որն էլ նվազագույնին է հասցվում հակաանդրադարձնող շերտերի կիրառությամբ:



Նկ. 2.3.4 Վակուումային խողովակի արտաքին տեսքը

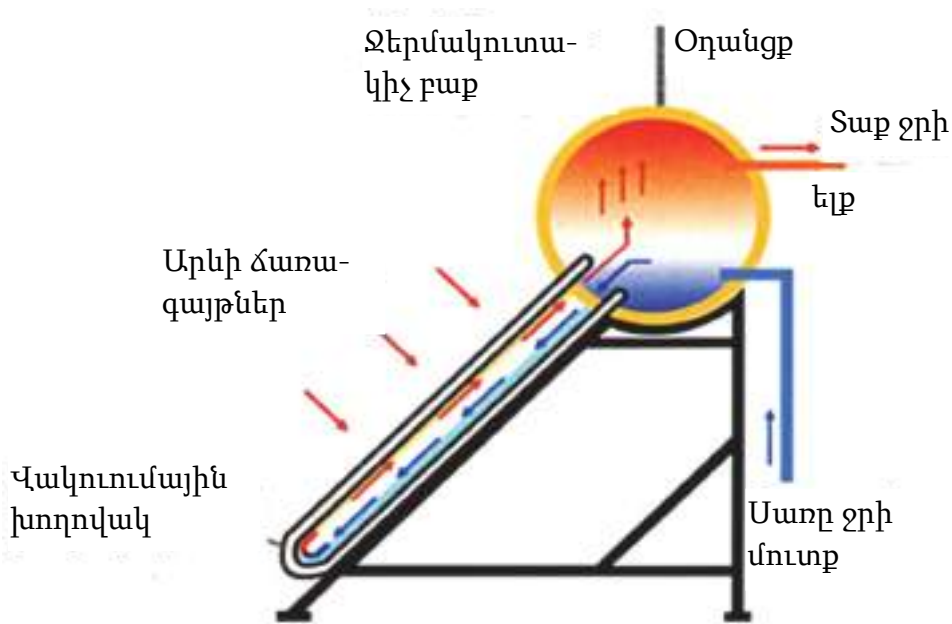
Վակուումային խողովակները պատրաստվում են 1,6 մ, կամ 1,8 մ հաստությամբ, այսպես կոչված բորասիլիկատային ապակուց, որն ունի մեխանիկական մեծ ամրություն և լույսի մեծ թափանցելիություն (>92%): Մեխանիկական մեծ ամրությունը անհրաժեշտ է կարկուտի հարվածներին դիմանալու համար: Լայն կիրառություն ունեցող վակուումային խողովակների երկարությունը կազմում է 1800 մմ, արտաքին խողովակի տրամագիծը 58 մմ է, իսկ ներքին խողովակինը՝ 47 մմ:

Վակուումային խողովակներով ջերմային կոլեկտորներն օգտագործվում են հետևյալ երեք մեթոդով.

- Ջրի ուղղակի թերմոսիֆոնային տաքացում,
- Տաքացում ջերմային խողովակի կիրառությամբ,
- Մ – աձև խողովակով տաքացում:

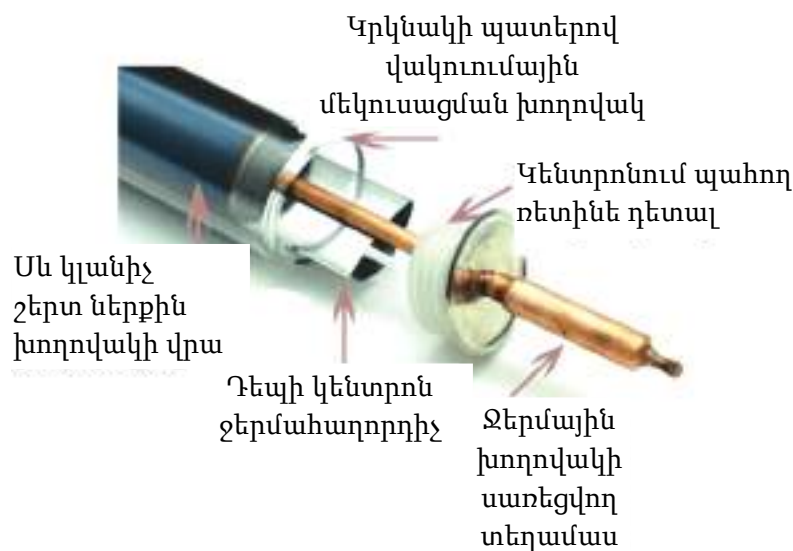
Ջրի ուղղակի թերմոսիֆոնային տաքացման մեթոդը ցույց է տրված նկ. 2.3.5 - ում: Թերմոսիֆոնի երևույթի (տես ենթաբաժին 2.1) էությունն այն է, որ տաք վիճակում ընդարձակման հետևանքով նյութն ավելի թեթև է, քան սառը վիճակում գտնվող նյութը: Այսինքն՝ տաքացված ջուրը, լինելով թեթև, հոսում է դեպի վեր, իսկ սառը ջուրը, լինելով ավելի ծանր, հոսում է դեպի ցած:

Վակուումային խողովակներով ջրի թերմոսիֆոնային տաքացուցիչը գործում է հետևյալ կերպ (նկ. 2.3.5) արևի ճառագայթները կլանվում են ներքին խողովակի կողմից, որը տաքանալով փոխանցում է ջերմությունը խողովակի միջի ջրին: Տաքանալով, ջուրը թերմոսիֆոնային սկզբունքով տեղաշարժվում է դեպի կուտակիչ բաքի վերին մասը, իսկ սառը ջուրը բաքից հոսում է դեպի խողովակի ներքին հատվածը, որտեղ նորից տաքանալով, բարձրանում է դեպի վեր: Այսպիսի շրջանառության շնորհիվ բաքի ջուրը տաքանում է:

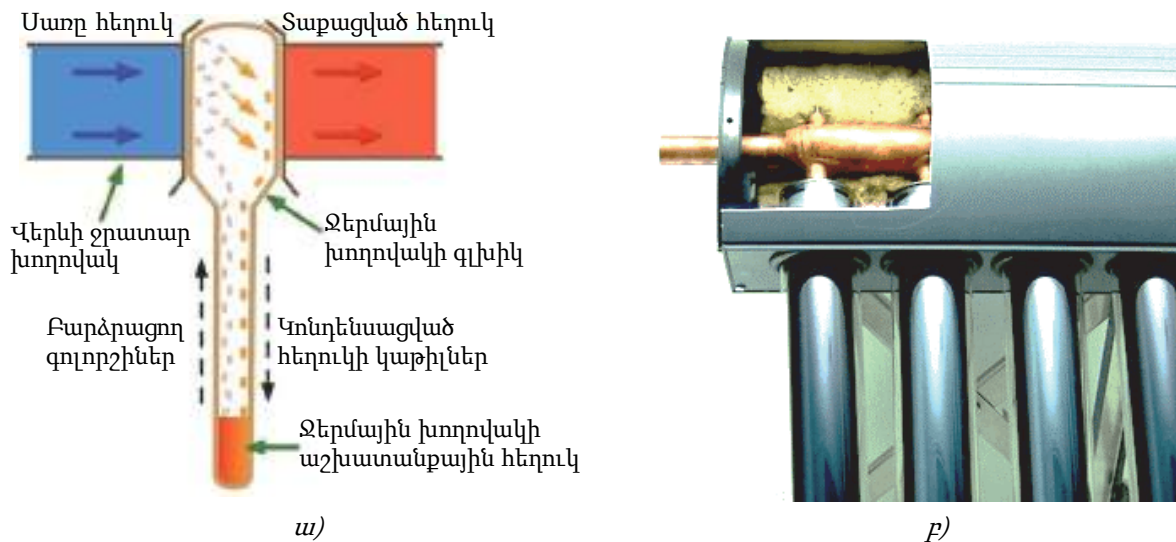


Նկ. 2.3.5. Ջրի ուղղակի թերմոսիֆոնային տաքացման մեթոդը վակուումային խողովակային կոլեկտորով

Ջերմային խողովակի կիրառությամբ տաքացումը նման է վերը դիտարկված թերմոսիֆոնային երևույթին, սակայն այն տարբերությամբ, որ ջերմային խողովակը պղնձյա բարակ խողովակ է, և դրանից ավելի մեծ տրամագծով գլխիկով, լցված ջերմատար հեղուկով և հերմետիկ փակված եզրերով (նկ. 2.3.6): Այն ամրացված է այլումինե ջերմակլանիչ դետալին, որը տեղադրված է ներքին ապակյա խողովակի մեջ: Այդ ջերմակլանիչ դետալի միջոցով ներքին ապակյա խողովակից ջերմությունը փոխանցվում է պղնձյա բարակ խողովակին: Տաքանալով, ջերմային խողովակի միջի հեղուկը գոլորշանում և բարձրանում է դեպի վեր, որտեղ ջերմությունը փոխանցվում է արտաքին, մեծ տրամագծով պղնձյա խողովակով հոսող ջերմատար հեղուկին և սառչելով, կաթիլների տեսքով, հեղուկը հետ է վերադառնում դեպի ներքև (նկ. 2.3.7 ա): Այսպիսի շրջանառության շնորհիվ, ջերմային էներգիան վակուումային խողովակի ամբողջ ծավալից տեղափոխվում է դեպի վերևի արտաքին պղնձյա խողովակ, և դրա միջի ջերմատար հեղուկը տաքանում է:

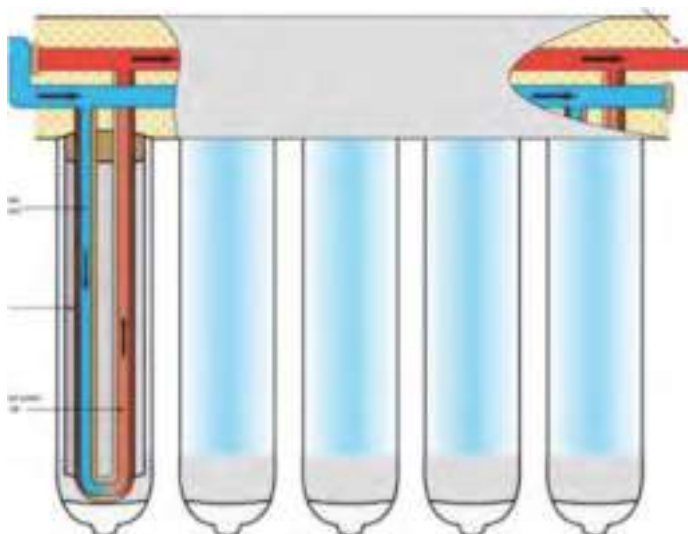


Նկ. 2.3.6. Վակուումային ջերմային խողովակի տեսքը



Նկ. 2.3.7. Ջերմային խողովակի կառուցվածքը (ա) և միացման ձևը (բ)

Մ – աձև խողովակով տաքացումն իրականացվում է հետևյալ ձևով: Մ – աձև պղնձյա խողովակն, ամրացվում է այլումինե ջերմակլանիչ դետալին, որը տեղադրվում է ներքին խողովակի մեջ ամբողջ երկայնքով (նկ. 2.3.8): Տաքացվող ջերմատար հեղուկը շրջանառություն է կատարում Մ – աձև պղնձյա խողովակի միջով: Այսպիսով, վակուումային կոլեկտորի ներքին ապակյա խողովակի ջերմությունը փոխանցվում է այլումինին և Մ – աձև պղնձյա խողովակին, և ջերմատար հեղուկը տաքանում է:



Նկ. 2.3.8. Մ – աձև խողովակով վակուումային ջրատաքացուցիչի կառուցվածքը

Դիտարկված երկու ապակյա խողովակներով կազմված վակուումային կոլեկտորներից բացի, հայտնի են նաև ավելի քիչ կիրառություն ունեցող, մեկ ապակյա գլանով և ներսում մետաղյա կլանիչով կոլեկտորները: Այս տիպի վակուումային կոլեկտորների խափանման հավանականությունը համեմատաբար ավելի մեծ է վակուումի հնարավոր կորստի պատճառով:

Արևային հարթ պանելային ջերմային կոլեկտոր

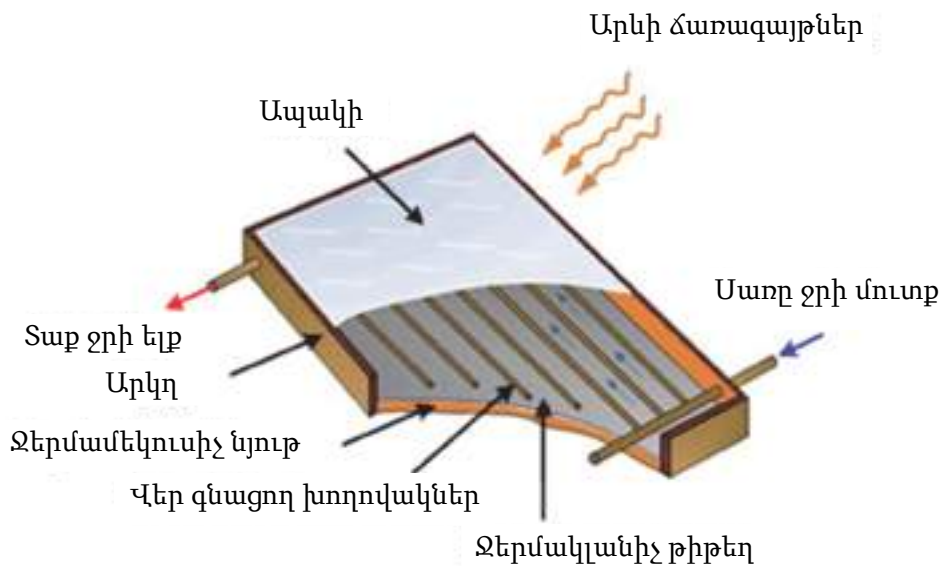
Բացի վերը դիտարկված վակուումային խողովակային ջերմային կոլեկտորներից, լայնորեն օգտագործվում են նաև հարթ պանելային կոլեկտորները, որոնք ունեն որոշակի առավելություններ (նկ 2.3.9):



Նկ. 2.3.9. Հարթ պանելային կոլեկտոր

Հարթ պանելային կոլեկտորի կառուցվածքը պատկերված է նկ. 2.3.10 – ում: Այն կազմված է՝

- դիմացի լուսաթափանց ծածկից,
- կլանիչից,
- ջերմամեկուսիչ արկղից:



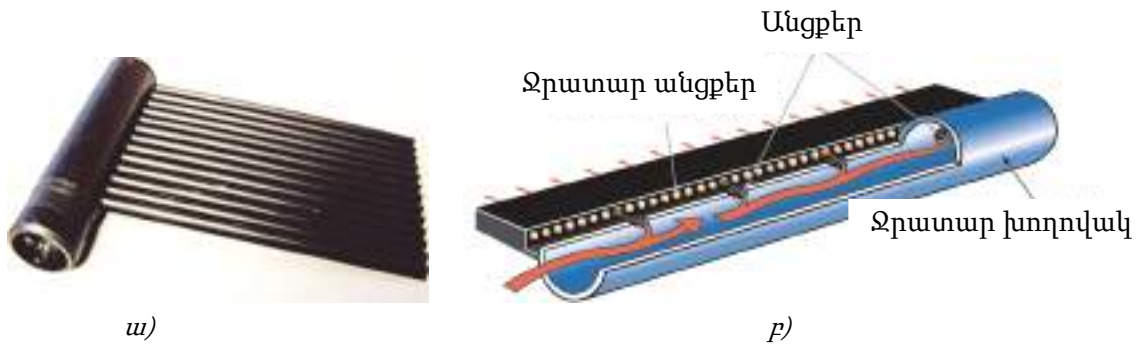
Նկ. 2.3.10. Հարթ պանելային ջերմային կոլեկտորի կառուցվածքը

Արևի ճառագայթների ջերմային կլանիչը պղնձյա կամ ալյումինե թիթեղ է, որը ծածկված է արևի ճառագայթներն արդյունավետ կլանող ներկով: Հաճախ այդ նպատակով օգտագործվում է սև քրոմ: Ջերմակլանիչ թիթեղին ամրացվում է պղնձյա ջրատար խողովակաշար, որի միջով հոսում է տաքացվող ջուրը կամ ջրի էթիլ-գլիկոնային խառնուրդը՝ ձմռանը սառցակալումը բացառելու նպատակով: Խողովակների ամրացումը կլանիչ թիթեղին իրականացվում է հիմնականում լազերային կամ ուլտրաձայնային գոդման միջոցով:

Արևի ճառագայթների ջերմակլանիչը տեղադրվում է ալյումինե պրոֆիլից պատրաստված արկղի մեջ: Այն տալիս է պանելին մեխանիկական ամրություն և նվազեցնում է ջերմային կորուստները: Կլանիչի ներքևի մասը և կողմնային պատերը ծածկվում են ջերմամեկուսիչ նյութով: Ջերմակլանիչի վերևի մակերեսը ծածկվում է երկաթի փոքր պարունակությամբ, արևի ճառագայթների մեծ թափանցելիությամբ օժտված, թրծված ապակիով: Այն ապահովում է

կոլեկտորի ջերմամեկուսացումը և պաշտպանում է կոլեկտորը արտաքին ազդեցություններից (անձրև, կարկուտ, փոշի և այլն): Հաճախ ջերմամեկուսացման մեծացման նպատակով պանելի մակերեսը ծածկվում է ապակու երկու շերտով, կամ ապակու տակ տեղադրվում է օպտիկապես թափանցիկ ջերմամեկուսիչ թաղանթ:

Հարթ պանելային կոլեկտորների շարքին են դասվում նաև պլաստիկ նյութից պատրաստված, բազմաթիվ խողովակներից կազմված, սև գույնի արևային ջերմային կոլեկտորները (նկ. 2.3.11 ա): Դրանք տեղադրված չեն ջերմամեկուսիչ տուփի մեջ և ծածկված չեն ապակով (ոչ ապակեպատ): Այս տիպի ջերմային կոլեկտորները համեմատաբար էժան են և օգտագործվում են հիմնականում տաք եղանակային պայմաններում՝ բացօթյա լողավազանների ջուրը տաքացնելու նպատակով:



Նկ. 2.3.11. Հարթ պանելային ոչ ապակեպատ կոլեկտոր

Ջերմային կոլեկտորները տեղադրվում են լողավազանից ոչ հեռու գտնվող տան կամ հովանոցի տանիքին: Լողավազանի ջուրը պոմպի միջոցով մղվում է դեպի ջերմային կոլեկտորները, որտեղ անցնելով բազմաթիվ ջրատար անցքերի միջով (նկ. 2.3.11 բ), տաքանում և հետ է վերադառնում լողավազան: Այսպիսով, արևի էներգիայի միջոցով տաքացվում է լողավազանի ջուրը, ինչը հնարավորություն է տալիս արագացնել լողավազանի ջրի տաքացման պրոցեսը, երկարաձգել լողավազանի օգտագործման ժամանակահատվածը տարվա ընթացքում, ինչպես նաև ավելի հաճախ փոխել լողավազանի ջուրը մաքրելու նպատակով:

Վերը շարադրված երեք տիպի՝ վակուումային խողովակային, հարթ պանելային ապակեպատ ջերմամեկուսիչ արկղով, ինչպես նաև առանց արկղի (ոչ ապակեպատ) արևային կոլեկտորները իրենից արդյունավետությամբ էապես տարբերվում են միմյանցից, ինչով էլ պայմանավորվում է դրանց կիրառության ոլորտները: Դիտարկենք այդ արևային ջերմային կոլեկտորների արդյունավետությունը և կիրառության ոլորտները:

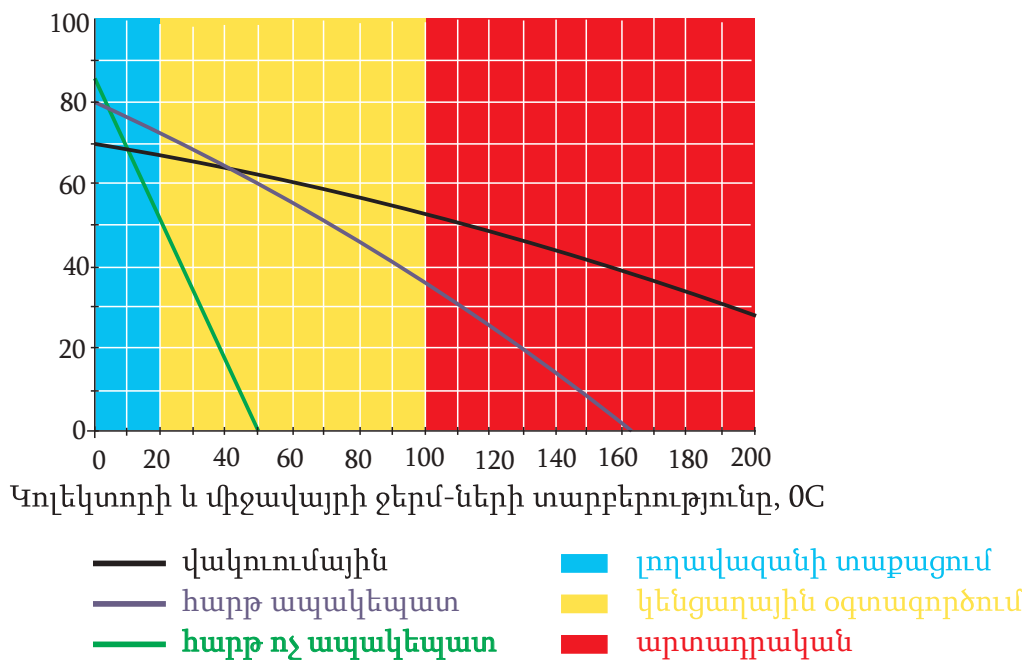
Ինչպես հայտնի է, արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորների արդյունավետությունը, կամ $O\&G$ – ն (օգտակար գործողության գործակիցը) որոշվում է ստացված P_{og} օգտակար ջերմային էներգիայի և կոլեկտորի վրա ընկնող $P_{արև}$ արևի էներգիայի հարաբերությամբ.

$$\eta = \frac{P_{og}}{P_{արև}} :$$

Հայտնի է, որ ջերմային կոլեկտորներում Արևի էներգիան ամբողջապես չի կերպափոխվում օգտակար ջերմային էներգիայի տարբեր տիպի կորուստների պատճառով, այսինքն արդյունավետության՝ վերը նշված արտահայտության մեջ համարիչը միշտ փոքր է հայտարարից: Հետևաբար, $O\&G$ – ի արժեքը կարող է լինել կոտորակային թիվ, 0 – ից 1 միջակայքում: Հաճախ, η -ն արտահայտվում է տոկոսներով բազմապատկելով վերը նշված արտահայտությունը 100% -ով:

Արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորներում էներգիայի կորուստները կախված են կոլեկտորի տիպից, կոնստրուկտիվ առանձնահատկություններից: Ջերմային էներգիայի կորուստների չափը կախված է նաև արտաքին միջավայրի ջերմաստիճանից: Այսպես, ամառային տաք պայմաններում, երբ ջերմային կոլեկտորի և շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանների տարբերությունը մեծ չէ, ջերմության ավելի քիչ քանակություն է փոխանցվում կոլեկտորից դեպի շրջակա միջավայր, քան ձմեռային ցուրտ պայմաններում, երբ կոլեկտորի և միջավայրի ջերմաստիճանների տարբերությունը մեծ է:

Դիտարկված վակուումային խողովակներով, հարթ պանելային ապակեպատ, ինչպես նաև ոչ ապակեպատ արևային կոլեկտորների արդյունավետությունների կախվածությունը կոլեկտորի և շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանների տարբերությունից ցույց է տրված նկ. 2.3.12 – ում: Ըստ նկարի, կոլեկտորի և շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանների փոքր տարբերությունների դեպքում առավել արդյունավետ են գործում ոչ ապակեպատ (հարթ պանելային, առանց ջերմամեկուսիչ արկղի և ապակյա ծածկի) կոլեկտորները: Իրոք, տաք կլիմայական պայմաններում, եթե արտաքին միջավայրի ջերմաստիճանը (օրինակ, 35 °C) հավասար է ոչ ապակեպատ արևային կոլեկտորների ջերմաստիճանին, (նույնպես 35 °C), ջերմային կորուստներ չեն լինի, և այդ տիպի կոլեկտորի արդյունավետությունը կլինի առավելագույնը, քանի որ ծածկող ապակու բացակայության պարագայում չեն լինի նաև օպտիկական կորուստներ, որն առկա է մյուս երկու տիպի կոլեկտորներում: Նշենք, որ ծածկող ապակու կողմից ստեղծվող օպտիկական կորուստները արևի ճառագայթների որոշ մասի անդրադարձումն է ապակու մակերեսից և ճառագայթների էներգիայի որոշ մասի կլանումն է ապակու ծավալի մեջ:



Նկ. 2.3.12. Ջերմային կոլեկտորների արդյունավետության կախվածությունը կոլեկտորի և շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանների տարբերությունից

Կոլեկտորի և շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանների՝ մինչև 40 °C տարբերության դեպքում հարթ պանելային ապակեպատ կոլեկտորների արդյունավետությունը գերազանցում է վակուումային խողովակներով կոլեկտորների արդյունավետությանը: Դա պայմանավորված է նրանով, որ հարթ կոլեկտորների արևի ճառագայթները կլանող մակերեսը (ապերտուրան)

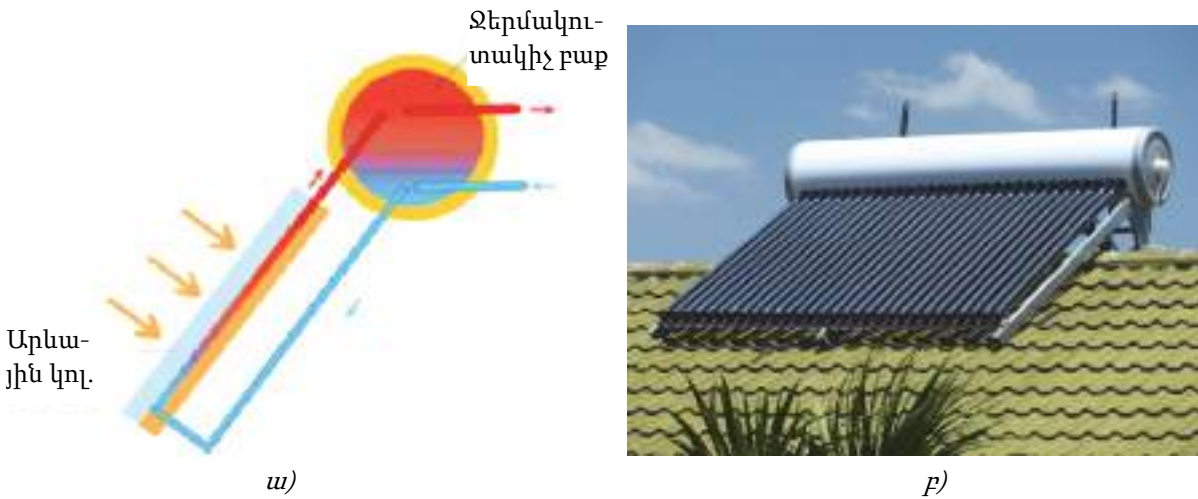
ավելի մեծ է, քան նույն տարածությունը զբաղեցնող վակուումային խողովակային կոլեկտորներինը: Ջերմաստիճանների 40 °C – ից մեծ տարբերությունների դեպքում վակուումային կոլեկտորների արդյունավետությունը առավելագույնն է դրանց փոքր ջերմային կորուստների շնորհիվ:

2.4. Արևային ջրատաքացման համակարգերի տիպերը

Արևային ջերմային համակարգերը (կայանքները) լայնորեն օգտագործվում են կենցաղային և արտադրական կարիքների համար տաք ջուր ստանալու նպատակով: Դիտարկենք արևային ջրատաքացման համակարգերի տիպերը:

Գոյություն ունեն տարբեր տիպի արևային ջրատաքացման համակարգեր, որոնք բաժանվում են երկու հիմնական խմբի՝ **պասսիվ** և **ակտիվ**:

Պասսիվ ջրատաքացման համակարգերում ջուրը տաքանում և տեղափոխվում է կուտակիչ բաք թերմոսիֆոնային շրջանառության շնորհիվ: Այստեղ ջրի շրջանառության համար պոմպեր չեն օգտագործվում (նկ. 2.4.1 ա): Պասսիվ տիպի ջրատաքացման համակարգերում կուտակիչ բաքը տեղադրվում է արևային կոլեկտորից որոշակի բարձրության վրա: Ջուրը տաքանալով կոլեկտորում, սկսում է հոսել դեպի ավելի բարձր տեղաբաշխված բաքը, քանի որ տաքացված ջուրը թեթև է: Մյուս կողմից՝ բաքից դեպի կոլեկտոր է հոսում սառը ջուրը, որն ավելի ծանր է: Այսպիսով, ընթանում է ջրի շրջանառություն գրավիտացիայի շնորհիվ, և բաքը լցվում է տաքացված ջրով: Հաշվի առնելով աշխատանքի սկզբունքը՝ ջրատաքացման այս տիպի համակարգերը կոչվում են նաև թերմոսիֆոնային կամ գրավիտացիոն: Այս տիպի վակուումային խողովակներով պասսիվ ջրատաքացման համակարգի արտաքին տեսքը, որպես օրինակ, ցույց է տրված նկ. 2.4.1 բ – ում, իսկ դրա կառուցվածքը պատկերված է նախորդ ենթաբաժնի նկ. 2.3.5 – ում:

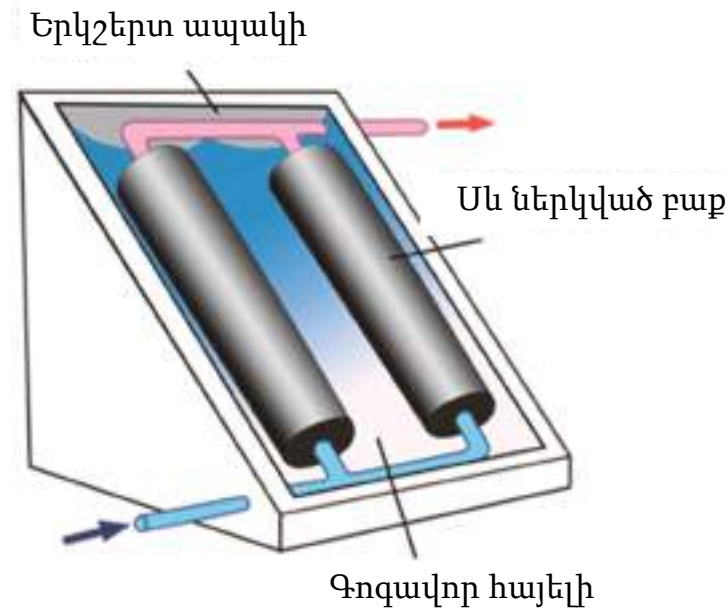


Նկ. 2.4.1. Պասսիվ թերմոսիֆոնային ջրատաքացուցիչ

Պասսիվ թերմոսիֆոնային ջրատաքացուցիչ համակարգերը կարող են լինել ոչ ճնշումային կամ ճնշումային, կախված նրանից, թե համակարգի միջոցով տաքացվող ջուրն ինչ ճնշման տակ է գտնվում: Այդ ջրատաքացման համակարգերը դիտարկվում են ստորև:

Թերմոսիֆոնային պասսիվ ջրատաքացուցիչների դասին է պատկանում նաև այսպես կոչված ինտեգրված բաքով ջերմային համակարգը (նկ. 2.4.2): Այստեղ ջրի կուտակիչ բաքը, որը սովյալ դեպքում կազմված է երկու մասից, տեղադրված է ջերմամեկուսիչ արկղի մեջ, ծածկված է սև ներկով և հանդիսանում է նաև արևի ճառագայթների կլանիչ: Բաքի ներսում ջուրը

տաքանում է և ելքի խողովակի միջոցով ուղղվում է դեպի սպառման վայր: Այս տիպի ջրատաքացուցիչների դիմացի մակերեսը որպես կանոն ծածկվում է ապակու երկու շերտով, ջերմային կորուստները նվազեցնելու նպատակով:

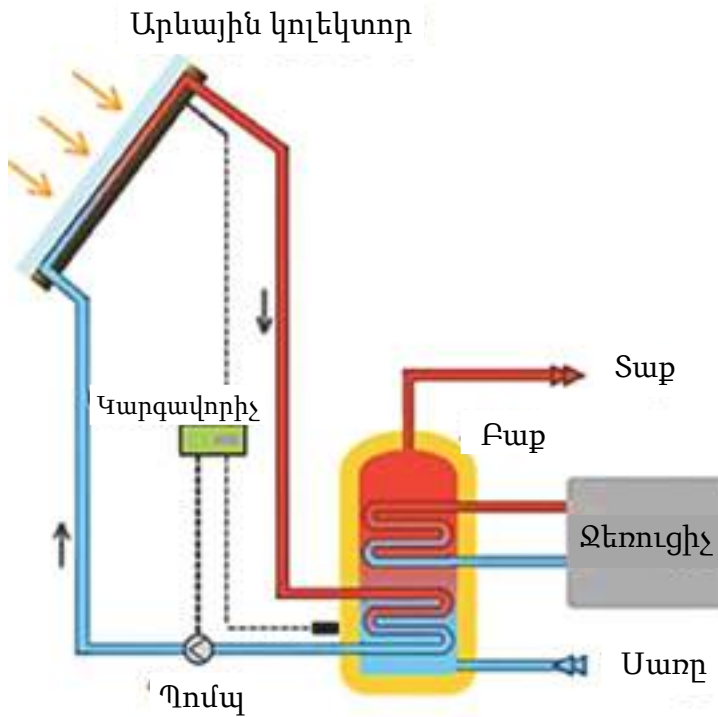


Նկ. 2.4.2. Ինտեգրված բաքով ջրատաքացուցիչ

Նկ. 2.4.2 – ում պատկերված բաքերի թիվը երկուսն է: Այն կարող է լինել մեկ հատ կամ երկուսից ավելի՝ կախված ջրատաքացուցիչի կոնստրուկտիվ առանձնահատկություններից: Ինտեգրված բաքով ջրատաքացուցիչ կայանի ջերմային կորուստները համեմատաբար մեծ են: Հետևաբար, դրանք գիշերվա ընթացքում կորցնում են կուտակված ջերմային էներգիայի մեծ մասը: Բացի այդ, այս տիպի ջրատաքացուցիչները ձմռանը պետք է ջրահեռացվեն կամ պաշտպանվեն ցրտահարությունից: Այս տիպի արեգակնային ջրատաքացուցիչները կարող են լավագույնս հարմար լինել այն վայրերի համար, որտեղ ջերմաստիճանը հազվադեպ է լինում զրոյից ցածր:

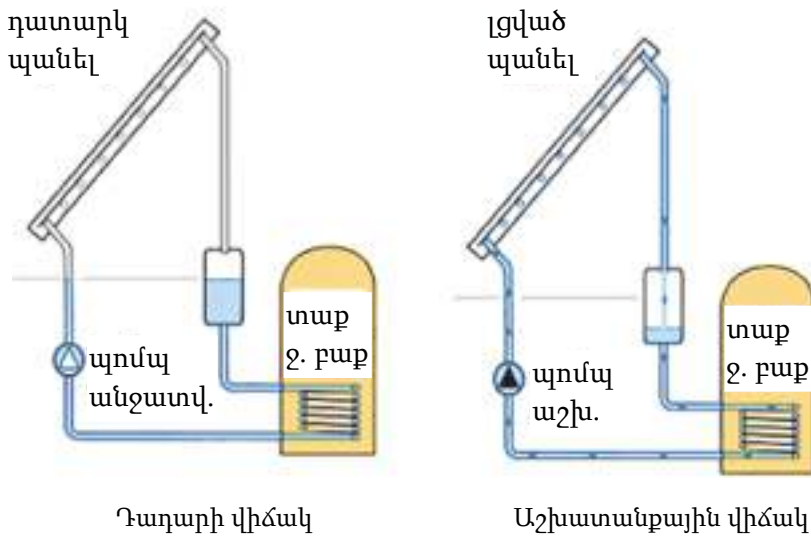
Դիտարկված պասսիվ թերմոսիֆոնային ջրատաքացուցիչները տնտեսապես շահավետ են և հուսալի, քանի որ բացակայում է ջրի էլեկտրական պոմպը:

Ակտիվ ջրատաքացման համակարգերում ջրի շրջանառությունը, այսինքն՝ կոլեկտորում տաքացված ջրի տեղափոխությունը դեպի կուտակիչ բաք իրականացվում է ջրային էլեկտրական պոմպերի միջոցով (նկ. 2.4.3): Պոմպի աշխատանքը ավտոմատ կերպով դեկավարվում է կարգավորիչի միջոցով: Արևային կոլեկտորի և կուտակիչ բաքի ջերմաստիճանների համապատասխան մուտքագրված տարբերության դեպքում միանում է ջրային պոմպը, և ջուրը սկսում է շրջանառություն կատարել կոլեկտորի և կուտակիչ բաքում տեղակայված գալարաձև խողովակաշարի միջով՝ ջերմային էներգիան տեղափոխելով դեպի կուտակիչ բաք: Աշխատանքի այս տիպի ավտոմատացման շնորհիվ ակտիվ ջրատաքացուցիչ կայաններն ավելի արդյունավետ են գործում պասսիվ թերմոսիֆոնային կայանների համեմատ: Ձմռանը սառցակալելուց պաշտպանելու նպատակով, կոլեկտորի և կուտակիչ բաքում տեղակայված գալարաձև խողովակաշարի կոնտուրը սովորաբար լցվում է ջրի գլիկոլային ցրտադիմացկուն խառնուրդով:



Նկ. 2.4.3. Ակտիվ ջրատաքացուցիչ

Ակտիվ ջրատաքացուցիչներից են դրենաժային համակարգերը (նկ. 2.4.4): Այս տիպի ջրատաքացման համակարգերում օգտագործվում է լրացուցիչ բաք, որի մեջ լցվում է արևային կոլեկտորում տաքացված ջուրը: Համակարգն ունի աշխատանքային երկու վիճակ՝ դադարի և աշխատանքային: Գիշերները ցուրտ եղանակային պայմաններում համակարգը գտնվում է դադարի վիճակում, և ջրի պոմպը չի գործում: Համակարգում ջուրը գտնվում է համապատասխան մակարդակի վրա: Երբ արևային կոլեկտորի ջերմաստիճանը բարձրանում է, ավտոմատ կերպով միանում է ջրի էլեկտրական պոմպը, և ջուրը սկսում է շրջանառություն կատարել արևային կոլեկտորի միջով: Տաք ջուրը լցվում է լրացուցիչ բաքի մեջ գրավիտացիայի շնորհիվ: Ջրի այդպիսի շրջանառության միջոցով ջերմային էներգիան արևային կոլեկտորից տեղափոխվում է տաք ջրի կուտակիչ բաքի մեջ, որտեղից էլ այն օգտագործվում է:



Նկ. 2.4.4. Դրենաժային ջրատաքացուցիչ

Այսպիսով, դրենաժային ջրատաքացման կայանքի արևային կոլեկտորը մնում է դատարկ տարվա ցուրտ եղանակային պայմաններում: Հետևաբար, այս համակարգերում բացակայում է սառցակալման հավանականությունը: Այս համակարգերի մոնտաժման աշխատանքները անհրաժեշտ է կատարել հատուկ ուշադրություն դարձնելով այն հանգամանքին, որ բոլոր ջրատար խողովակները պետք է ունենան որոշակի թեքություն հորիզոնական հարթության նկատմամբ, ջրի հոսքը դեպի ներքև ապահովելու նպատակով:

Բացի վերը դիտարկված **պասիվ** և **ակտիվ** տիպերից, ջերմային համակարգերը՝ կայանքները լինում են նաև այսպես կոչված **ուղղակի շրջանառության** (բաց համակարգ) և **անուղղակի շրջանառության** (փակ համակարգ) տիպի:

Ուղղակի շրջանառության (բաց համակարգ) տիպի ջերմային կայաններում արևային կոլեկտորի միջով հոսում է կուտակիչ բաքի ջուրը: Այս տիպի ջերմային համակարգի օրինակ է նկ. 2.4.1 – ում պատկերված պասսիվ թերմոսիֆոնային ջրատաքացուցիչը: Նկ. 2.4.3 – ում պատկերված ակտիվ ջրատաքացուցիչը նույնպես ուղղակի շրջանառության համակարգի օրինակ կլիներ, եթե կուտակիչ բաքում տեղակայված գալարաձև խողովակաշարը չլիներ, և բաքի ջուրը շրջանառություն կատարեր արևային կոլեկտորի միջով: Ուղղակի շրջանառության համակարգերը հաջողությամբ օգտագործվում են այն վայրերում, որտեղ կլիմայական պայմանները տաք են, և ձմռան ամիսներին արևային կոլեկտորի մեջ սառույցի գոյացման հավանականությունը բացակայում է:

Անուղղակի շրջանառության (փակ համակարգ) տիպի արևային ջերմային կայաններում արևային կոլեկտորով և կուտակիչ բաքի գալարաձև խողովակաշարով (ջերմափոխանակիչ) կազմված փակ կոնտուրով հոսում է ջրի և գլիկոլի ցրտադիմացկուն խառնուրդը, այսինքն՝ արևային կոլեկտորով հոսող ջերմատար հեղուկը և բաքում կուտակված ջուրը տարանջատված են միմյանցից: Անուղղակի շրջանառության տիպի արևային ջրատաքացման համակարգի օրինակ է նկ. 2.4.3 – ում պատկերված ակտիվ ջրատաքացուցիչ կայանքը: Անուղղակի շրջանառության արևային ջերմային համակարգերը կարող են օգտագործվել ցուրտ կլիմայական պայմաններում, առանց դրանց սառցակալման վտանգի:

Արևային ջրատաքացման համակարգերը, կիրառության տեսանկյունից, ստորաբաժանվում են ըստ հետևյալ հատկանիշների.

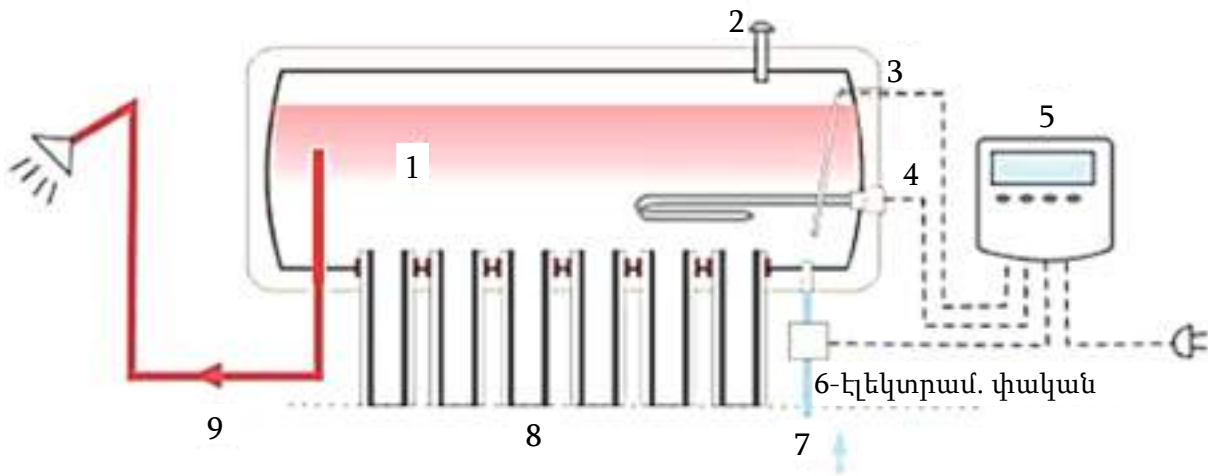
- **ցածր ճնշումային,**
- **բարձր ճնշումային,**
- **տարանջատված:**

Դիտարկենք այդ համակարգերը:

Ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգի օրինակ է նկ. 2.4.1 – ում պատկերված արևային կոլեկտորից (վակուումային խողովակներից) և ջերմակուտակիչ բաքից կազմված կայանքը:

Ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգի կառուցվածքը ցույց է տրված նկ. 2.4.5 – ում: Համակարգի բաղկացուցիչ հանգույցներն են ավտոմատ դեկավարման էլեկտրոնային սարքը (5) և ջրի էլեկտրամագնիսական փականը (6): Բաքում տեղակայված է ջրի մակարդակի և ջերմաստիճանի չափման տվիչը (3) և որպես կանոն՝ լրացուցիչ էլեկտրական ջեռուցիչը (4): Բաքի մեջ ջրի անհրաժեշտ մակարդակը կարգավորվում է ավտոմատ կառավարման էլեկտրոնային սարքի միջոցով: Երբ բաքում ջրի մակարդակը նվազում է, 5 – րդ ավտոմատ կառավարման էլեկտրոնային սարքը, ստանալով ազդանշան 3 – րդ տվիչից, բացում է ջրի էլեկտրա-

մագնիսական փականը և բաքը լցվում է: Երբ ջրի մակարդակը հասնում է առավելագույնին, կառավարման սարքն ուղարկում է ազդանշան էլեկտրամագնիսական փականին և ջրի մուտքը դեպի բաք փակվում է:

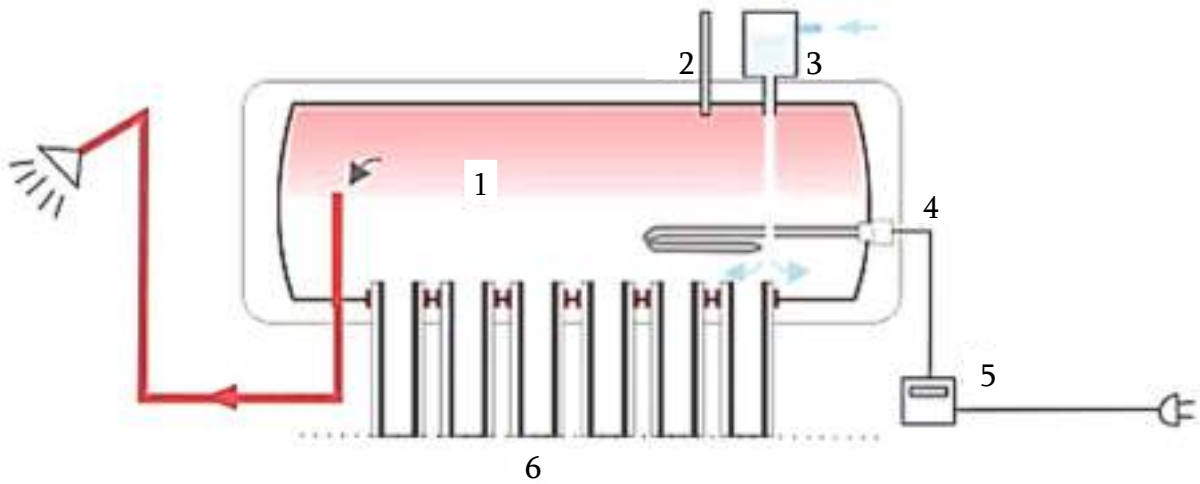


Նկ. 2.4.5. Ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգ.

1 - բաք, 2 - օդանցք, 3 - ջրի մակարդակի և ջերմաստիճանի տվիչ, 4 - էլեկտրական ջեռուցիչ, 5 - ավտոմատ կառավարման սարք, 6 - էլեկտրամագնիսական փական, 7 - սառը ջրի մուտք, 8 - կոլեկտոր (վակուումային խողովակներ), 9 - տաք ջրի ելք

Ջուրը տաքանալով ապակյա վակուումային խողովակներում (8), թերմոսիֆոնային սկզբունքով բարձրանում է դեպի բաք (1), իսկ ջրի սառը մասն իջնում է դեպի վակուումային խողովակների ստորին հատվածը: Այսպիսով, բաքի ջուրը տաքանում է: Ջերմության կորուստը նվազագույնին հասցնելու նպատակով բաքը ջերմամեկուսացված է, որի համար հիմնականում օգտագործվում է պոլիուրեթան: Բաքի վերին մասում կա օդանցք (2), որն ապահովում է մթնոլորտային ճնշումը բաքում և գոլորշիների առկայության դեպքում՝ դրանց ելքը դեպի արտաքին միջավայր: Ցուրտ եղանակային պայմանների դեպքում ավտոմատ կառավարման սարքի միջոցով միացվում է 4 - րդ էլեկտրական ջեռուցիչը՝ բաքում ջրի անհրաժեշտ ջերմաստիճանը ապահովելու նպատակով: Ավտոմատ ղեկավարման սարքը ցույց է տալիս նաև բաքում ջրի ջերմաստիճանը տարբեր մակարդակների վրա:

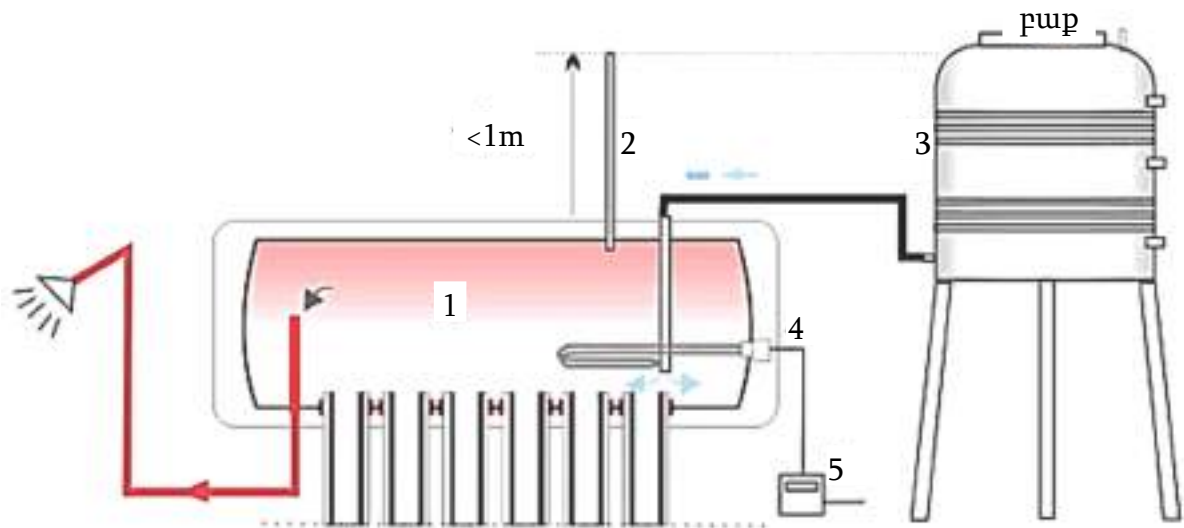
Նկ. 2.4.6 - ում պատկերված է ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգ, որտեղ սառը ջրի մատակարարումն իրականացվում է լրացուցիչ փոքր բաքի միջոցով (3): Այդ բաքի մեջ տեղակայված է լողացող փական, որի միջոցով ավտոմատ կերպով ապահովվում է ջրի մուտքը դեպի ջերմակուտակիչ բաք (1): Այստեղ էլեկտրոնային կառավարման հանգույցը ծառայում է միայն ջեռուցիչը էլեկտրասնուցման աղբյուրին, անհրաժեշտության դեպքում, միացնելու կամ անջատելու համար:



Նկ. 2.4.6. Ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգ լրացուցիչ բաքով.

1 - բաք, 2 - օդանցք, 3 - լրացուցիչ բաք լողացող փականով, 4 - էլեկտրական ջեռուցիչ, 5 - ավտոմատ կառավարման սարք, 6 - կոլեկտոր (վակուումային խողովակներ)

Նկ. 2.4.7 – ում պատկերված է ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգ, որտեղ սառը ջուրը մատակարարվում է ավելի բարձր մակարդակի վրա տեղաբաշխված ջրի լրացուցիչ բաքից (3): Այդ բաքը որպես կանոն տեղադրվում է տանիքի ծածկի տակ: Մակարդակների տարբերության շնորհիվ լրացուցիչ բաքից ջուրը մատակարարվում է դեպի արևային էներգիայով ջրատաքացման բաք (1): Այստեղ նույնպես էլեկտրոնային ավտոմատ կառավարման հանգույցը (5) ծառայում է միայն ջեռուցիչը էլեկտրասնուցման աղբյուրին միացնելու կամ անջատելու համար: Այս տիպի համակարգերը հաջողությամբ կիրառվում են այն բնակավայրերում, որտեղ սառը ջրի մատակարարումն իրականացվում է ընդհատումներով:



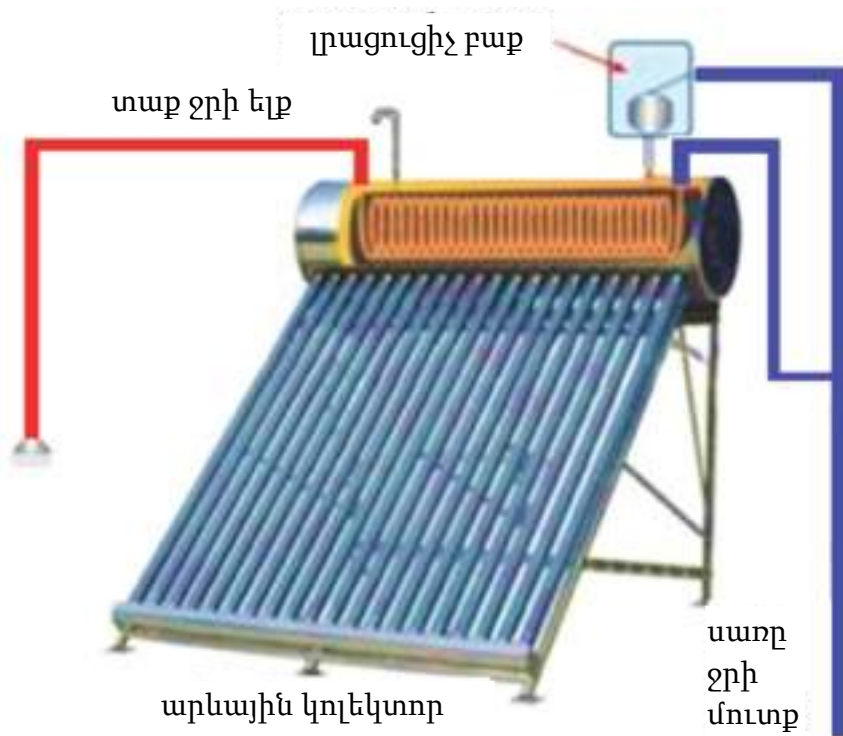
Նկ. 2.4.7. Ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգ ավելի բարձր տեղաբաշխված լրացուցիչ բաքով.

1 - բաք, 2 - օդանցք, 3 - լրացուցիչ բաք, 4 - էլեկտրական ջեռուցիչ, 5 - ավտոմատ կառավարման սարք, 6 - կոլեկտոր (վակուումային խողովակներ)

Դիտարկված ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգերը նաև պասիվ թերմոսիֆոնային և ուղղակի շրջանառության ջրատաքացման համակարգեր են, քանի որ ջուրը տաքանալով ապակյա վակուումային խողովակներում, թերմոսիֆոնային սկզբունքով բարձրանում

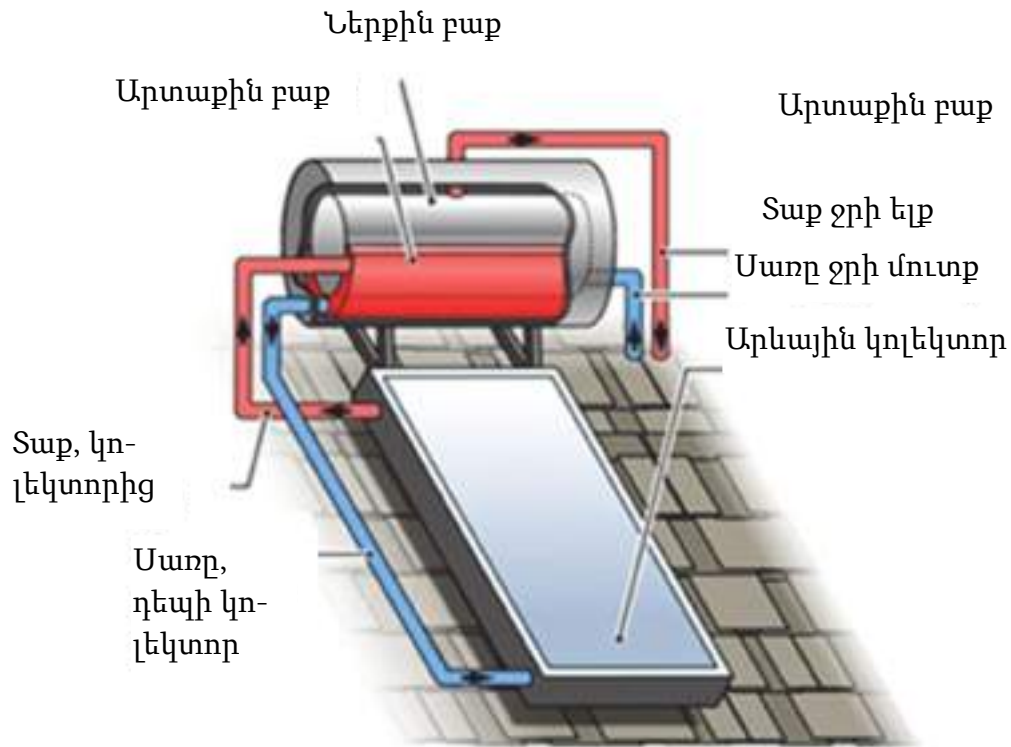
է դեպի ջերմակուտակիչ բաք: Այդ համակարգերում վակուումային արևային կոլեկտորների փոխարեն կարող են կիրառվել հարթ պանելային արևային կոլեկտորներ: Ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգերը ընդհանուր առմամբ համեմատաբար էժան են և ունեն մեծ կիրառություն:

Բարձր ճնշումային ջրատաքացման համակարգերում տաքացվող ջուրը գտնվում է ճնշման տակ, որը համապատասխանում է ջրամատակարարման ցանցի ճնշմանը: Նկ. 2.4.8 – ում պատկերված է բարձր ճնշումային ջրատաքացման համակարգ: Այն կազմված է վակուումային խողովակներից, ջերմակուտակիչ բաքից և լողացող փականով լրացուցիչ բաքից: Ի տարբերություն ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգերի, այստեղ ջերմակուտակիչ բաքի մեջ տեղադրված է պղնձյա գալարաձև խողովակ (ջերմափոխանակիչ), որի միջով հոսում է տաքացվող ջուրը բարձր ճնշման տակ: Ջերմակուտակիչ բաքում ջրի անհրաժեշտ մակարդակը պահպանվում է լրացուցիչ բաքի լողացող փականի միջոցով: Այսպիսով, վակուումային խողովակներում և ջերմակուտակիչ բաքում ջրի ճնշումը ցածր է: Սակայն պղնձյա գալարաձև խողովակով հոսում է բարձր ճնշման տակ գտնվող ջուրը, որը ստանալով բաքում կուտակված ջերմային էներգիան, տաքանում և հոսում է դեպի սպառման կետ:



Նկ. 2.4.8. Բարձր ճնշումային ջրատաքացման համակարգ պղնձյա գալարաձև խողովակով

Նկ. 2.4.9 – ում պատկերված է բարձր ճնշումային ջրատաքացման կրկնակի բաքով համակարգ: Այն կազմված է երկու առանձին բաքից՝ արտաքին և ներքին: Արտաքին բաքում, որն ընդգրկում է իր մեջ ներքին բաքը, կուտակվում է արևային կոլեկտորից ստացվող ջերմային էներգիան: Ներքին բաքն ունի ամուր կառուցվածք և գտնվում է ջրամատակարարման ցանցի բարձր ճնշման տակ: Ներքին բաքի մեջ սառը ջուրը մուտք է գործում ջրամատակարարման ցանցից, որը տաքանում է արտաքին բաքի միջոցով և ուղղվում է դեպի սպառման կետ:

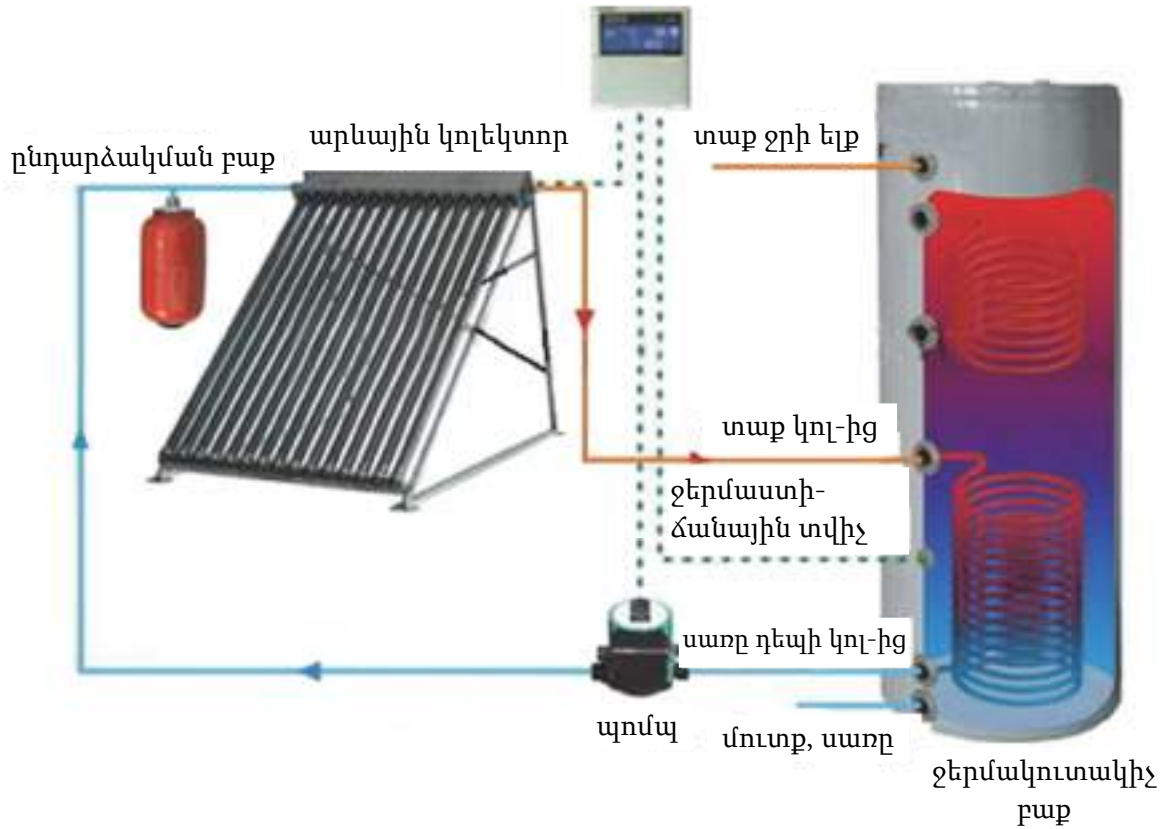


Նկ. 2.4.9. Բարձր ճնշումային ջրատաքացման կրկնակի բաքով համակարգ

Դիտարկված բարձր ճնշումային ջրատաքացման համակարգերի կիրառությունը դյուրին է, քանի որ դրանք գործում են բարձր ճնշման տակ և միացվում են անմիջապես ջրամատակարարման ցանցին: Սակայն բարձր ճնշումային ջրատաքացման համակարգերն ավելի թանկ են՝ ցածր ճնշումային ջրատաքացուցիչների համեմատ:

Տարանջատված (split) տիպի ջրատաքացման կայաններում արևային էներգիայի կոլեկտորը և ջերմային էներգիայի կուտակիչ բաքը հեռացված, տարանջատված են միմյանցից (նկ. 2.4.3): Կոլեկտորները տեղաբաշխվում են տանիքի վրա, իսկ ջերմակուտակիչ բաքը՝ շենքային կառույցի առաջին հարկում կամ ներքնահարկում: Տարանջատված բարձր ճնշումային ջրատաքացման համակարգի կառուցվածքային սխեման պատկերված է նկ. 2.4.10-ում: Համակարգն աշխատում է հետևյալ կերպ, երբ արևային կոլեկտորի և ջերմակուտակիչ բաքի ջերմաստիճանների տարբերությունը հավասարվում է որոշակի մուտքագրված արժեքի, ավտոմատ կառավարման սարքի կողմից միացվում է պոմպը, և գլիկոլային խառնուրդով ջուրը սկսում է շրջանառություն կատարել կոլեկտորի և կուտակիչ բաքում տեղադրված ջերմափոխանակիչ զալարաձև խողովակի (ջերմափոխանակիչի) շղթայով: Արդյունքում, ջերմային էներգիան կոլեկտորից տեղափոխվում է ջերմակուտակիչ բաքի մեջ, բաքի ջուրը տաքանում է: Այս ջրային շղթայում տեղադրվում է նաև ընդարձակման բաք, որը ջերմատար հեղուկի տաքացման դեպքում ապահովում է շղթայում ճնշումը նորմայի սահմաններում:

ավտոմատ ղեկավարման սարք



Նկ. 2.4.10. Տարանջատված բարձր ճնշումային ջրատաքացման համակարգի կառուցվածքային սխեման

Ջերմակուտակիչ բաքը կարող է համալրված լինել երկրորդ գալարածև խողովակային ջերմափոխանակիչով, ինչպես պատկերված է նկարում, որը կարող է միացվել բնական գազով, կամ էլեկտրականության միջոցով ջեռուցվող ջերմային կաթսայի՝ բաքի ջուրը լրացուցիչ տաքացնելու նպատակով: Ջերմակուտակիչ բաքի մեջ սառը ջուրը մուտք է գործում ներքևի մասից, իսկ տաք ջուրը դուրս է գալիս բաքի վերևի հատվածից:

Տարանջատված տիպի ջրատաքացման կայանները, վերը դիտարկված «արևային կոլեկտոր – ջերմակուտակիչ բաք» ինտեգրված համակարգերի համեմատ, ունեն այն առավելությունը, որ կառույցի տանիքին տեղադրվում են միայն արևային կոլեկտորներ, իսկ ծանր և ծավալուն ջրի բաքը տեղադրվում է կառույցի ներքնահարկում՝ ազատելով տանիքը լրացուցիչ բեռից: Բացի այդ, տարանջատված տիպի ջրատաքացման կայանները կարող են ավելի մեծ ծավալով տաք ջուր ապահովել: Դրանք նաև գեղագիտորեն ավելի հաճելի տեսք ունեն:

Հարկ է նշել, որ դիտարկված արևային ջրատաքացման համակարգերում, որոշ դեպքերում, կարող է ջերմաստիճանը էապես բարձրանալ, որը կոչվում է «Կանգ իրավիճակի ջերմաստիճան» (stagnation temperature): Օրինակ, եթե արևի ակտիվ ճառագայթման դեպքում ջրատաքացուցիչ համակարգի պոմպի աշխատանքը խափանվի, արևային կոլեկտորում ջերմաստիճանը կբարձրանա, կամ եթե լինի արձակուրդային շրջան և տաք ջուրը չօգտագործվի, ջրի ջերմաստիճանը ջերմակուտակիչ բաքում կբարձրանա (60–90°C), պոմպի աշխատանքը կդադարի, և արևային կոլեկտորից ջերմությունը չի տեղափոխվի ներքև: Այս իրավիճակում նույնպես արևային կոլեկտորը բավականին կտաքանա, կստեղծվի կանգի (stagnation) իրավիճակ: Հնարավոր է, որ արևային կոլեկտորների ջերմաստիճանը բարձրանա նաև դրանց մոնտաժի

դեպքում, եթե սխալմամբ, նախքան շրջանառվող ջրի կամ գլիկոնային խառնուրդի մա-տակարարումը, արևային կոլեկտորի մակերեսը չպաշտպանվի արևի ճառագայթների ազդեցությամբ:

Որքան մեծ լինի արևային ճառագայթման էներգիան, այնքան բարձր կլինի կանգ իրավիճակի ջերմաստիճանը: Այդ իրավիճակում ապակեպատ հարթ-պանելային կոլեկտորների ջերմաստիճանը կարող է կազմել 160 – 200 °C, վակուումային խողովակներով կոլեկտորներին՝ 200 – 300 °C , իսկ հայելային անդրադարձիչներով համալրված վակուումային կոլեկտորներին՝ 350 °C: Սովորաբար ջրի գլիկոնային խառնուրդը նորմալ գործում է մինչև 200 °C ջերմաստիճանը: Մակայն հաճախակի կրկնվող կանգի դեպքերում գլիկոնային խառնուրդը կարող է կորցնել իր ցրտադիմացկուն հատկությունը և ջրատաքացուցիչ կայանքի խողովակաշարը կարող է վնասվել, կամ ենթարկվել կոռոզիայի, ինչի հետևանքով կնվազի համակարգի ՕԳԳ – ն: Կանգ իրավիճակի՝ նշված բարձր ջերմաստիճանների առաջացումը պետք է հաշվի առնել նաև արևային ջրատաքացման համակարգերի մոնտաժի և տեխնիկական սպասարկման ընթացքում և ձեռնարկել միջոցներ՝ դրանք կանխելու և աշխատանքի անվտանգությունն ապահովելու նպատակով:

2.5. Արևային ջրատաքացուցիչների ջերմակուտակիչ բաքեր

Ինչպես նշված է ենթաբաժին 2.3 – ում, արևային էներգիայի ջերմային կերպափոխիչները կազմված են հիմնականում արևային կոլեկտորներից և ջերմային էներգիայի կուտակիչ բաքից: Արևային ջրատաքացուցիչների բաքերն օգտագործվում են կոլեկտորների մեջ տաքացվող ջուրը կուտակելու և անհրաժեշտ պահին սպառողին մատակարարելու համար: Բաքերը պետք է լինեն հուսալի, լավ ջերմամեկուսացված և ունենան ծառայության երկար ժամկետ: Դիտարկենք ջերմային էներգիայի կուտակիչ բաքերի հիմնական տիպերը և հատկությունները:

Կենցաղային ջրատաքացման համակարգերի բաքերը նախագծվում և պատրաստվում են՝ հաշվի առնելով հետևյալ պահանջները: Բաքերը պետք է լինեն հնարավորինս թեթև: Դրանք պետք է հեշտությամբ բարձրացվեն և տեղադրվեն երկու աշխատողի կողմից: Բաքերը պետք է լինեն բավականաչափ ամուր, որպեսզի բացառվի դրանց վնասվելը և տաք ջրի արտահոսքը թե՛ տեղադրման և թե՛ շահագործման ընթացքում: Բաքերը պետք է լինեն կայուն ջրի ընդարձակման, ջերմաստիճանի պարբերական տատանումների, օրվա ընթացքում ջերմաստիճանի փոփոխությունների պատճառով առաջ եկող ընդարձակման և սեղմման, կոռոզիայի, արտաքին միջավայրում տեղադրման դեպքում նաև կարկուտի, ձյան, արևի ուլտրամանուշակագույն (ՈւՄ) ճառագայթների ազդեցությունների նկատմամբ:

Ջերմային էներգիայի կուտակիչ բաքերը լինում են նախատեսված ցածր կամ բարձր ճնշումների (ջրամատակարարման ցանցի) համար: Դրանք պատրաստվում են տարբեր նյութերից հաշվի առնելով վերը նշված պահանջները:

Ցածր ճնշումների պայմաններում աշխատող բաքերը պատրաստվում են պղնձից կամ պլաստիկ նյութերից: Բարձր ճնշումների տակ աշխատող բաքերը պատրաստվում են հիմնականում չժանգոտվող մետաղից կամ էմալպատված երկաթից: Նշված նյութերն ունեն իրենց դրական և բացասական հատկանիշները: Օրինակ, չժանգոտվող մետաղից պատրաստված բաքերը համեմատաբար թեթև են և շահագործման ընթացքում խնամքի կարիք չունեն, սակայն ավելի թանկ են, քան էմալպատ երկաթյա բաքերը: Օրինակ, չժանգոտվող մետաղը լավ դիմակայում է օքսիդացմանը, որի մակերեսին ստեղծվում է օքսիդի բարակ, կայուն պաշտպանա-

կան շերտ, սակայն բաքի գոդման տեղամասերը կարող են օքսիդանալ քլորով հագեցված ջրի ազդեցության հետևանքով: Օքսիդացումից պաշտպանելու նպատակով բաքերը համալրվում են մագնեզիումի կամ այսպես կոչված անոդային ձողերով, որոնք օքսիդանալով պաշտպանում են բաքը օքսիդացումից:

Պղնձյա բաքերը նույնպես օքսիդանում են: Այս երևույթը հատկապես էական է այն տեղամասերում, որտեղ պղինձը կոնտակտի մեջ է գտնվում այլ տիպի մետաղների հետ: Օքսիդացման խնդիրները բացակայում են պլաստիկ նյութերից պատրաստված բաքերի կիրառության դեպքում, սակայն վերջիններս անկայուն են արևի ՈւՄ ճառագայթների, ինչպես նաև բարձր ջերմաստիճանների ազդեցության նկատմամբ:

Արևային ջրատաքացուցիչների բաքերում ջերմային էներգիան հնարավորինս երկար պահելու նպատակով բաքերը ջերմամեկուսացվում են: Որպես ջերմամեկուսիչ նյութ՝ օգտագործվում է հիմնականում մեծ խտության պոլիուրետանը, որի փրփուրը մղվում է ներքին և արտաքին բաքերի միջև եղած տարածք: Նկ. 2.5.1 –ում պատկերված է տարանջատված բարձր ճնշումային երկու ջերմամեկուսանակիչ կոնտուր պարունակող բաքի արտաքին տեսքը՝ կտրվածքով: Նկարում երևում է ջերմամեկուսիչ պոլիուրետանի շերտը ներքին և արտաքին պաշտպանիչ բաքերի միջև: Նշենք, որ տանիքի վրա տեղադրվող բաքերի ջերմամեկուսիչ շերտը դեղին գույնով պատկերված է նախորդ ենթաբաժնի 2.4.5 –ից 2.4.8 նկարներում:



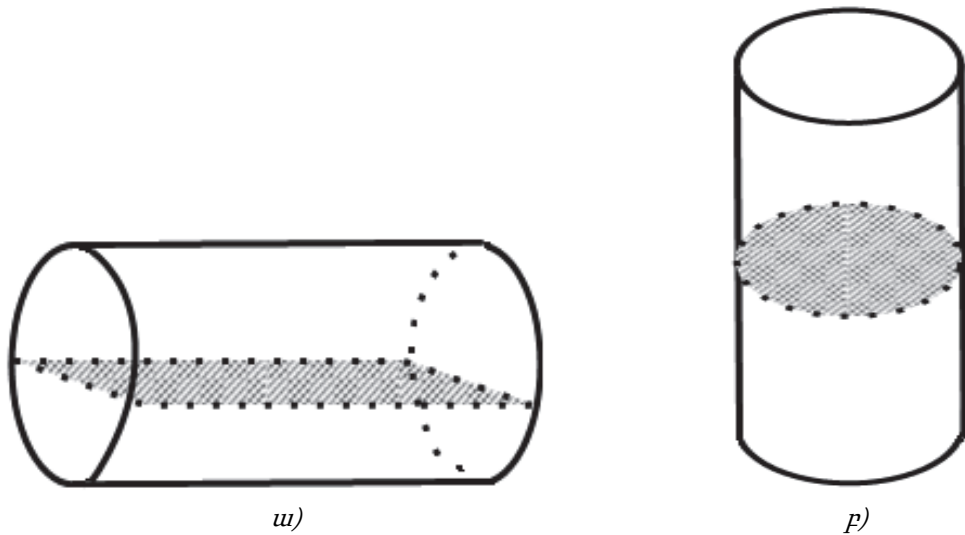
Նկ. 2.5.1. Տարանջատված, բարձր ճնշումային ջրատաքացուցիչի երկու ջերմամեկուսանակիչ կոնտուր պարունակող բաքի արտաքին տեսքը՝ կտրվածքով

Տանիքի վրա տեղադրվող ջերմակուտակիչ բաքերի արտաքին պաշտպանիչ բաքը պետք է դիմակայի միջավայրի ազդեցություններին, օրինակ կարկուտին և ՈւՄ ճառագայթմանը: Այն պատրաստվում է հիմնականում պլոմինից կամ ՈւՄ ճառագայթների նկատմամբ կայուն պլաստիկ նյութից:

Կոնստրուկտիվ տեսանկյունից ջերմային էներգիայի կուտակիչ բաքերը լինում են հիմնականում կլոր, ուռուցիկ ճակատային մասերով՝ գոդված կլոր գլանային իրանին: Կլոր կառուցվածքով բաքը, օրինակ, ուղղանկյունաձև բաքերի համեմատ, հնարավորություն է տալիս ավելի հեշտ դիմակայել ջրի ճնշումներին տարբեր ուղղություններով, մշակել բարձր ճնշում-

ների պայմաններում աշխատող բաքեր: Դա հնարավորություն է տալիս բաքերը պատրաստել ոչ շատ հաստ մետաղյա թիթեղներից, կրճատել բաքի կշիռը և գինը:

Բաքում կուտակված տաք ջրի բարձր ջերմաստիճանի պահպանումը պայմանավորված է ոչ միայն բաքի ջերմամեկուսիչ շերտի հատկություններով, այլ նաև բաքի կառուցվածքով և տեղադրման ձևով: Ինչպես նշված է ենթաբաժին 2.1 – ում, ջերմակուտակիչ բաքերում ջրի տաք և սառը հատվածները բաժանվում են միմյանցից կշիռների տարբերության հետևանքով, և տեղի է ունենում այսպես կոչված շերտավորման երևույթը: Ակնհայտ է, որ ջրի նշված հատվածների միջև կատարվում է ջերմափոխանակություն, ինչի հետևանքով ջրի տաք հատվածի ջերմաստիճանը նվազում է: Կախված բաքի կառուցվածքից և տեղադրման ձևից՝ նշված ջերմափոխանակության չափը կարող է լինել տարբեր: Նկ. 2.5.2 – ում պատկերված է կուտակիչ բաքերի երկու տարբերակներ, նախագծված հորիզոնական (ա) և ուղղահայաց (բ) տեղակայման համար: Մուգ գույնով պատկերված կտրվածքը ցույց է տալիս ջրի տաք և սառը շերտերի միջև ջերմափոխանակման մակերեսի մեծությունը: Նկ. 2.5.2 ա – ում, հորիզոնական դիրքով տեղադրման հետևանքով, այդ մակերեսն ավելի մեծ է, քան նկ. 2.5.2 բ – ում պատկերված ուղղահայաց դիրքով տեղադրման դեպքում: Հետևաբար, ուղղահայաց դիրքով բաքում ջրի տաք հատվածի բարձր ջերմաստիճանը ավելի երկար կպահպանվի, քան հորիզոնական դիրքով տեղադրված բաքում:



Նկ. 2.5.2. Հորիզոնական (ա) և ուղղահայաց (բ) տեղադրված ջերմակուտակիչ բաքեր

Հաշվի առնելով վերը նշված դատողությունները՝ այսինքն ջրի տաք և սառը շերտերի միջև ջերմափոխանակման մակերեսի մեծությունը, կարելի է նշել, որ հորիզոնական դիրքով տեղադրման դեպքում բարակ և երկար կլոր բաքի տաք տեղամասը ավելի շուտ կսառչի, քան նույն ծավալով, մեծ տրամագծով և ավելի կարճ կլոր բաքի տաք հատվածը: Ելնելով այդ նույն դատողություններից՝ կարելի է նշել նաև, որ ուղղանկյուն տիպի բաքերի կիրառությունը ավելի նպատակահարմար է, քան կլոր բաքերի կիրառությունը:

Հարկ է նշել, որ բաքի անհրաժեշտ ծավալը գնահատվում է՝ հաշվի առնելով այն, որ յուրաքանչյուր անձի համար պահանջվող տաք ջրի քանակը օրական կազմում է մոտավորապես 30 ... 50 լիտր 45 °C ջերմաստիճանում: Այն կարող է գնահատվել նաև՝ համաձայն արևային կուլեկտորների գումարային մակերեսի, հաշվի առնելով, որ կուլեկտորի յուրաքանչյուր 1 մ² մակերեսի համար բաքի տարողությունը կազմում է մոտավորապես 50 լիտր:

2.6. Արևային ջրատաքացուցիչների բաղադրիչ պարագաներ

Արևային ջրատաքացման համակարգերի ջերմային կոլեկտորների կառուցվածքը և կոնստրուկտիվ առանձնահատկությունները դիտարկված են ենթաբաժին 2.3 – ում, իսկ ջերմակուտակիչ բաքերը՝ նախորդ ենթաբաժնում: Բացի այդ երկու կարևոր հանգույցից, ջրատաքացուցիչների բաղկացուցիչ մասերն են հանդիսանում ջերմատար հեղուկը, ջերմափոխանակիչ սարքը, պոմպը, ընդարձակման բաքը, ավտոմատ կարգավորիչը, մանոմետրերը, ջերմաստիճանի տվիչները, մոնտաժային դետալները, խողովակները, փականները և այլն (նկ. 2.6.1): Դիտարկենք արևային ջրատաքացուցիչների նշված բաղադրիչ պարագաները:



Նկ. 2.6.1. Արևային ջրատաքացուցիչների բաղադրիչ պարագաներ

Ջերմատար հեղուկ

Արևային ջերմային կոլեկտորներում կուտակված էներգիան դեպի բաք տեղափոխելու համար օգտագործվում է ջուր կամ ջրի գլիկոնային խառնուրդ: Նշենք, որ որոշ դեպքերում օգտագործվում են նաև օդը տաքացնող արևային ջերմային կոլեկտորներ, որտեղ ջերմատար է հանդիսանում օդը:

Ջրատաքացուցիչներում օգտագործվող ջերմատար հեղուկները ցանկալի է, որ ունենան հետևյալ հատկությունները.

- սառույցի գոյացման ցածր ջերմաստիճան,
- եռման բարձր ջերմաստիճան,
- հնարավորինս մեծ ջերմունակություն,
- փոքր մածուցիկություն, այսինքն՝ մեծ հոսելիություն,
- փոքր ընդարձակման գործակից, այսինքն՝ ծավալի փոքր մեծացում մեկ աստիճանով ջերմաստիճանի բարձրացման դեպքում,
- փոքր կոռոզիականություն:

Օրինակ, ցուրտ եղանակային պայմաններում օգտագործվող ջրատաքացուցիչները պետք է ունենան ջերմատար հեղուկ սառույցի գոյացման ցածր ջերմաստիճանով: Տաք կլիմայական պայմաններում օգտագործվող ջրատաքացուցիչներում ջերմատարը պետք է ունենա բարձր

եռման ջերմաստիճան: Փոքր մածուցիկությունը պետք է պոմպի աշխատանքի համար՝ քիչ էներգիա ծախսելու նպատակով: Մյուս հատկությունները նույնպես հաշվի են առնվում օգտագործվող ջերմատարների արդյունավետությունը գնահատելիս:

Որպես ջերմատար՝ ջրատաքացուցիչներում կարող է օգտագործվել ջուրը: Այն ունի մեծ ջերմունակություն և փոքր մածուցիկություն: Սակայն ջուրն ունի ցածր եռման կետ և սառչում է զրո ջերմաստիճանում: Ջուրը որպես ջերմատար արևային ջրատաքացուցիչներում օգտագործելու դեպքում առաջ են գալիս հետևյալ բարդությունները:

1. Արտաքին միջավայրի բացասական ջերմաստիճանների դեպքում ջուրը սառչում է, առաջանում է խողովակների պայթելու վտանգ: Որպեսզի դա տեղի չունենա, ձմռանը անհրաժեշտ է դատարկել կոլեկտորը և խողովակաշարը: Սակայն այս դեպքում չի ստացվի որևէ ջերմային էներգիա ձմեռային շրջանում:

2. Ջրի համեմատաբար ցածր եռման ջերմաստիճանի պատճառով հաճախակի կարող են ստեղծվել կանգի (stagnation) իրավիճակներ ամառային շրջանում:

3. **Ջուրը կարող է նաև կոռոզիայի աղբյուր լինել, եթե pH - ը (թթվայնության/ալկալայնության մակարդակը) բնական մակարդակի վրա չէ, կամ կարող է առաջացնել նստվածքներ հանքային նյութերի մեծ պարունակության (կոշտ ջուր) դեպքում:**

Արևային ջրատաքացուցիչներում օգտագործվում է հիմնականում ջրի պրոպիլեն գլիկոլային խառնուրդը, որն անտիֆրիզ է: Այն ունի եռման բարձր ջերմաստիճան և չի սառցակալում ցածր ջերմաստիճանների դեպքում (կախված գլիկոլի տիպից և կոնցենտրացիայից): Այդ հատկությունների շնորհիվ ջրի գլիկոնային խառնուրդով ջերմատարն ավելի նպատակահարմար է օգտագործել արևային ջրատաքացուցիչներում: Սակայն պետք է նշել, որ գլիկոնային ջերմատարը կորցնում է իր հատկությունները բարձր ջերմաստիճանների ազդեցության տակ: Հետևաբար, շահագործման ընթացքում պետք է պաշտպանել այն բարձր ջերմաստիճանների ազդեցությունից: **Շահագործման ընթացքում յուրաքանչյուր տարի պետք է ստուգել խառնուրդի pH – ը և գլիկոլի կոնցենտրացիան, պահպանել այն անհրաժեշտ մակարդակի վրա, կամ ամբողջ լուծույթը փոխարինել նորով, համակարգի նորմալ գործունեությունն ապահովելու նպատակով:**

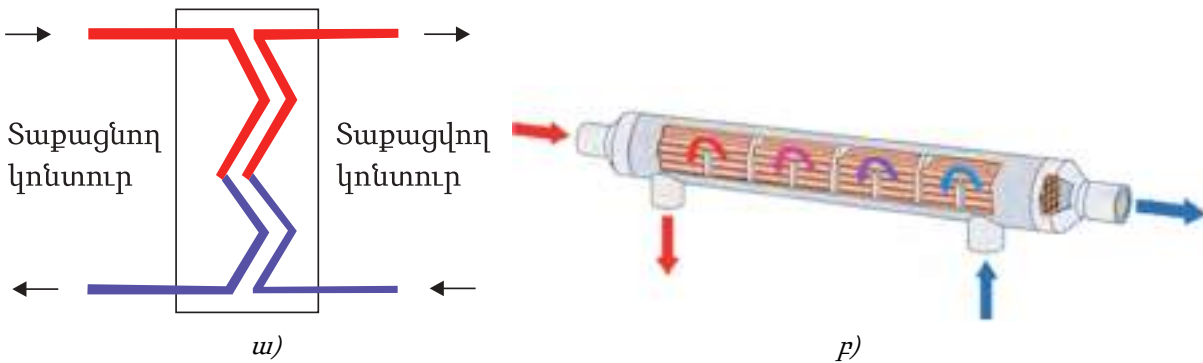
Ջերմափոխանակիչ սարքեր

Արևային կոլեկտորից ջերմությունը ջրեմատար հեղուկի միջոցով տեղափոխվում է կուտակիչ բաք հիմնականում ջերմափոխանակիչի միջոցով (անուղղակի շրջանառության, փակ համակարգ): Այն գալարաձև խողովակ է (նկ. 2.6.2), որը նախօրոք մոնտաժվում է բաքի մեջ (նկ. 2.4.10, 2.5.1): Բաքերը կարող են ունենալ երկու կամ ավելի ջերմափոխանակիչ, ինչը հնարավորություն է տալիս ջերմությունը վերցնել ոչ միայն արևային կոլեկտորից, այլ նաև ջեռուցման այլ աղբյուրներից: Գոյություն ունի նաև բաքի արտաքին մակերեսը գալարաձև խողովակով պատված և ջերմամեկուսիչով ծածկված տարբերակը, որը համեմատաբար ոչ արդյունավետ է:



Նկ. 2.6.2. Բաքի մեջ տեղադրվող ջերմափոխանակիչ

Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգերում օգտագործվում են նաև ջերմափոխանակիչ սարքեր, որոնք առանձին սարքեր են. դրանք միմյանց մեջ տեղադրված շրջանառության երկու կոնտուր են (նկ. 2.6.3): Ջերմատար հեղուկները հոսում են հակառակ ուղղություններով: Ջերմափոխանցումը տաք ջերմատարից սառին կատարվում է դրանք բաժանող պատի միջով: Արդյունքում մի ջերմատարը սառչում է, իսկ մյուսը՝ տաքանում:



Նկ. 2.6.3. Ջերմափոխանակիչ սարքի սխեման (ա) և կառուցվածքը (բ)

Ջերմափոխանակիչ սարքի պարզագույն և աղյուսավետ օրինակ է միմյանց մեջ տեղադրված խողովակներով կոնստրուկցիան (նկ. 2.6.4): Այստեղ նույնպես ջերմատար հեղուկները հոսում են հակառակ ուղղություններով և ջերմությունը մի կոնտուրից մյուսին փոխանցվում է բաժանող պատի միջով:



Նկ. 2.6.4. Խողովակը խողովակի մեջ տիպի պարզագույն ջերմափոխանակիչ սարք

Ջերմափոխանակիչ սարքերը պատրաստվում են՝ օգտագործելով պղնձ, ալյումին, բրոնզ, երկաթ, թուջ: Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգերում օգտագործվում են հիմնականում պղնձից պատրաստված ջերմափոխանակիչ սարքեր, քանի որ պղինձը լավ ջերմահաղորդիչ է և դիմակայում է կոռոզիային:

Պոմպ

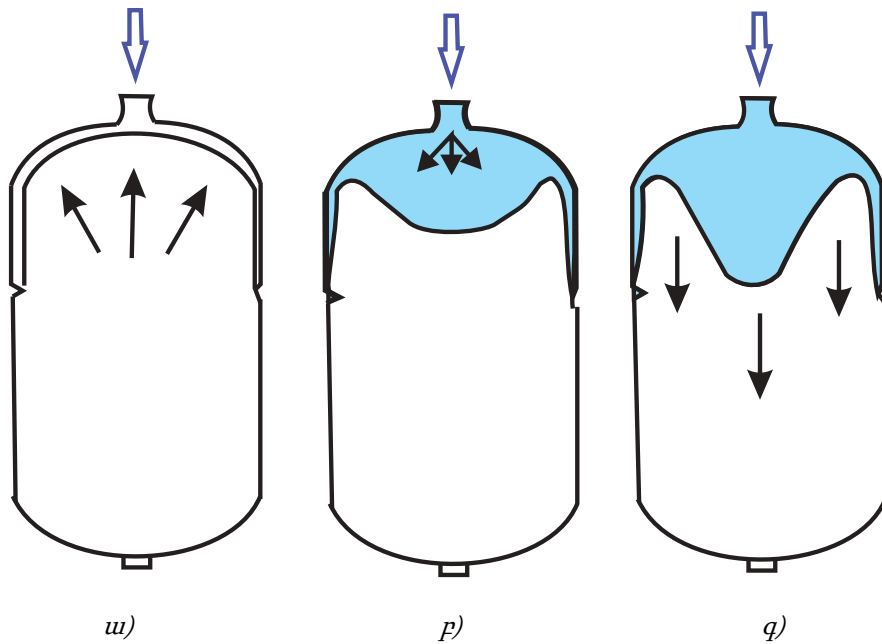
Տարանջատված բարձր ճնշումային ջրատաքացման համակարգերում, ինչպես նաև տարբեր տիպի ակտիվ ջրատաքացուցիչներում ջերմատար հեղուկի շրջանառությունը ապահովվում է պոմպի միջոցով: Կիրառվող պոմպերը որպես կանոն ծախսում են փոքր էլեկտրական էներգիա, հուսալի են և չեն պահանջում վերանորոգման ծախսեր շահագործման ընթացքում:

Արևային ջրատաքացուցիչներում օգտագործվող պոմպերը պետք է ապահովեն ջերմատար հեղուկի անհրաժեշտ հոսքը և ճնշումը: Պոմպերն ընտրվում են՝ հաշվի առնելով բարձրացվող հեղուկի բարձրությունը, մածուցիկությունը, համակարգի կառուցվածքը և խողովակների տրամագծերը: Ջրատաքացուցիչներում օգտագործվող պոմպերը դասակարգվում են ջերմատար հեղուկը փոքր (0.9-3 մ), միջին (3-6 մ) և մեծ (6 մ – ից ավել) բարձրությունների վրա բարձրացնող տիպերի:

Ընդարձակման բաք

Լայն կիրառություն ունեցող տարանջատված բարձր ճնշումային ջրատաքացման համակարգերում արևային կոլեկտորով և բաքում տեղադրված ջերմափոխանակիչով կազմված կոնտուրը փակ է (տե՛ս նկ. 2.4.10): Որպեսզի ջերմատար հեղուկի տաքացման և ծավալի մեծացման հետևանքով ստեղծվող բարձր ճնշումը կոմպենսացվի, տեղադրվում է ընդարձակման բաք, ինչպես պատկերված է նկ. 2.4.10 - ում:

Ընդարձակման բաքը կազմված է երկու տեղամասից, որոնք բաժանված են միմյանցից ձկուն դիաֆրագմայով (նկ. 2.6.5): Բաքի ներքևի հատվածում լցված է ազոտ որոշակի նախնական ճնշման տակ, իսկ վերևի կողմից մուտք է գործում ջերմատար հեղուկը: Երբ ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց ջրատաքացուցիչի կոնտուրում ճնշումը բարձրանում է, դիաֆրագման սեղմվում է, համակարգի ծավալը մեծանում է և ճնշումը պահպանվում է թույլատրված սահմաններում: Օրինակ, նկ. 2.6.5 ա – ում ջերմատար հեղուկը դեռևս լցված չէ, և բաքի ամբողջ ծավալը զբաղեցնում է ազոտը: Նկ. 2.6.5 բ – ում պատկերված է այն դեպքը, երբ համակարգում առկա է ջերմատար հեղուկը, սակայն արևի ճառագայթումը բացակայում է և ջերմատարը գտնվում է սառը վիճակում: Երբորդ, 2.6.5 գ նկարում ջերմատար հեղուկը տաք է և գտնվում է առավելագույն ճնշման տակ: Այս դեպքում դիաֆրագման սեղմվում է, ջերմատարի կոնտուրում ստեղծվում է լրացուցիչ ծավալ, և ճնշումը շատ չի բարձրանում:



Նկ. 2.6.5. Ընդարձակման բաքի կառուցվածքը և աշխատանքի սկզբունքը

Ավտոմատ կառավարման սարք

Ավտոմատ կառավարման սարքը էլեկտրոնային սարքավորում է, որը կարգավորում է ջրատաքացուցիչ համակարգի ամբողջ աշխատանքը: Տարանջատված բարձր ճնշումային ջրատաքացման համակարգերում, կառավարման սարքը, ստանալով ազդանշանը ջերմաստիճանային տվիչներից, տեղակայված արևային կոլեկտորից դուրս եկող խողովակի վրա (առավել տաք կետ) և կուտակիչ բաքի մեջ, կատարում է համեմատություն և ջերմաստիճանների որոշակի տարբերության դեպքում միացնում է պոմպը և շրջանառության միջոցով ջերմային էներգիան տեղափոխվում է կոլեկտորից դեպի կուտակիչ բաք:

Տանիքի վրա տեղադրված թերմոսիֆոնային համակարգերում ավտոմատ կառավարման սարքը կարգավորում է բաքի մեջ ջրի մակարդակը՝ կարգավորելով սառը ջրի մուտքը: Այն անհրաժեշտության դեպքում միացնում է էլեկտրական ջեռուցիչը և ցույց է տալիս բաքի մեջ ջրի ջերմաստիճանը տարբեր մակարդակների վրա: Որպես օրինակ, նկ. 2.6.2 – ում ցույց է տրված ավտոմատ կառավարման սարք:



Նկ. 2.6.2. Ավտոմատ կառավարման սարքի արտաքին տեսքը

Ինչպես նշվել է, արևային ջրատաքացման համակարգերի կազմում կան նաև այլ բաղադրիչ հանգույցներ: Դրանց թվին են պատկանում ջերմաստիճանային տվիչները, մանոմետրերը, անվտանգության փականները, հետդարձ հոսքը արգելող փականները, ջրաչափերը և այլն: Նշված սարքերի կառուցվածքին և աշխատանքի սկզբունքին անհրաժեշտության դեպքում կարելի է ծանոթանալ՝ օգտվելով համապատասխան գրականությունից կամ համացանցից:

2.7. Արևային ջրատաքացման համակարգի պարամետրերի հաշվարկ

Հաճախ անհրաժեշտ է լինում գնահատել տվյալ բնակելի տան կամ բիզնես նպատակների համար պահանջվող տաք ջրի և արևային ջրատաքացման համակարգի չափերը, հիմնական պարամետրերը: Դրանք անհրաժեշտ են նաև սեփական նախագծով արևային ջրատաքացման համակարգ կառուցելու դեպքում: Այդ նպատակով համառոտ դիտարկենք արևային ջրատաքացման համակարգի հիմնական պարամետրերի գնահատումը և հաշվարկը:

1. Օրական պահանջվող տաք ջրի քանակի հաշվարկ

Յուրաքանչյուր անձի համար պահանջվող օրական տաք ջրի քանակը տատանվում է 30...50 լիտրի սահմաններում: Հաշվարկների համար սովորաբար դիտարկվում է մեկ անձի համար պահանջվող օրական ջրի քանակը 60° – ում (աղ. 1 և 2):

Աղյուսակ 1

Կենցաղային նպատակներով օգտագործվող տաք ջուր

Տաք ջրի պահանջարկը	Տաք ջրի ծախսի քանակը մեկ անձի համար օրվա ընթացքում (60°)
Ցածր	10 – 20 լիտր
Միջին	20 – 40 լիտր
Բարձր	40 – 80 լիտր

Աղյուսակ 2

Բիզնես նպատակներով օգտագործվող տաք ջուր

Օգտագործման ձևը	Օրական տաք ջրի ծախսի քանակը մեկ անձի համար (60°)
Լողավազան հասարակական/մասնավոր	40/20 լիտր
Հյուրանոց, փոքր	30 – 80 լիտր
Հյուրանոց, մեծ	80 – 150 լիտր
Հյուրատուն	20 – 50 լիտր
Սպորտային կազմակերպություն	20 – 50 լիտր
Ռեստորանի խոհանոց	4 – 8 լիտր

Այսպիսով, օգտվելով աղյուսակ 1 կամ 2 – ից, կարելի է ընտրել յուրաքանչյուր անձի համար պահանջվող օրական տաք ջրի քանակը, և բազմապատկելով այդ թիվը անձերի թվով, կորոշենք օրական պահանջվող տաք ջրի (60°) քանակը:

Օրինակ, աղյուսակ. 1 – ից ընտրենք տաք ջրի (60°) օրական ծախսի քանակը մեկ անձի համար 30 լիտր (միջին արժեք): Եթե անձերի թիվը 5 է, ապա պահանջվող տաք ջրի քանակը օրական կլինի՝

$$30 \text{ լ} \times 5 = 150 \text{ լ:}$$

2. Ջերմակուտակիչ բաքի չափի որոշում

Ջերմակուտակիչ բաքի պահանջվող ծավալի գնահատման պարզագույն մեթոդը հետևյալն է: Բաքի պահանջվող ծավալը որոշվում է օրական ծախսվող տաք ջրի քանակը բազմապատկելով 1,5 – ում, այսինքն՝ բաքի ծավալը ընտրվում է ավելի մեծ, քան օրական պահանջվող տաք ջրի քանակը: Դա հնարավորություն է տալիս կուտակել լրացուցիչ ջերմություն և խուսափել գերտաքացումներից:

Օրինակ, հաշվարկված 150 լ պահանջվող օրական տաք ջրի քանակը ապահովելու համար բաքի ծավալը կլինի՝ $150 \text{ լ} \times 1,5 = 225 \text{ լ}$:

Ստացված արժեքը պետք է մեծացնել մինչ արտադրվող ստանդարտ բաքերի հերթական չափը: Ենթադրենք այն կազմում է 250 լ:

Ջերմակուտակիչ բաքի պահանջվող ծավալը որոշելուց հետո կարելի է արևային ջրատաքացման համակարգի հաշվարկը համարել հիմնականում ավարտված: Եթե պլանավորվում է տեղադրել թերմոսիֆոնային ցածր ճնշումային արևային ջրատաքացուցիչ, ապա այդ համակարգի արևային կոլեկտորը և բաքը ինտեգրված են և կարիք չկա շարունակել հաշվարկը կոլեկտորի մակերեսը որոշելու համար: Այսինքն՝ տվյալ ծավալով ջերմակուտակիչ բաքի համար արտադրողի կողմից որոշված և բազմիցս փորձարկված է օգտագործվող վակուումային խողովակների կամ հարթ պանելային կոլեկտորների չափը: Տարանջատված բարձր ճնշումային արևային ջրատաքացուցիչ համակարգերի դեպքում նույնպես, համակարգի բոլոր հանգույցների բնութագրերը որոշվում են արտադրողի կողմից: Հետևաբար, որոշելով ջերմակուտակիչ բաքի չափը, կարելի է ընտրել և ձեռք բերել պահանջվող ջրատաքացուցիչ համակարգը:

Եթե պլանավորվում է ինքնուրույն կերպով նախագծել/մշակել և տեղադրել տարանջատված ճնշումային արևային ջրատաքացուցիչ, ապա պետք է հաշվարկել արևային կոլեկտորի պահանջվող մակերեսի չափը և մյուս բաղադրիչ հանգույցների պարամետրերը:

3. Արևային կոլեկտորի պահանջվող մակերեսի հաշվարկ

Արևային կոլեկտորի պահանջվող մակերեսի չափը որոշելու պարզագույն և կիրառական մոտեցումը հետևյալն է: Յուրաքանչյուր 1 մ² մակերեսով կոլեկտորի համար պետք է 50 լ ծավալով ջերմակուտակիչ բաք: Այսինքն, եթե բաքի ծավալը բաժանենք 50 լ / մ² – ի, ապա կստանանք արևային կոլեկտորի մակերեսի մեծությունը:

Օրինակ, նախորդ կետում հաշվարկված բաքի ծավալի համար պահանջվող կոլեկտորի մակերեսը կլինի՝ $250 \text{ լ} / 50 \text{ լ} / \text{մ}^2 = 5 \text{ մ}^2$: Այստեղ նույնպես ստացված արժեքը պետք է մեծացնել մինչև արտադրվող կամ մշակվող կոլեկտորների հերթական ստանդարտ, գումարային չափը:

Արևային կոլեկտորի պահանջվող մակերեսի չափը ավելի ճշգրիտ կարելի է որոշել, օգտվելով ենթաբաժին 2.2–ում բերված, կոլեկտորի մակերեսի հաշվարկման արտահայտությունից (տե՛ս վերջին բանաձևը), որտեղ հաշվի է առնվում տվյալ տեղանքում արևի ճառագայթային էներգիան 1 մ² մակերեսի վրա, ջրի մուտքի և ելքի ջերմաստիճանների տարբերությունը, ինչպես նաև ջրատաքացուցիչի ՕԳԳ – ն, որը կարող է փոփոխվել 0,3 - 0,7 միջակայքում, կախված կոլեկտորի ջերմամեկուսացումից, ճառագայթների կլանման գործակցից, դիմապակու թափանցելիությունից և կոնստրուկտիվ այլ հատկություններից:

4. Պոմպի ընտրություն

Տարանջատված տիպի արևային ջրատաքացման համակարգի պոմպի ընտրությունը կատարվում է հետևյալ ձևով: Որոշվում է արևային կոլեկտոր – բաք շղթայում խողովակաշարի և կոլեկտորի միջի ջերմատար հեղուկի քանակությունը: Օրինակ, հարթ պանելային կոլեկտորի մեջ հեղուկի քանակը հաշվարկներում ընդունվում է 1 լիտր, կոլեկտորի 1 մ² մակերեսի համար:

Դրանից հետո ընտրվում է շրջանառությունն ապահովող այնպիսի պոմպ, որի վրա նշված «լրոպե» մեծությունը լինի ավելի մեծ, քան արևային կոլեկտոր – բաք շղթայում հեղուկի հաշվարկված քանակությունը:

Օրինակ, եթե արևային կոլեկտոր – բաք շղթայում ջերմատար հեղուկի քանակը 6 լիտր է, ներառյալ կոլեկտորի միջի հեղուկը, ապա ստանդարտ 13 լրոպե բնութագրով պոմպի կիրառությունը կլինի լիովին բավարար:

5. Ընդարձակման բաքի ծավալի հաշվարկ

Ընդարձակման բաքի ծավալը հաշվարկվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

Ընդարձակման բաքի ծավալ (լ) = կոլեկտորի մակերես (մ²) x 4:

Օրինակ, եթե պահանջվող կոլեկտորի մակերեսը կազմում է 5 մ², ապա ընդարձակման բաքի ծավալը կլինի՝ $5 \text{ մ}^2 \times 4 = 20 \text{ լ}$:

Տարանջատված ճնշումային արևային ջրատաքացուցիչ համակարգ ինքնուրույնաբար նախագծելու/մշակելու դեպքում անհրաժեշտ է կատարել նաև համակարգի մյուս հանգույցների (խողովակներ, ջերմամեկուսիչ ծածկույթ, օդի և գոլորշու արտահոսքի անվտանգության փական, ավտոմատ կարգավորիչ) ճիշտ ընտրություն:

2.8. Ստուգողական հարցեր

1. Ի՞նչ է ջերմային էներգիան:
2. Ջերմային էներգիան տեղափոխվում է սառը մարմնից դեպի տաք մարմինը, թե՞ տաքից դեպի սառը:
3. Ջերմային էներգիայի ընդհանուր քանակությունը փոխվում է, թե՞ մնում է հաստատուն:
4. Ի՞նչ եղանակներով է ջերմությունը տարածվում (տեղափոխվում):
5. Կա՞րողոք ջերմային էներգիայի կորուստ արևային էներգիայի ջերմային կերպափոխիչներում:
6. Ընդարձակվո՞ւմ է արդյոք ջուրը տաքանալիս:
7. Ընդարձակվո՞ւմ է արդյոք ջուրը սառեցնելիս, + 4°C ջերմաստիճանից ցածր:
8. Ո՞րն է թերմոսիֆոնային շրջանառության երևույթը:
9. Օգտագործվում է արդյո՞ք թերմոսիֆոնային շրջանառության երևույթը ջրատաքացուցիչներում:
10. Շերտավորվո՞ւմ են արդյոք ջրի տաք և սառը հատվածները կուտակիչ բաքում:
11. Ո՞րն է ջերմաստիճանի չափման միավորը Միավորների Միջազգային Համակարգում:
12. Տարածվա՞ծ է արդյոք Ցելսիուսի սանդղակը:
13. Ի՞նչ կապ կա Կելվինի և Ցելսիուսի սանդղակների միջև:
14. Ի՞նչ է բնութագրում նյութի ջերմունակությունը (տեսակարար ջերմունակությունը):
15. Բա՞րձր է արդյոք ջրի տեսակարար ջերմունակությունը:
16. Ի՞նչ է բնութագրում նյութի ջերմահաղորդումը:
17. Օգտագործվո՞ւմ են արդյոք Արևային ջրատաքացուցիչներում լավ կամ վատ ջերմահաղորդիչ նյութեր:
18. Որո՞նք են արևային էներգիայի ջերմային կերպափոխիչների հիմնական բաղկացուցիչ մասերը:
19. Ո՞ր տիպի արևային ջերմային կոլեկտորներն են ավելի հաճախ օգտագործվում:
20. Ի՞նչ կառուցվածք ունի ապակյա վակուումային ջերմաին կոլեկտորը:

21. Ո՞րն է վակուումային խողովակներով ջերմային կոլեկտորի աշխատանքի սկզբունքը:
22. Ո՞րն է վակուումային խողովակներով ջրի տաքացման թերմոսիֆոնային մեթոդը:
23. Ո՞րն է ջերմային խողովակի աշխատանքի սկզբունքը:
24. Ո՞րն է Մ – տեսքի խողովակով վակուումային ջրատաքացուցիչի կառուցվածքը:
25. Ի՞նչ կառուցվածք ունի հարթ պանելային արևային կոլեկտորը:
26. Ի՞նչպես է որոշվում արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորների արդյունավետությունը:
27. Ո՞ր տիպի ջերմային կոլեկտորի արդյունավետությունն է մեծ արտաքին միջավայրի ցածր ջերմաստիճանների դեպքում:
28. Ո՞ր տիպի ջերմային կոլեկտորի արդյունավետությունն է մեծ արտաքին միջավայրի բարձր ջերմաստիճանների դեպքում:
29. Որո՞նք են արևային ջրատաքացման պասսիվ և ակտիվ համակարգերը:
30. Որո՞նք են արևային ջրատաքացման դրենսժային համակարգերը:
31. Որո՞նք են ուղղակի և անուղղակի շրջանառության ջրատաքացման համակարգերը:
32. Ո՞րն է ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգը:
33. Ո՞րն է բարձր ճնշումային ջրատաքացման համակարգը:
34. Ո՞րն է տարանջատված տիպի ջրատաքացման համակարգը:
35. Ի՞նչ նյութերից են պատրաստվում տաք ջրի կուտակիչ բաքերը:
36. Ո՞ր տիպի բաքում է ավելի երկար պահպանվում տաք ջրի հատվածի բարձր ջերմաստիճանը:
37. Որո՞նք են գլիկոլային խառնուրդով ջերմատար հեղուկի հատկությունները:
38. Ի՞նչ ջերմափոխանակիչ սարքեր են օգտագործվում արևային ջրատաքացման համակարգերում:
39. Ի՞նչ նպատակով է օգտագործվում պոմպը արևային ջրատաքացման համակարգերում:
40. Ո՞րն է ընդարձակման բաքի աշխատանքի սկզբունքը:
41. Ի՞նչ նպատակով է օգտագործվում ավտոմատ դեկավարման սարքը արևային ջրատաքացման համակարգերում:

3. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԿԱՅԱՆՔՆԵՐԻ ՄՈՆՏԱԺ

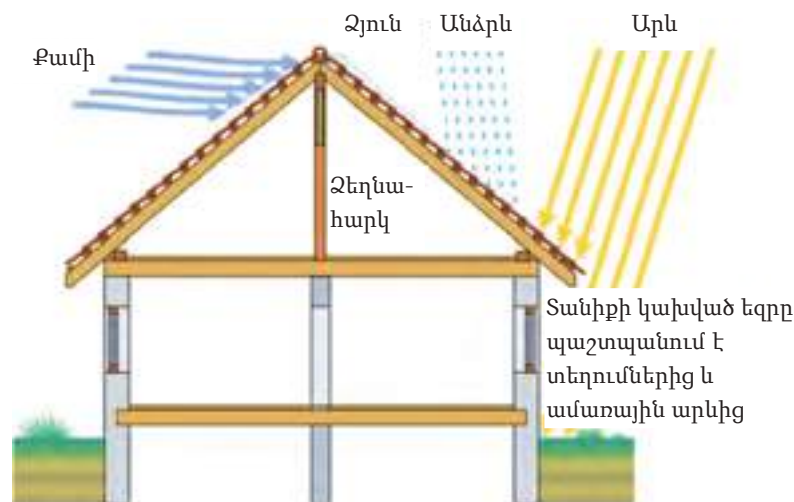
Արևային ջերմային կայանքների մոնտաժը պետք է իրականացնել՝ խստագույնս հաշվի առնելով արտադրողի կողմից տրված ցուցումները: Սակայն միայն այդ ցուցումները բավարար չեն ջերմային կայանի հաջողված մոնտաժն իրականացնելու համար: Արևային ջերմային կայանքների մոնտաժն իրականացնելու համար մասնագետը պետք է ունենա բազմակողմանի հմտություններ անվտանգության կանոնների, տանիքի վրայի աշխատանքների, ջերմատեխնիկական աշխատանքների և էլեկտրականության ոլորտներում:

Այդ իսկ տեսակետից, տվյալ բաժնում, կդիտարկվեն տանիքների կառուցվածքը, տանիքների վրա աշխատանքներ կատարելու անվտանգության կանոնները, տարբեր տիպի տանիքների վրա արևային ջերմային կայանքների տեղադրման մեթոդները: Էլեկտրականության ոլորտի հմտությունները ընթերցողը ձեռք կբերի արևային ֆոտոէլեկտրական կայանների ատնչվող բաժիններից: Որպես օրինակ, կդիտարկենք նաև կարևորագույն տիպի, լայն տարածում ունեցող, տարանջատված բարձր ճնշումային արևային ջրատաքացուցիչ կայանքի մոնտաժի գործընթացը:

3.1. Տանիքների կառուցվածքի համառոտ նկարագիր

Ինչպես նշված է 1.4 ենթաբաժնում, արևային էներգիայի օգտագործման ամենատարածված տեխնոլոգիան համարվում է ջրի տաքացման մեթոդը տանիքում տեղակայված ջերմային կերպափոխիչի միջոցով (նկ. 1.4.1): Այս մեթոդով ստացվում է տաք ջուր կենցաղային օգտագործման կամ բիզնես նպատակների համար (հյուրանոցներ, առողջարաններ և այլն): Համառոտ կերպով դիտարկենք տանիքների կառուցվածքը:

Շենքային կառույցի տանիքն օգտագործվում է կառույցը եղանակային ազդեցություններից (քամի, անձրև, կարկուտ, ձյուն) պաշտպանելու, ինչպես նաև կառույցի արտաքին տեսքը պատշաճ կերպով ներկայացնելու համար (նկ. 3.1.1): Հաշվի առնելով երկրի ընդերքի վառելիքային ռեսուրսների սակավությունը և ի հայտ եկող էկոլոգիական խնդիրները՝ տանիքները արևային էներգետիկ կայանքների փոխակերպիչ համակարգերի համար պետք է ծառայեն նաև որպես (ֆոտոէլեկտրական և ջերմային) հենարաններ: Դա նշանակում է, որ տանիքների կառուցվածքը և տեսքը կարող են նաև էական փոփոխություններ կրել:

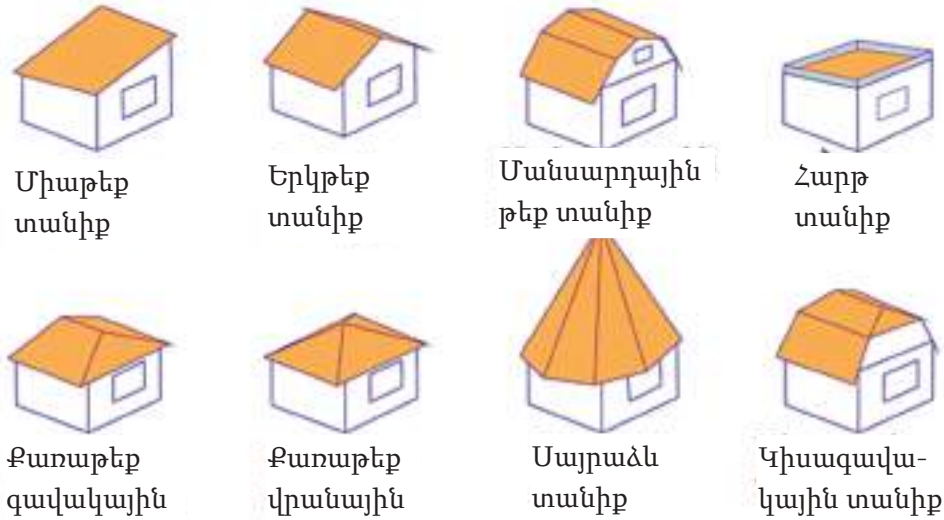


Նկ. 3.1.1. Թեք տանիք

Տանիքները կարելի է դասակարգել ըստ թեքության աստիճանի.

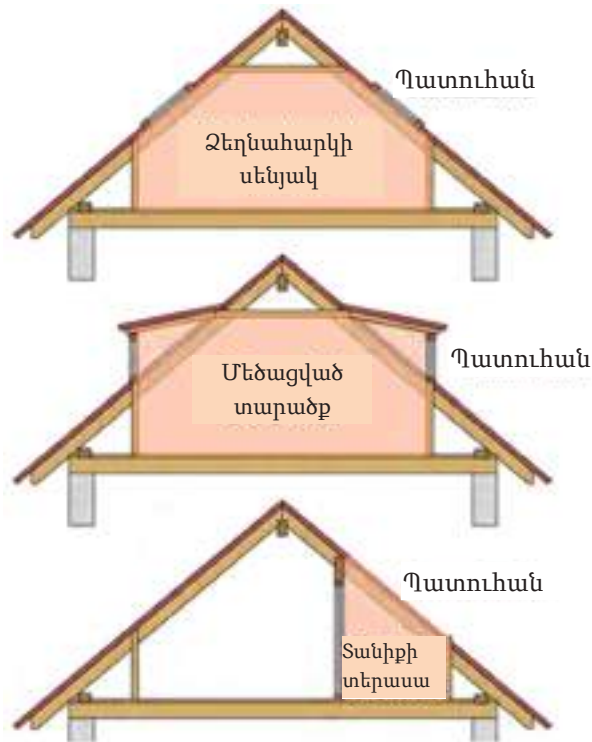
- Թեք տանիք – թեքությունը 5° – ից 45°,
- Կտրուկ տանիք - 45° – ից մեծ թեքություն,
- Հարթ տանիք – թեքությունը մինչև 5°:

Հանդիպում են նաև տանիքներ, որոնք ունեն երկու տարբեր թեքություններ (նկ. 3.1.2):



Նկ. 3.1.2. Տարբեր տիպի տանիքներ

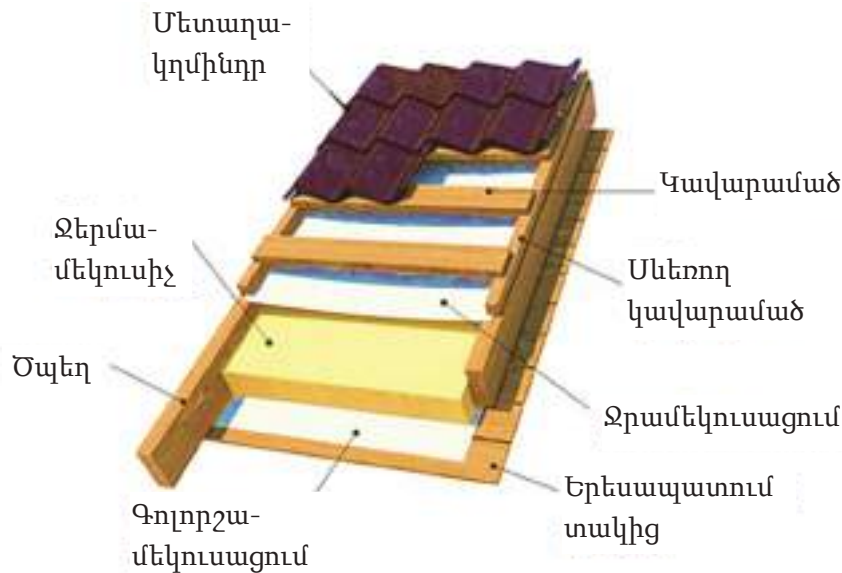
Թեք տանիքները բավականին տարածված են, քանի որ հուսալի են: Դրանց կառուցման համար հիմնական շինանյութը փայտանյութն է: Տանիքներն ունեն տարբեր կառուցվածքներ (նկ. 3.1.3), ինչը որոշ սահմանափակումներ է ստեղծում արևային ֆոտոէլեկտրական մոդուլների և ջերմային կոլեկտորների տեղադրման հարցում:



Նկ. 3.1.3. Տարբեր կառուցվածքներով թեք տանիքներ

Շենքի թեք տանիքի ծածկը կարող է լինել պատրաստված կղմինդրից (կավե կամ ցեմենտավազե), հարթ կամ պրոֆիլավորված մետաղական թիթեղից, ազբեստ-ցեմենտային թիթեղներից, բիտումային սալիկներից:

Բացի ծածկից, տանիքը կազմված է նաև ջրամեկուսացման, ջերմամեկուսացման և այլ շերտերից: Լայնորեն տարածված տիպի թեք տանիքի կառուցվածքը իր բաղկացուցիչ մասերով ցույց է տրված նկ. 3.1.4 – ում:



Նկ. 3.1.4. Թեք տանիքի կառուցվածքը և բաղադրիչ շերտերը

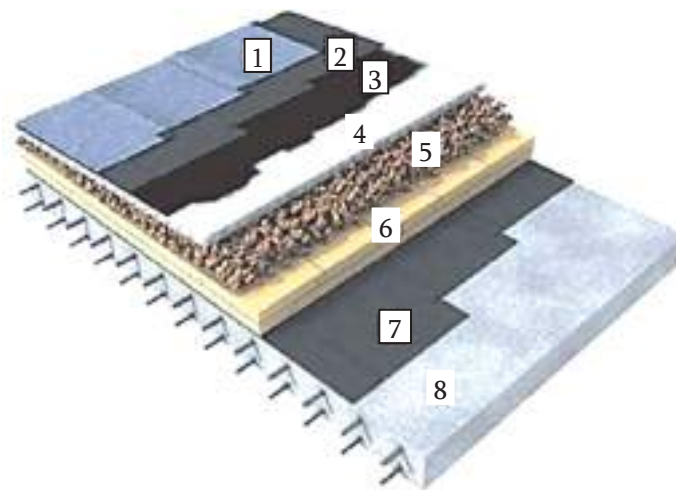
Ինչպես երևում է նկարից, ջերմամեկուսիչ շերտը տեղաբաշխված է տանիքի ծպեղների (стропила) միջև: Որոշ դեպքերում ջերմամեկուսիչ շերտը դրվում է վերին հարկի առաստաղի վրա, տանիքի տակ: Երբեմն նաև ջերմամեկուսիչ շերտը տեղաբաշխվում է ծպեղների վրա: Այս դեպքում առաջ են գալիս արևային կոլեկտորների մոնտաժի բարդություններ և ստանդարտ տեղադրման գործընթացները կիրառելի չեն:

Թեք տանիքի արտաքին տեսքը ցույց է տրված նկ. 3.1.5 – ում: Տանիքի ծածկը մետաղական է՝ պրոֆիլավորված կղմինդրի տեսքով: Նկարում ծածկի մի մասը բացակայում է, որտեղ երևում են կավարամածի (обрешетка) տախտակները հորիզոնական ուղղությամբ և դրանց ուղղահայաց՝ սևեռող կավարամածը (контробрешетка), որի տակ տեղաբաշխված է ջրամեկուսացման թաղանթը: Այստեղ, ինչպես և նկ. 3.1.4 – ում, սևեռող կավարամածն ամրացված է ծպեղների վրա, որը հիմք է հանդիսանում արևային կոլեկտորների տեղադրման համար: Մոնտաժի այդ գործընթացը նկարագրված է ստորև:

Հարթ տանիքների ծածկը կարող է լինել բիտումային կամ պլաստիկ նյութերից: Հարթ տանիքի լայնորեն տարածված տարբերակի բաղադրիչ շերտերը և կառուցվածքը պատկերված են նկ. 3.1.6 – ում: Նկարում երևում է, որ տանիքը կազմված է տարբեր ֆունկցիոնալ նշանակություն ունեցող շերտերից՝ տեղադրված կրող մետաղաբետոնային ծածկի վրա: Մետաղաբետոնային հիմքի փոխարեն կարող են տանիքի համար որպես հիմք ծառայել փայտյա հեծանները կամ մետաղյա կառուցվածքները:



Նկ. 3.1.5. Պրոֆիլավորված մետաղաձածկով թեք տանիք



Նկ. 3.1.6. Մետաղաբետոնային հիմքով հարթ տանիքի կառուցվածքը.

1-գլանափաթեթային ծածկ, 2 – պոլիմերաբիտումային ջրամեկուսիչ, 3 – բիտումի շերտ, 4 – ամրանա-վորված ցեմենտ-ավազային սվաղ, 5 - թեքությունը ձևավորող շերտ կերամզիտից (ծակոտկեն լցանյութ), 6 – ջերմամեկուսիչ, 7 – բաժանիչ շերտ, 8 - մետաղաբետոնային հիմք

Արևային կոլեկտորների մոնտաժի ընթացքում հարթ տանիքի բիտումապոլիմերային ձածկույթը չպետք է վնասվի, հակառակ դեպքում կառաջանան բարդ խնդիրներ ջրամեկուսացումն ապահովելու հարցում: Այդ պատճառով մոնտաժի նախընտրելի տարբերակ է կոլեկտորների տեղադրումը տանիքի վրա հակակշիռների կիրառությամբ, որը նկարագրված է ստորև: Եթե օգտագործվում է հեղույսներով կոլեկտորը տանիքին ամրացման եղանակը, կամ կա տանիքում ջրատար խողովակների համար անցքեր բացելու անհրաժեշտություն, ապա պետք է խստագույնս հետևել արտադրողի ցուցումներին, ջրամեկուսացումը պատշաճ կերպով ապահովելու համար:

3.2. Արևային ջերմային կայանքների մոնտաժի անվտանգության պահանջները և աշխատանքային գործիքակազմը

Արևային ջերմային կայանների մոնտաժի ընթացքում, հատկապես տանիքի վրա տեղադրման դեպքում աշխատանքների անվտանգությունը ապահովելու նպատակով խստագույնս պետք է պահպանվեն աշխատանքի անվտանգության կանոնները: Ռուսաստանի Դաշնությունում, շենքի տանիքի վրա աշխատանքների անվտանգությունը ապահովելու համար օգտվում են ստորև բերված հետևյալ կանոնակարգերից, որտեղ մանրամասնորեն նկարագրված են այն բոլոր պահանջները, որոնք պետք է հաշվի առնվեն տանիքի վրա աշխատանքներ կատարելիս:

1. Инструкция по охране труда при выполнении кровельных работ

https://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/166/148735/

2. Требования охраны труда при выполнении кровельных и других работ на крыше зданий

<https://bazanpa.ru/oao-rzhd-rasporiazhenie-n12r-ot10012014-h2261854/instruktsiia/3/3.6/>

Հայաստանի Հանրապետությունում նույնպես անհրաժեշտ է կատարել արևային ջերմային կայանքների մոնտաժի աշխատանքները տանիքի վրա՝ հաշվի առնելով այդ կանոնակարգերում նշված պահանջները:

Տանիքի վրա կատարվելիք ցանկացած տիպի աշխատանքի դեպքում պետք է գնահատել հնարավոր վտանգները, կատարել ռիսկերի գնահատում: Այն ներառում է հետևյալը

- հնարավոր վտանգների կանխատեսում,
- վերլուծել, թե աշխատողներից ո՞վ կարող է հայտնվել վտանգի տակ և ինչպես,
- իրականացնել գործողություններ հնարավոր վտանգներից խուսափելու համար,
- վերլուծել, գրանցել հայտնաբերված վտանգները և տեղեկացնել դրանց մասին:

Տանիքի վրա աշխատողները պետք է ծանոթացված լինեն անվտանգության կանոններին և ստորագրեն համաձայնագիր անվտանգության կանոնները պահպանելու վերաբերյալ:

Արևային ջերմային կայանների մոնտաժի ընթացքում պետք է հաշվի առնվեն անվտանգության հետևյալ լրացուցիչ պահանջները:

1. Արևային ջրատաքացուցիչ կոլեկտորները վերցնելիս պետք է հիշել, որ դրանք մշակված են լույսը ջերմային էներգիայի փոխակերպելու համար, և հետևաբար, կոլեկտորների որոշ տեղամասեր հնարավոր է շատ տաքացած լինեն ճառագայթների նույնիսկ կարճ ազդեցության հետևանքով և կարող են առաջացնել այրվածքներ: Այրվածքներ չստանալու, ինչպես նաև արևային կոլեկտորները չվնասելու նպատակով, տեղափոխման և մոնտաժի ընթացքում կոլեկտորները պետք է պաշտպանված լինեն արևի ճառագայթների ազդեցությունից: Դրա համար կոլեկտորների մակերեսը պետք է ծածակել անլուսթափանց թաղանթով կամ գործվածքով:

2. Պետք է շատ մեծ ուշադրությամբ բարձրացնել արևային կոլեկտորները տանիքի վրա, քանի որ դրանք ծանր են:

3. Պետք է չդիպչել հոսանքակիր լարերին, որոնք կարող են լինել տանիքի վրա, որոշակի բարձրությամբ, մոնտաժի մոտակա տարածքում:

Տանիքի վրա աշխատանքների կատարման ընթացքում անվտանգության բարձրացման նպատակով օգտագործվում են տարբեր տիպի սարքեր և հարմարանքներ: Դիտարկենք դրանք:

Անհատական ապահովության միջոցներ

Անհատական ապահովության միջոցներ են անվտանգության ամրագոտիները, սաղավարտը, հակահարվածային բարձիկները, ձեռնոցները, ապահով կոշիկները, պաշտպանիչ ակնոցները:

Աշխատանքային հարթակ

Արևային կոլեկտորների տեղադրումը տանիքի վրա սովորաբար իրականացվում է մեկ օրից պակաս ժամանակահատվածում: Չնայած դրան՝ աշխատանքի անվտանգությունն ապահովելու համար անհրաժեշտ է նախապատրաստել աշխատանքային հարթակ: Հարթ տանիքների վրա մոնտաժի դեպքում այդպիսի հարթակի անհրաժեշտությունն չկա, սակայն ապահովության միջոցներ պետք է կիրառել, որպեսզի բացառվի վայր ընկնելու վտանգը:

Որպես աշխատանքային հարթակներ ծառայում են փայտամածները: Նոր կառուցվող տներում դրանք առկա են:

Աշխատանքային հարթակներին ներկայացվող պահանջները հետևյալն են.

- Ապահով եզրեր և անհրաժեշտ լայնք, աշխատանքային տեղամաս ապահովելու նպատակով,
- Բավարար ամրություն, աշխատողների, գործիքների և իրերի ծանրությունը կրելու համար,
- Եզրային ցանկապատի ձողի նվազագույն բարձրությունը հարթակի մակերեսից պետք է լինի 910 մմ, իսկ դրա հեռավորությունը հաջորդ հարկի, ներքևի եզրային ձողից, չպետք է գերազանցի 470 մմ – ը:
- Գործիքների կամ տարբեր բեկորների վայր ընկնելու ապահովվածություն: Այդ նպատակով, եզրագծով պետք է լինի առնվազն 150 մմ բարձրությամբ տախտակ:

Սանդուղք

Արևային կոլեկտորների մոնտաժի ընթացքում օգտագործվում են սանդուղքներ, որոնց եզրի բարձրությունը տանիքից պետք է լինի առնվազն 1 մ, իսկ սանդուղքի վերևի և ներքևի հատվածները պետք է ամուր կապված լինեն համապատասխան անշարժ դետալների՝ սանդուղքի տեղաշարժը բացառելու համար: Սանդուղքի թեքման անկյունը պետք է լինի 65° – ից 75°:

Սանդուղքները կարող են պառկեցվել թեք տանիքի մակերեսին՝ դրանք կախելով տանիքի կեռիկներից կամ տանիքի գագաթից:

Ապահովության ցանկապատ

Ապահովության ցանկապատերը կազմված են պարաններից կամ այլ պահող նյութերից, որոնք տեքաբաշխված են աշխատանքային տեղամասի բոլոր կողմերից 2 մ հեռավորության վրա: Ապահովության ցանկապատերն ամրացվում են տանիքի ծալեղներին հեղույսներով (ՃՕՄ):

Կախված աթոռ

Տանիքի վրա աշխատելու համար օգտագործվում են տանիքի կեռիկներից կախված աթոռները՝ որոնք պառկեցվում են տանիքի մակերեսին (նկ. 3.2.1):

Բարձրացման միջոցներ

Արևային ջերմային կոլեկտորները և ֆոտոէլեկտրական մոդուլները տանիքի վրա բարձրացնելու նպատակով օգտագործում են տարբեր սարքավորումներ և հարմարանքներ, կախված տարածքի պայմաններից: Որոշ լայնորեն տարածված բարձրացման միջոցներ դիտարկվում են ստորև:



Նկ. 3.2.1. Տանիքի կեռիկներից կախված աթոռ

Թեք հարթություն

Թեք հարթությունը հաճախ օգտագործվող մեթոդ է: Թեք հարթությունը ստանալու համար օգտագործվում է երկու սանդուղք, որոնք տեղաբաշխվում են կողք կողքի, որոշակի հեռավորության վրա: Արևային կոլեկտորները (մոդուլները) բարձրացվում են այդ սանդուղքների վրայով, ձեռքով, պարանների օգնությամբ կամ էլեկտրական ամբարձիչով:

Թեք ամբարձիչներ

Էլեկտրական շարժիչով թեք ամբարձիչները, որոնք սովորաբար օգտագործվում են տանիքների կառուցման ընթացքում, կարելի է օգտագործել կոլեկտորները (մոդուլները) բարձրացնելու նպատակով:

Ամբարձիչ

Տանիքի վրա մեծ չափերի կոլեկտորների և մոդուլների բարձրացման համար անհրաժեշտ է օգտագործել ամբարձիչներ: Քանի որ ամբարձիչների վարձակալումը թանկ է գնահատվում, անհրաժեշտ է աշխատանքները ճիշտ պլանավորել և նախապատրաստել:

Վերելակ

Ուղղահայաց վերելակները կարելի է օգտագործել կոլեկտորները և մոդուլները տանիք բարձրացնելու նպատակով, ինչպես նաև ֆասադային մոնտաժի ժամանակ:

3.3. Արևային ջերմային կայանքների մոնտաժային նախնական աշխատանքներ

Նախքան արևային ջերմային կայանքների մոնտաժը, անհրաժեշտ է կատարել որոշակի նախնական աշխատանքներ: Դիտարկենք դրանք:

Ջերմային կայանքի հանգույցների տեղափոխում տեղադրման վայր

Սովորաբար, ջերմային կայանի հանգույցների տեղափոխումը տեղադրման վայր իրականացվում է արտադրողի կամ տեղադրող կազմակերպության կողմից: Բոլոր հանգույցների տեղափոխումից հետո անհրաժեշտ է կատարել հետևյալը:

Ստուգել տեղափոխման ամբողջականությունը

Այս գործընթացին նպաստում է տեղադրման համար հանգույցների պատրաստի հավաքածուների առկայությունը, որոնց ավելացվում են միայն մոնտաժի համար անհրաժեշտ նյութերը (պղնձյա, կամ այլ տիպի խողովակներ, ջերմամեկուսիչ նյութեր, ամրացման դետալ-

ներ և այլն): Տեղափոխման ամբողջականությունը ստուգելու համար պետք է օգտվել մատակարար կազմակերպության ցուցումներից:

Ստուգել տեղափոխման հետևանքով առաջացած հնարավոր վնասվածքները

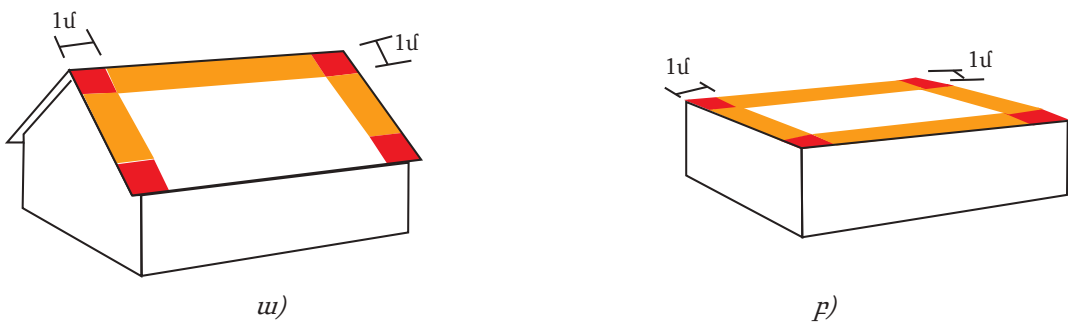
Անհրաժեշտ է ստուգել ապակյա դետալների վիճակը: Հնարավոր է նաև, որ վնասված լինեն այն հարթ ջերմային պանելների հետևի ջերմամեկուսիչ շերտերը, որոնք չունեն մետաղյա պաշտպանիչ թիթեղ հետևի կողմից:

Մոնտաժման աշխատանքների համար անհրաժեշտ նյութերը և գործիքները պետք է տեղադրել մաքուր և չոր տարածքում, նկուղում կամ ավտոտնակում:

Նախապատրաստական աշխատանքներ

Ջերմային կայանքի մոնտաժային գծագրի ստուգում, արևային կոլեկտորների տեղադրման դիրքի ճշտում, ջերմակուտակիչ բաքի տեղադրման վայրի և խողովակների երթուղու ճշտում և դրանց համաձայնեցում պատվիրատուի հետ: Այդ աշխատանքները կատարելիս պետք է հաշվի առնել հետևյալ պահանջները:

1. Արևային կոլեկտորները պետք է ուղղված լինեն դեպի Հարավ: Ի դեպ, եթե կոլեկտորները ուղղված լինեն դեպի Արևելք, կամ դեպի Արևմուտք մինչև 30° – ի սահմաններում, ապա համակարգի արդյունավետությունը էապես չի նվազի:
2. Արևային կոլեկտորները պետք է թեքված լինեն հորիզոնական հարթության նկատմամբ տվյալ տեղանքի աշխարհագրական լայնությանը հավասար անկյան տակ: Եթե կոլեկտորների թեքման անկյունը շեղված լինի աշխարհագրական լայնությանից $15^\circ (+/-)$, ապա արդյունավետությունը նույնպես էապես չի նվազի:
3. Արևային կոլեկտորները պետք է տեղաբաշխվեն տանիքի այնպիսի տեղամասում, որտեղ օրվա ցերեկային ժամերին ստվերում չի լինում: Կոլեկտորների ստվերման գնահատականները մանրամասն քննարկված են ստորև ենթաբաժին 3.8 – ում:
4. Կոլեկտորները թեք կամ հարթ տանիքների վրա թույլատրվում է տեղադրել տանիքի եզրին 1 մետրից ո՛չ ավելի մոտ, ինչպես պատկերված է նկ. 3.3.1 – ում:



Նկ. 3.3.1. Կոլեկտորների տեղադրման թույլատրված տարածքը թեք (ա) և հարթ (բ) տանիքների վրա

5. Ջերմային կորուստները նվազեցնելու նպատակով արևային կոլեկտորները պետք է մոնտաժվեն որքան հնարավոր է ջերմակուտակիչ բաքին մոտ գտնվող տեղամասում:

6. Նախքան մոնտաժային աշխատանքները սկսելը, անհրաժեշտ է մանրակրկիտ կերպով զննել տանիքի և շենքային կառույցի իրավիճակը, հայտնաբերել հնարավոր վնասվածքները և պատվիրատուին հայտնել դրանց վերանորոգման անհրաժեշտության մասին:

Արևային ջերմային կայանքների նախնական մոնտաժային աշխատանքների ավարտից հետո կատարվում է արևային ջերմային կոլեկտորների տեղադրումը: Արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորները կարող են տեղադրված լինել.

- թեք տանիքի վրա,
- տանիքի մեջ, ինտեգրված թեք տանիքին,
- հարթ տանիքի կամ ազատ տարածության վրա,
- մոնտաժված ճակատային պատի վրա:

Նշված յուրաքանչյուր տեղադրման տարբերակն ունի իր առավելությունները և թերությունները: Տեղադրման տիպի ընտրությունը կախված է տվյալ տեղանքի պայմաններից, կոլեկտորների տիպից և իհարկե՝ պատվիրատուի պահանջներից. Օրինակ, թեք տանիքների դեպքում կոլեկտորների դիրքը հիմնականում պայմանավորված է տանիքի թեքությամբ, իսկ հարթ տանիքի կամ ազատ տարածության վրա, հնարավորություն կա ճիշտ ընտրելու դեպի հարավ ուղղվածությունը և կոլեկտորների թեքվածության չափը հորիզոնի նկատմամբ: Հարթ տանիքների վրա վակուումային խողովակներով կոլեկտորների տեղադրման դեպքում պետք է ապահովել որոշակի թեքվածություն (մինչև 25°), որպեսզի խողովակները միմյանց չաստվերեն արևի ցածր դիրքի դեպքում:

Այսպիսով, տարբեր են տանիքների տիպերը և դրանց ծածկույթները: Տարբեր են նաև ջերմային կոլեկտորների տիպերը: Հետևաբար, տարբեր են նաև արևային ջերմային կոլեկտորների մոնտաժման աշխատանքների հերթականությունը և ձևը, ինչը դիտարկվում է ստորև:

3.4. Արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորների մոնտաժը թեք տանիքի վրա

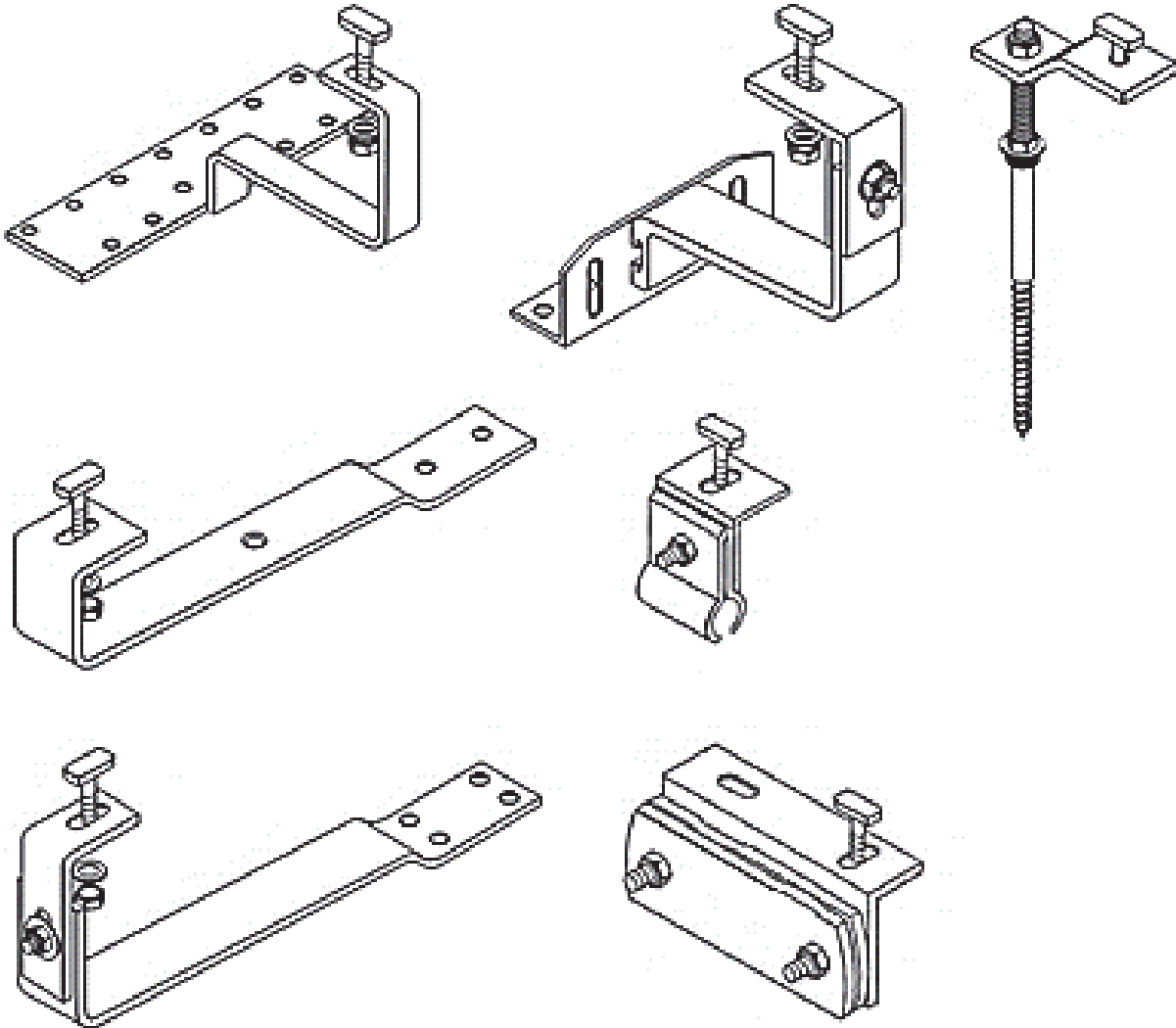
Ինչպես արդեն նշվել է, արևային կոլեկտորները կարող են տեղադրվել թեք տանիքի վրա, ինչպես նաև կարող են լինել ինտեգրված տանիքին, այսինքն ներդրվել՝ կազմելով տանիքի մի մասը: Այժմ դիտարկենք տեղադրումը թեք տանիքի վրա:

Թեք տանիքի վրա մոնտաժվում են հարթ պանելային և վակուումային կոլեկտորները: Նկ. 3.4.1 – ում պատկերված է կղմինդրապատ թեք տանիքի վրա հարթ արևային կոլեկտորների տեղադրման օրինակ:



Նկ. 3.4.1. Տանիքի վրա տեղադրված կոլեկտորներ

Տանիքի վրա տեղադրման դեպքում տանիքի հենասյուները պետք է հնարավորություն ունենան պահելու լրացուցիչ ծանրություն, մոտավորապես 25 կգ/մ², իսկ ջերմակուտակիչ բա-
քով թերմոսիֆոնային համակարգերի դեպքում, ավելի շատ, այսինքն՝ բաքի տարողությամբ
ջրի ծանրության չափով: Արևային կոլեկտորները տեղադրվում են տանիքի մակերեսից 5 – ից
10 սմ բարձրության վրա: Ամրացման կետերը որոշվում են տանիքի ծալեղներով (стропила,
rafters), կամ թիթեղի կանգուն կարերով, որտեղ ամրացվում են մոնտաժային բարձակները
(кронштейн, brackets): Նկ. 3.4.2 –ում պատկերված են տարբեր տիպի մոնտաժային բարձակներ:



Նկ. 3.4.2. Մոնտաժային բարձակներ

Վերադրվող կղմինդրներով թեք տանիքի վրա տեղադրման դեպքում մոնտաժային աշ-
խատանքները կատարվում են հետևյալ հաջորդականությամբ:

1. Որոշել արևային կոլեկտորների տեղափոխման ուղին գետնի վրայից դեպի տանիք,
մոնտաժման տեղամաս:
2. Նշել տանիքի վրա կոլեկտորների մոնտաժման տեղամասը:
3. Ամրացնել մոնտաժային բարձակները: Դրա համար պետք է բացել տանիքի համա-
պատասխան տեղամասերը՝ հանելով կղմինդրները, պտուտակներով ամրացնել մոնտաժային
բարձակները և վերջում փակել տանիքի բացված տեղամասերը տեղադրելով կղմինդրները
(նկ. 3.4.3):



Նկ. 3.4.3. Բարձակների ամրացումը կղմինդրային տանիքին

4. Ամրացնել մոնտաժային ռելսերը տանիքին տեղադրված մոնտաժային բարձակներին (նկ. 3.4.4):



Նկ. 3.4.4. Ռելսերի ամրացումը մոնտաժային բարձակներին

5. Արևային կոլեկտորները բարձրացնել տանիքի վրա, տեղադրել ռելսերի վրա և ամրացնել պտուտակներով (նկ. 3.4.5):



Նկ. 3.4.5. Կոլեկտորների տեղադրումը և ամրացումը

6. Միացնել միմյանց նախապատրաստված խողովակները իրենց ջերմամեկուսիչներով (նկ. 3.4.6):



Նկ. 3.4.6. Խողովակների միացումը

7. Միացնել ջրի մուտքի և ելքի գծերը և տանել դրանք տանիքի ծածկի տակով (որոշ դեպքերում նաև՝ դրսի պատի վրայով) դեպի տուն մտնող տեղամաս: Դրա համար պետք է անցքեր բացել տանիքի ջերմամեկուսիչ շերտի մեջ, որոնք հետո պետք է պատշաճ կերպով փակել:

8. Տեղադրել տվիչները արտադրողի կողմից նախատեսված ձևով:

9. Միացնել տվիչի մալուխը շանթահարումից պաշտպանող վարդակին (ապահովում լրացուցիչ լարումից):

10. Անհրաժեշտության դեպքում կոլեկտորները միացնել հողանցման հաղորդիչ գծին:

Մոնտաժի դիտարկված նկարագրությունը չի փոխարինում արտադրողի կողմից ներկայացվող ցուցումներին:

Որոշ գործնական խնդիրներ, որոնք պետք է հաշվի առնել մոնտաժման ընթացքում.

- Տանիքի վրա կոլեկտորների բարձրացման ընթացքում պետք է զգույշ լինել, չվնասել տանիքի ջրահեռացման խողովակները,

- Հին կղմինդները հնարավոր է որ կոտրվեն դրանց վրա քայլելու ընթացքում,

- Պետք է բացառել առանձին կղմինդների վրա կետային ազդեցությամբ ծանրության կիրառումը,

- Խողովակների արտաքին ջերմամեկուսիչ նյութը պետք է կայուն լինի ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների, մթնոլորտային ազդեցությունների և բարձր ջերմաստիճանների նկատմամբ:

Տանիքի վրա տեղադրման առավելությունները հետևյալն են.

- արագ և պարզ, հետևաբար նաև էժան տեղադրում,

- տանիքի ծածկը մնում է իր տեղում:

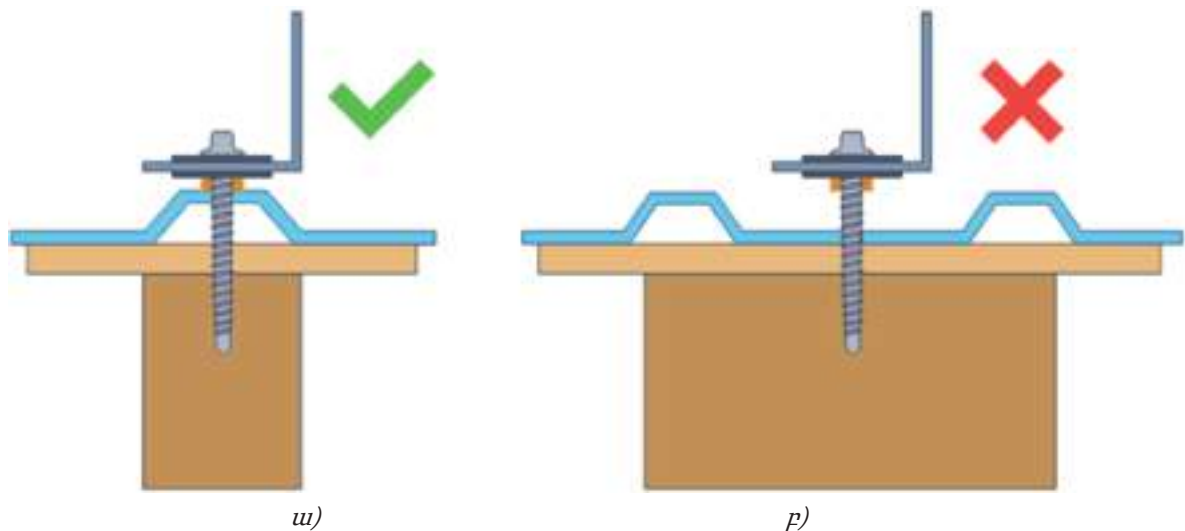
Տանիքի վրա տեղադրման թերությունները հետևյալն են.

- տանիքի վրա լրացուցիչ բեռի ավելացում,

- տեսքից այնքան հաճելի չէ, տանիքի մեջ տեղադրված կոլեկտորների համեմատ,

- տանիքի վրա խողովակաշարի որոշ հատվածներում հնարավոր է ոչ պատշաճ ջերմամեկուսացման առկայություն:

Եթե տանիքի ծածկը պրոֆիլավորված թիթեղից է, ապա, ինչպես նշված է վերևում, մոնտաժային բարձակներն ամրացվում են թիթեղի կանգուն կարերին՝ օգտագործելով համապատասխան տիպի բարձակներ: Պրոֆիլավորված թիթեղյա տանիքին բարձակների ամրացումը կատարվում է նաև պտուտակների միջոցով, թիթեղի ուռուցիկ տեղամասերում ռետինե մանյակների կիրառությամբ (նկ. 3.4.7):



Նկ. 3.4.7. Մոնտաժային բարձակների ամրացում թիթեղյա տանիքին պտուտակներով. ա) – ճիշտ մոնտաժ, բ) – սխալ մոնտաժ

Բարձակների ամրացումը թիթեղյա ծածկի ուռուցիկ տեղամասերին (նկ. 3.4.7 ա) ապահովում է ավելի լավ հիդրոմեկուսացում, քան ամրացումը ծածկի ցածրադիր տեղամասերին (նկ. 3.4.7 բ):

3.5. Արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորների մոնտաժը թեք տանիքի մեջ, ինտեգրված թեք տանիքին

Թեք տանիքի մեջ տեղադրված կոլեկտորների տեսքը բավականին գեղեցիկ է: Այս նպատակի համար կարող են օգտագործվել միայն հարթ պանելային կոլեկտորներ: Տանիքի մեջ տեղադրված կոլեկտորների օրինակ ցույց է տրված նկ. 3.5.1 -ում:



Նկ. 3.5.1. Տանիքի մեջ տեղադրված հարթ արևային կոլեկտորներ

Տանիքի մեջ տեղադրման դեպքում, եթե շինությունը նոր կառուցվող չէ, տանիքի համապատասխան հատվածում կղմինդրները հանվում են և դրանց փոխարեն տեղադրվում են կոլեկտորները: Կոլեկտորների տեղադրման համար օգտագործվում է հատուկ ծածկող, վերադրվող մետաղական շրջանակ (գոգնոց), պատրաստված այլումինից կամ ցինկից:

Վերադրվող կղմինդրներով թեք տանիքի մեջ տեղադրման դեպքում մոնտաժային աշխատանքները կատարվում են հետևյալ հաջորդականությամբ:

1. Որոշել արևային կոլեկտորների տեղափոխման ուղին գետնի վրայից դեպի տանիք:
2. Նշել տանիքի վրա կոլեկտորների մոնտաժման տեղամասը:
3. Հանել կղմինդրները և բացել տանիքի որոշակի հատված, քիչ ավելի մեծ, քան կոլեկտորների մակերեսն է:
4. Ամրացնել մոնտաժային բարձակները տանիքի ծպեղների վրա և ռելսերը՝ բարձակների:
5. Բարձրացնել արևային կոլեկտորները տանիքի վրա, տեղադրել ռելսերի վրա կարգաբերելով մակերեսի բարձրությունը, ամրացնել պտուտակներով:

6. Եթե օգտագործվում է մի քանի կոլեկտոր, ապա դրանց մուտքերը և ելքերը միացվում են միմյանց նախատեսված ձևով:

7. Միացնել մուտքի և ելքի խողովակները կոլեկտորին և ուղղորդել դրանք տանիքի տակով դեպի տան մուտքի կետ: Դրա համար բացվում է անցք տանիքի ջերմամեկուսիչ շերտի մեջ և վերջում այն փակվում է պատշաճ կերպով:

8. Տեղադրել ջերմաստիճանային սվիչը:

9. Ծածկել կոլեկտորի ներքևի եզրերը, ամրացնել մետաղյա գոգնոցները, որոնք սովորաբար ամրացված են կոլեկտորի արկղին:

10. Տեղադրել եզրային կոմինդրները, հետո՝ վերևի կոմինդրները:

11. Եթե անհրաժեշտ է, տեղադրել կոլեկտորների միջև մետաղական, կամ հերմետիկացնող ժապավեն:

12. Ծածկել եզրերը տանիքի կոմինդրներով, ապահովելով բավարար վերադրումը (նվազագույնը 8 սմ): Կարիքի դեպքում օգտագործել կիսված կոմինդրներ:

13. Պահեստավորել հանված կոմինդրները:

Մոնտաժի դիտարկված նկարագրությունը չի փոխարինում արտադրողի կողմից ներկայացվող ցուցումները:

Տանիքի մեջ տեղադրված կոլեկտորների առավելությունները հետևյալն են.

- Լրացուցիչ ծանրություն չի կիրառվում տանիքի վրա,

- Տեսքից ավելի հաճելի է,

- Խողովակներն անցնում են տանիքի տակով,

- Նոր կառույցի դեպքում նվազում է օգտագործվող կոմինդրների քանակը, իսկ հին կառույցի դեպքում ստեղծվում են պահուստային կոմինդրներ:

Տանիքի մեջ տեղադրված կոլեկտորների թերությունները հետևյալն են.

- ավելի թանկ նյութեր և տեղադրման աշխատանքներ,

- տանիքի ծածկը ամբողջական չէ,

- հնարավոր է լինի հանված կոմինդրների տեղափոխման և պահեստավորման անհրաժեշտություն:

3.6. Արևային էներգիայի ջերմային կոլեկտորների մոնտաժը հարթ տանիքի վրա

Սկզբունքորեն, հարթ տանիքի վրա կոլեկտորները պետք է տեղադրվեն համապատասխան անկյան տակ: Անկյան տակ տեղադրված կոլեկտորները պետք է ապահովված լինեն քամու ազդեցությունից, հնարավոր վեր բարձրացումներից կամ տանիքի վրայից վայր ընկնելուց: Այդ նպատակով օգտագործվում են տարբեր տիպի մետաղական կանգնակներ, որոնք ամրացվում են հետևյալ երեք եղանակով:

1. Հակակշիռների կիրառություն, ինչպիսիք են՝ բետոնե բլոկները, խճաքարը (նկ. 3.6.1): Հակակշիռը պետք է լինի մոտավորապես 100...250 կգ հարթ ջերմային կոլեկտորների յուրաքանչյուր 1 մ² մակերեսի համար և մոտավորապես 70...180 կգ/մ² ջերմային խողովակներով վակուումային կոլեկտորների դեպքում: Նշված հակակշիռները պետք է կիրառվեն շենքային կառույցի՝ մինչև 8 մ բարձրության դեպքում: Ավելի բարձր տանիքների համար պետք է օգտագործվեն ավելի մեծ հակակշիռներ:

2. Ամրացում բարակ ճոպաններով: Այսպիսի տեղադրման նախապայման է ճոպանները կապելու համապատասխան կետերի առկայությունը և հարմարավետությունը:

3. Ամրացում հարթ տանիքին մոնտաժային հեղույսներով:



Նկ. 3.6.1. Հակակշիռներ հարթ տանիքի համար բետոնե բլոկներով և խճաքարով

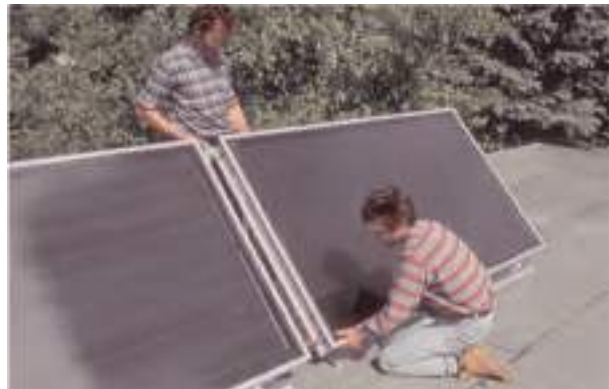
Հարթ տանիքի վրա տեղադրման մոնտաժային աշխատանքները կատարվում են հետևյալ հաջորդականությամբ: Դիտարկենք խճաքարե հակակշռով մետաղական կանգնակների վրա արևային հարթ կոլեկտորների մոնտաժման դեպքը:

1. Որոշել արևային կոլեկտորների տեղափոխման ուղին գետնի վրայից դեպի տանիք:
2. Նշել տանիքի վրա կոլեկտորների մոնտաժման տեղամասը:
3. Տեղադրել կանգնակները հարթ տանիքի վրա (նկ. 3.6.2):



Նկ. 3.6.2. Կանգնակները հարթ տանիքի վրա

4. Բարձրացնել արևային կոլեկտորները տանիքի վրա (նկ. 3.6.3):



Նկ. 3.6.3. Կոլեկտորների մոնտաժը հարթ տանիքի վրա

5. Մոնտաժել կոլեկտորները կանգնակների վրա (նկ. 3.6.4, ձախ):
6. Միացնել կոլեկտորների խողովակները միյանց, տեղադրել օդանցքը առավելագույն բարձր կետում (նկ. 3.6.4, աջ):



Նկ. 3.6.4. Կոլեկտորների խողովակների մոնտաժում (ձախ), օդանցքի տեղադրում (աջ)

7. Միացնել մուտքի և ելքի խողովակները կոլեկտորներին:
8. Տեղադրել ջերմաստիճանային տվիչը:
9. Լցնել խճաքարը 10–ից 15 սմ հաստությամբ՝ հակակշիռ ապահովելու համար (նկ. 3.6.5):



Նկ. 3.6.5. Խճաքարի լցում

Մոնտաժումով դիտարկված նկարագրությունը չի փոխարինում արտադրողի կողմից ներկայացվող ցուցումները:

Ջրի ուղղակի հոսքով վակուումային խողովակների կիրառության դեպքում հարթ տանիքի վրա կոլեկտորները տեղադրվում են առանց թեքությունը ապահովող կանգնակների (նկ. 3.6.6):



ա)



բ)

Նկ. 3.6.6. Վակուումային խողովակային կոլեկտորների մոնտաժը (ա) և վեջնական տեսքը (բ) հարթ տանիքի վրա

Մոնտաժի ընթացքը հետևյալն է.

- Որոշել վակուումային կոլեկտորների դիրքը,
- Որոշել տանիքի հեծանների դիրքը,
- Մոնտաժել ջրի բաշխիչ գծերը,
- Մոնտաժել վակուումային խողովակների հենման ռելսերը,
- Տեղադրել վակուումային խողովակները:

Հարթ տանիքների վրա ջրի ուղղակի հոսքով վակուումային խողովակային կոլեկտորների տեղադրման դեպքում անհրաժեշտ չի ամրացնել համակարգը տանիքին հեղույսներով: Անհրաժեշտ է միայն տեղադրել հակակշիռներ, մոտավորապես 40 կգ/մ², որն ավելի քիչ է, քան հարթ կոլեկտորների դեպքում պահանջվող հակակշիռ - բեռի կշիռը: Դա բացատրվում է նրանով, որ վակուումային կոլեկտորների կլորության շնորհիվ քամու նկատմամբ առագաստային հատկությունը ավելի փոքր է, քան հարթ պանելային կոլեկտորներինը:

Հարթ տանիքների վրա վակուումային խողովակային կոլեկտորների տեղադրման առավելություններն են.

- Արագ և պարզ մոնտաժ,
- Չկա կանգնակների կիրառության անհրաժեշտություն,
- Տանիքի ծածկույթը չի վնասվում,
- Փոքր հակակշիռ բեռի կիրառում,
- Կոլեկտորները կարող են մոնտաժվել այնպես, որ դրանք փաստորեն դրսից չեն երևում: Թերությունները հետևյալն են:
- Վակուումային խողովակները հարթ պանելային կոլեկտորներից ավելի թանկ արժեն,
- Փոքր արդյունավետություն, արևի ցածր դիրքի դեպքում:

Մուտքի և ելքի ջրատար խողովակները պետք է իջեցվեն շենքային կառույցի մեջ: Այդ աշխատանքը կարելի է իրականացնել երկու ձևով: Դրանցից մեկը խողովակների տեղաբաշխումն է որևէ չօգտագործվող ծխնելույզի մեջ. Այս մեթոդն ունի հետևյալ առավելությունները:

- Կարիք չկա անցք բացելու տանիքի ծածկի մեջ,
- Խողովակները գնում են դեպի նկուղ, որտեղ, որպես կանոն, տեղադրվում են ջեռուցման համակարգերը:

Ծխնելույզի մեջ խողովակների տեղաբաշխման նախապայման է հանդիսանում ազատ ծխնելույզի առկայությունը:

Խողովակների տեղաբաշխման մյուս ձևը տանիքի ծածկի մեջ անցքի բացումն է խողովակների մոնտաժի համար: Այս մեթոդը պահանջում է աշխատանքների իրականացման պատշաճ որակ՝ ջրամեկուսացումն ապահովելու համար:

Հարթ տանիքի վրա կոլեկտորների մոնտաժի դեպքում անհրաժեշտ է հաշվի առնել հետևյալ գործնական խնդիրները:

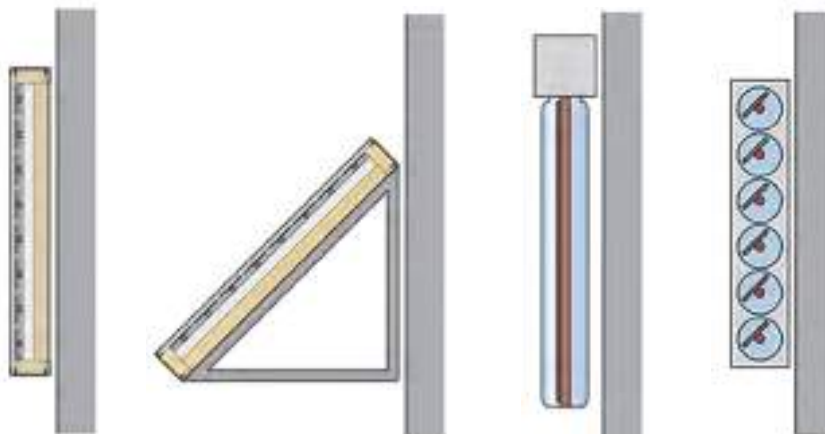
1. Հարթ տանիքի վրա աշխատելիս անհրաժեշտ է շատ ուշադիր լինել, տանիքի ծածկույթը չվնասելու համար, քանի որ դա կարող է առաջ բերել անձրևաջրի ներհոսում և կայծոցներ: Օրինակ, սուր եզրերով գործիքները կարող են հեշտությամբ վնասել տանիքի բիտումային ծածկը: Ամռան ամիսներին տանիքի բիտումը դառնում է հոսելի, ինչի հետևանքով որոշ տեղերում, օրինակ՝ կոլեկտորների հենման կետերում այն կարող է դուրս մղվել ծածկի տակից:

2. Եթե կոլեկտորների հենակները պատրաստված են տեղում, մոնտաժային աշխատանքներն իրականացնողների կողմից, ապա պետք է հատուկ ուշադրություն դարձնել դրանք կոռոզիայից պաշտպանելու խնդրին:

3. Այն տեղանքներում, որտեղ ձմռանը առատ ձյուն է լինում, անհրաժեշտ է կոլեկտորները մոնտաժել տանիքի հարթությունից բարձր, մոտավորապես տեղացող ձյան շերտի հաստության չափով:

3.7. Արևային ջերմային կոլեկտորների մոնտաժը ճակատային պատի վրա

Սկզբունքորեն, հարթ պանելային և վակուումային ջերմային կոլեկտորները կարելի է մոնտաժել շենքային կառույցների ճակատային պատի վրա: Նկ. 3.7.1 – ում պատկերված են հարթ պանելային կոլեկտորները՝ մոնտաժված ուղղահայաց (ա), 45° անկյան տակ (բ), և վակուումային կոլեկտորները՝ մոնտաժված ուղղահայաց խողովակներով (գ) և հորիզոնական խողովակներով, բայց 45° անկյան տակ թեքված կլանիչներով (դ):



Նկ. 3.7.1. Հարթ պանելային և վակուումային ջերմային կոլեկտորները շենքի ճակատային պատի վրա

Ներկայումս շենքերի ճակատային պատերի վրա ջերմային կոլեկտորների մոնտաժը համեմատաբար քիչ է օգտագործվում: Սակայն որոշ երկրներում հաճախ մոնտաժի այս տարբերակն օգտագործվում է հետևյալ երկու նպատակով: Առաջինը, որ ձմռանը, երբ արևն ավելի մոտ է հորիզոնին, մեծ չափով էներգիա ստացվի, իսկ երկրորդը՝ կառույցի վրա յուրահատուկ ճարտարապետական լուծում ունենալու համար:

Մոնտաժը հարթ պատի վրա կատարվում է հետևյալ կերպ: Ապակեպատ հարթ կոլեկտորները պտուտակների միջոցով ամրացվում են պատին: Վակուումային կոլեկտորները մոն-

տաժվում են պատի մակերեսին, իրենց կրող ռելսերի միջոցով: Ճակատային պատերին մոնտաժելու դեպքում պետք է ուսումնասիրել և հաշվի առնել հետևյալ խնդիրները:

- Պատի ամրությունը և լրացուցիչ բեռ կրելու ունակությունը,
- Սովերման հասցը,
- Ջրատար խողովակների տեղաբաշխումը, որը չի վնասի ճակատային տեսքը,
- Պատի վրայի անձրևաջրերի խողովակների դիրքը,
- Արտաքին տեսքը գեղագիտական առումով:

3.8. Արևային կոլեկտորների տեղադրման անկյունը և փոխադարձ սովերման գնահատումը հարթ տանիքի վրա մոնտաժի դեպքում

Արևային կոլեկտորների մոնտաժի առաջնային քայլերից է կոլեկտորների մոնտաժման տեղի և հորիզոնական հարթության նկատմամբ թեքվածության անկյան որոշումը:

Արևային ջերմային կոլեկտորների թեքվածության անկյան օպտիմալ մեծությունը սովորաբար վերցվում է տվյալ տեղանքի աշխարհագրական լայնության անկյանը հավասար: Առավելագույն ջերմային էներգիա ստանալու նպատակով ցանկալի է, որ արևային ճառագայթները միշտ ուղղահայաց լինեն ջերմային կոլեկտորի մակերեսին: Ինչպես երևում է նկ. 1.2.4 – ից, ամռանը ցանկալի կլինեն փոքրացնել կոլեկտորի թեքման անկյունը հորիզոնական հարթության նկատմամբ, իսկ ձմռանը հակառակը՝ մեծացնել թեքման անկյունը (նշենք, որ օրվա ընթացքում արևի ճառագայթների անկման անկյունը նույնպես փոխվում է, սակայն այժմ դա մենք չենք դիտարկում): Քանի որ տեխնիկապես բարդ է և տնտեսապես շահավետ չէ փոփոխել կոլեկտորի դիրքը տարվա ընթացքում, ուստի ընտրվում է թեքման անկյունը տեղանքի աշխարհագրական լայնությանը հավասար: Այս դեպքում մարտի և սեպտեմբերի 21 – ին արևի ճառագայթները ուղղահայաց են կոլեկտորի մակերեսին: Աշխարհագրական լայնության մեծ արժեքների դեպքում համեմատաբար ցուրտ կլիմայական պայմաններում գտնվող երկրներում երբեմն թեքման անկյունը ընտրվում է աշխարհագրական լայնության արժեքին գումարելով 10° - ից 15° , ինչի շնորհիվ մեծանում է ձմռանը ջերմային էներգիայի ստացման չափը:

Ինչպես նշված է ենթաբաժին 3.3 – ում, արևային կոլեկտորները թեք տանիքների վրա տեղադրելու դեպքում հնարավոր են որոշ շեղումներ աշխարհագրական լայնության անկյան չափից: Սակայն փորձը ցույց է տվել, որ այդ անկյան մինչև $+15^\circ$, կամ -15° շեղումները էապես չեն ազդում ջերմային համակարգի արդյունավետության վրա:

Հարթ տանիքի կամ հորիզոնական հարթության վրա մոնտաժի դեպքում, բացի կոլեկտորների թեքման անկյունից, անհրաժեշտ է հաշվի առնել նաև կոլեկտորների փոխադարձ սովերմման հնարավորությունը (նկ. 3.8.1), ինչը կարող է էապես նվազեցնել արևային համակարգի արդյունավետությունը: Հետևաբար, անհրաժեշտ է նախապես հաշվարկել հնարավոր սովերի չափը և տեղադրել կոլեկտորներն այնպես, որ բացառվի փոխադարձ սովերումը: Այս խնդիրը կարևորվում է նաև այլ տիպի (ոչ հարթ) տանիքների վրա տեղադրման դեպքերում, քանի որ սովեր կարող է առաջանալ մոտակա շենքային կառույցներից, սյուներից, տանիքի դուրս եկող հատվածներից, տանիքի եզրային ցանկապատերից և այլն:

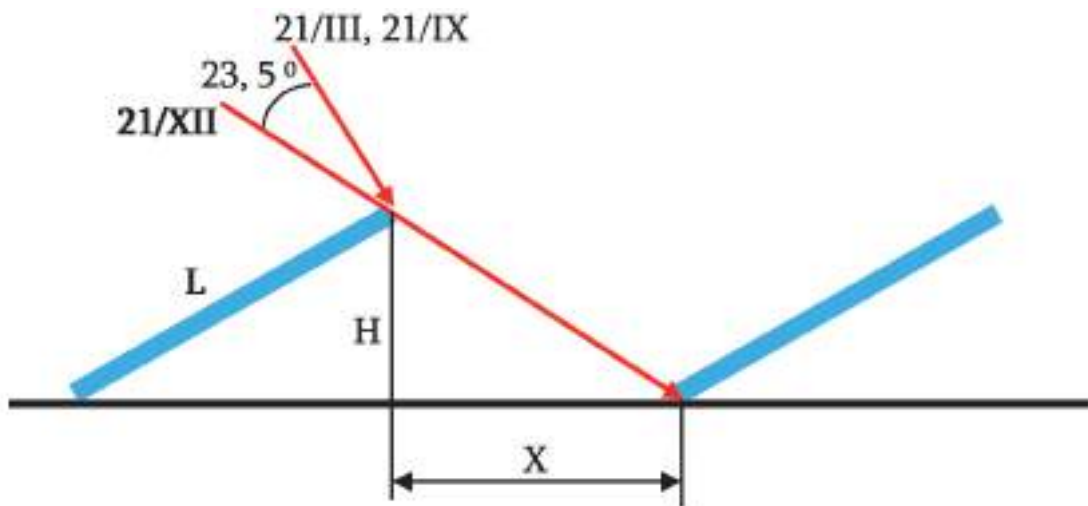
Արևային կոլեկտորների փոխադարձ սովերմման խնդիրը դիտարկենք, օգտվելով նկ. 1.2.4 – ից, որտեղ պատկերված է արևային կոլեկտորը, տեղադրված հորիզոնի նկատմամբ տեղանքի աշխարհագրական լայնությանը հավասար անկյան տակ, ինչպես նաև արևի ճա-

ռագայթների ուղղությունները տարվա տարբեր եղանակներին, կեսօրի դրությամբ (21 - ը հունիսի, մարտի, սեպտեմբերի, դեկտեմբերի): Ակնհայտ է, որ կոլեկտորի կողմից հորիզոնական հարթության վրա կատեղծվի ստվեր, որի առավելագույն չափը կլինի դեկտեմբերի 21 - ին, երբ արևի բարձրությունը հորիզոնի նկատմամբ նվազագույնն է: Հետևաբար, մենք կքննարկենք այդ առավելագույն ստվերի չափը, հաշվի առնելով արևի ճառագայթների անկման անկյունը տվյալ աշխարհագրական դիրքում, դեկտեմբերի 21 - ի կեսօրի դրությամբ: Նշենք, որ դեկտեմբերի 21 - ին ստվերի չափը ավելի մեծ է օրվա առաջին և երկրորդ կեսերին (տես նկ. 1.2.3): Սակայն այն ուղղված կլինի հիմնականում հաջորդ արևային կոլեկտորից դեպի ձախ (օրվա առաջին կեսին) և հետո դեպի աջ (օրվա երկրորդ կեսին): Հաշվի առնելով այդ հանգամանքը, խնդրի պարզեցման նպատակով, կոլեկտորները միայն ստվերի դիրքը դեկտեմբերի 21 - ի կեսօրի դրությամբ, երբ այն ուղղված է անմիջապես դեպի հաջորդ շարքի արևային կոլեկտորը:

Օգտվելով նկ. 1.2.4 - ից՝ կառուցենք ստվերի դիրքը, որը կլինի դեկտեմբերի 21 - ի կեսօրին (նկ. 3.8.1): Նկ. 3.8.1 - ում կապույտ գույնով պատկերված են արևային կոլեկտորները, տեղաբաշխված հարթ տանիքի վրա, թեքված աշխարհագրական լայնությանը հավասար անկյան տակ, միմյանցից որշակի հեռավորության վրա: Վերևի կարմիր սլաքով պատկերված է արևի ճառագայթի ուղղությունը մարտի և սեպտեմբերի 21 - ին, իսկ դրանից $23,5^\circ$ աստիճանով շեղված՝ ճառագայթի ուղղությունը՝ դեկտեմբերի 21 - ին (հյուսիսային կիսագնդի համար): Այսպիսով, կոլեկտորի ստվերման չափը կլինի X մեծությունը, որով կորոշվի հաջորդ շարքի կոլեկտորի դիրքը: Կատարելով մի քանի երկրաչափական վերլուծություն՝ կարելի է գրել.

$$X = \frac{H}{\operatorname{tg}(66,5 - \alpha)}, \quad (3.8.1)$$

որտեղ H - ը արևային կոլեկտորի գագաթի բարձրությունն է հորիզոնական հարթությունից, α - ն տեղանքի աշխարհագրական լայնությունն է:



Նկ. 3.8.1. Արևային կոլեկտորների տեղաբաշխումը՝ հաշվի առնելով փոխադարձ ստվերումը

Այսպիսով, ունենալով կոլեկտորի H բարձրությունը և տեղանքի α աշխարհագրական լայնությունը՝ ցանկացած թեքվածությամբ կոլեկտորի համար կարող ենք որոշել ստվերի չափը դեկտեմբերի 21 - ին՝ օգտվելով (3.8.1) արտահայտությունից:

Խնդրի հետագա պարզեցման նպատակով դիտարկենք հաշվարկի հետևյալ մասնավոր դեպքը, որը վերաբերում է Հայաստանի Հանրապետությանը:

Հարթ տանիքին տեղադրելու դեպքում, Հայաստանի Հանրապետության համար ընդունելով աշխարհագրական լայնությունը $\alpha = 40^\circ$, (3.8.1) արտահայտությունից կստանանք.

$$X = 2H : \quad (3.8.2)$$

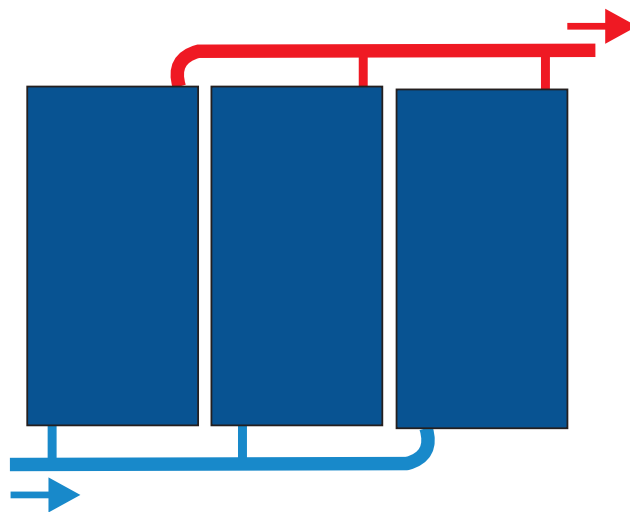
Այսպիսով, ստացված (3.8.2) պարզագույն արտահայտության միջոցով կարող ենք որոշել Հայաստանի Հանրապետությունում հարթ տանիքի կամ հորիզոնական հարթության վրա տեղադրվող արևային կոլեկտորների առավելագույն ստվերման չափը: Բերված արտահայտությամբ կարելի է որոշել նաև շենքային կառույցների, ցանկապատերի, ծառերի և այլ տիպի ստվերող առարկաների կողմից ստեղծվող ստվերի առավելագույն չափը, որը կլինի դեկտեմբերի 21 – ի կեսօրին: Դրա համար պարզապես պետք է ստվերող առարկայի բարձրությունը բազմապատկել երկուսով, և ստացված թիվը ցույց կտա հորիզոնական հարթության վրա տարվա ընթացքում ստացվող առավելագույն ստվերի երկարությունը դեկտեմբերի 21 – ի դրությամբ Հայաստանի Հանրապետությունում:

3.9. Ջերմային կոլեկտորների միացման ձևերը

Սովորաբար արևային ջերմային կայանքների մոնտաժի դեպում օգտագործվում է մի քանի կոլեկտոր: Այդ դեպում առաջանում են խնդիրներ կոլեկտորների միացման ձևի, ինչպես նաև հեղուկի հոսքի համասեռության ապահովման վերաբերյալ: Գոյություն ունեն կոլեկտորների միացման զուգահեռ, հաջորդական, ինչպես նաև այդ երկուսի միասնական կիրառության տարբերակները:

Զուգահեռ միացում

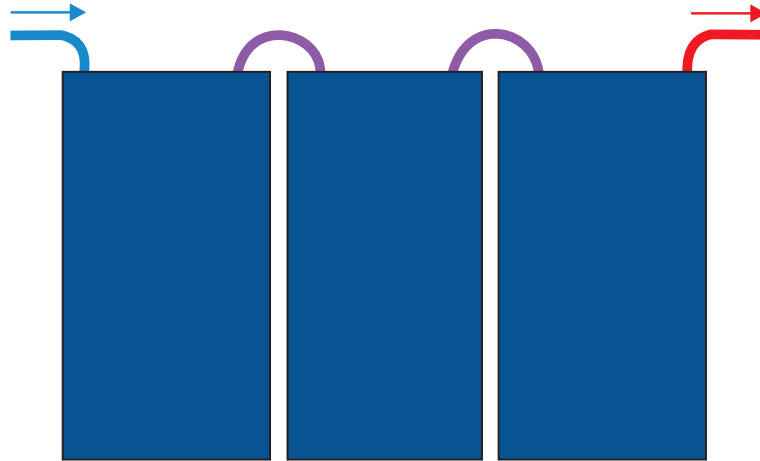
Այս դեպքում կոլեկտորները տեղադրվում են երկու խողովակի միջև, որոնցից մեկը ներքևի մասից ապահովում է սառը հեղուկի մուտքը դեպի կոլեկտորներ, իսկ մյուսը վերևից՝ տաք հեղուկի ելքը (նկ. 3.9.1): Ջրի հոսքի համաչափությունը (նույն հոսքը բոլոր կոլեկտորներում) ապահովելու համար, մուտքի և ելքի խողովակները պետք է ունենան մեծ թողունակություն, չպետք է ստեղծեն դիմադրություն հոսքի համար: Այդ նպատակով նշված խողովակների լայնական կտրվածքի մակերեսը մեծ պետք է լինի կոլեկտորների խողովակների մակերեսից: Բացի այդ, բոլոր հատվածներում ջրագծերը պետք է ունենան միևնույն երկարությունը: Այս տիպի միացումները կոչվում են Z – տիպի միացություն:



Նկ. 3.9.1. Կոլեկտորների զուգահեռ միացում

Հաջորդական միացում

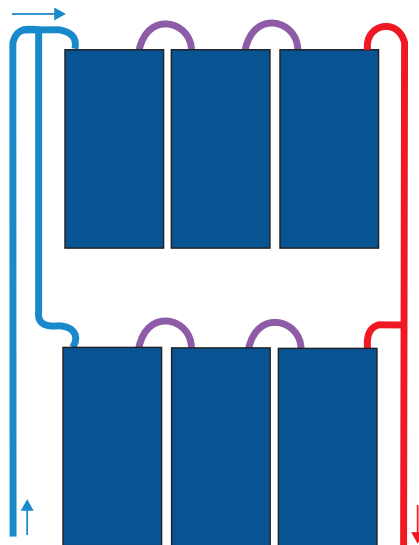
Ինչպես հետևում է անվանումից, այս դեպքում կոլեկտորները միացվում են հաջորդաբար (նկ. 3.9.2): Այս տիպի միացումն ապահովում է բոլոր կոլեկտորների միջով ջրի հոսքի համաչափությունը: Հաջորդական միացման դեպքում տեղափոխվող ջրի ջերմաստիճանը ուղիղ համեմատական է կոլեկտորների քանակին, սակայն, կոլեկտորների թվի մեծացմանը զուգընթաց, ջրի հոսքի դիմադրությունն աճում է ավելի մեծ չափերով (էքսպոնոնցիալ օրենքով): Այդ պատճառով հաջորդական միացման դեպքում պահանջվում են ավելի մեծ հզորություններով ջրային պոմպեր:



Նկ. 3.9.2. Կոլեկտորների հաջորդական միացում

Զուգահեռ և հաջորդական միացումների համադրություն

Այսպիսի համադրությունը հնարավորություն է տալիս օգտագործել զուգահեռ և հաջորդական միացումների դրական հատկանիշները (նկ. 3.9.3): Ջրի հոսքի համապատասխան դիմադրությունը ստացվում է յուրաքանչյուր շարքում կոլեկտորների որոշակի քանակի հաջորդական միացման միջոցով, իսկ հոսքի դիմադրությունը նվազեցվում է Z – տիպի միացումների շնորհիվ: Այս տիպի միացումն օգտագործվում է այն նպատակով, որ ստացվի ջրի հոսքի համեմատաբար փոքր դիմադրությամբ համաչափ հոսք բոլոր կոլեկտորներում:



Նկ. 3.9.3. Կոլեկտորների զուգահեռ և հաջորդական միացումների համադրություն

3.10. Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգերի խողովակաշարի մոնտաժ

Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի խողովակաշարի մոնտաժն իրականացվում է, որպես կանոն, բարձրակ նյութերի կիրառությամբ. Դրանք պետք է նորմալ գործեն բարձր ջերմաստիճանային պայմաններում՝ 100°C, և հնարավոր է ավելին:

Խողովակաշարի մոնտաժի դեպքում պետք է հաշվի առնել հետևյալը.

- Բարձր ջերմաստիճանների առկայության դեպքում պլաստիկ նյութերից պատրաստված խողովակները ցանկալի չէ կիրառել,

- Գլիկոլը ցինկի հետ փոխազդեցության դեպքում առաջացնում է նստվածք,

- Պողպատե խողովակների օգտագործումը սկզբունքորեն հնարավոր է, բայց դրանց հետ կապված գործընթացները թանկ են գնահատվում (եռակցում, ծռում, կտրում): Դրանք օգտագործվում են արևային էներգիայի ավելի մեծ համակարգերի համար,

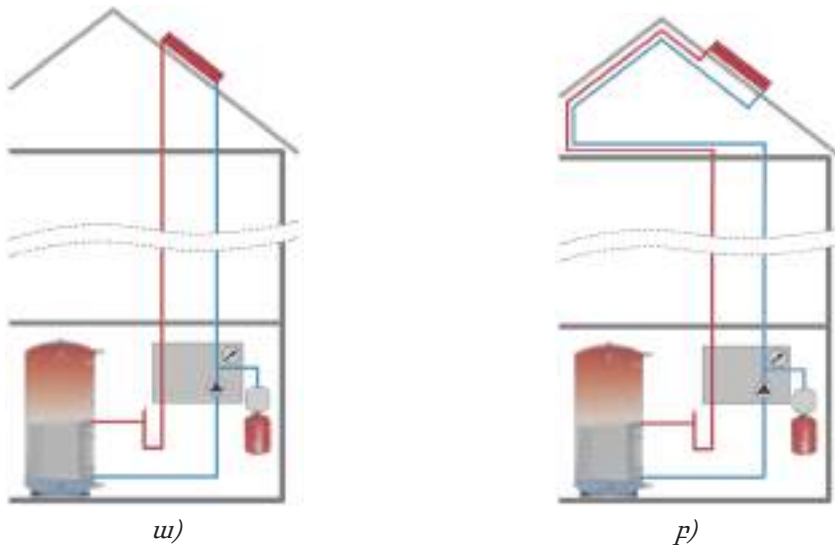
- Չժանգոտվող պողպատից ծալքավոր խողովակը հազվադեպ է օգտագործվում: Այն հիմնականում օգտագործվում է անձնական տեղադրման դեպքերում, քանի որ այս դեպքում հնարավոր է լինում հրաժարվել խողովակների գոդումից: Ամեն դեպքում, ծալքավոր պողպատից խողովակները ավելի թանկ են, քան պղնձյա խողովակները,

- Պղնձյա խողովակները հաճախ են օգտագործվում փոքր (կենցաղային և բիզնես նպատակների) ջրատաքացուցիչ համակարգերի մոնտաժի դեպքում: Այդ տիպի համակարգերում օգտագործվում են հիմնականում 3/4 դյույմ տրամագծով խողովակներ:

Պղնձյա խողովակների օգտագործման դեպքում հնարավոր է կիրառել խողովակների գոդման և եռակցման տեխնոլոգիաները: Եթե խողովակաշարում աշխատանքային ջերմաստիճանը բարձրանում է մինչև 110°C, ապա կարելի է կիրառել գոդման տեխնոլոգիան: Ավելի բարձր ջերմաստիճանների դեպքում օգտագործվում է եռակցման տեխնոլոգիան: Փորձը ցույց է տվել, որ գոդումը հաջողությամբ օգտագործվում է մեկ կամ երկու ընտանիքի համար կառուցված տների արևային էներգիայի համակարգերի դեպքում, քանի որ արևային կոլեկտորներից դուրս հազվադեպ է առաջանում 110°C – ից բարձր ջերմաստիճան: Սակայն մեծ արևային ջերմային համակարգերի դեպքում կարելի է օգտագործել խողովակների եռակցումը:

Խողովակաշարի մոնտաժի ընթացքում պետք է հաշվի առնել հետևյալ հարցերը.

- պետք է ընտրել խողովակաշարի տեղադրման ամենակաճ ուղին (նկ. 3.10.1),



Նկ. 3.10.1. Խողովակների ճիշտ մոնտաժ (ա) և սխալ մոնտաժ (բ)

- պետք է ընտրել խողովակաշարի շենքային կառույցի արտաքին մասերով տանելու հնարավորիս կարճ հատվածներ, ջերմության կորուստը նվազեցնելու և թանկ ջերմամեկուսիչների կիրառությունը բացառելու նպատակով,

- ապահովել բավարար մակերես խողովակների ջերմամեկուսիչներ տեղադրելու նպատակով,

- եթե խողովակաշարի տվյալ տեղամասը բավականին մեծ երկարություն ունի (մոտավորապես 15 մ), պետք է տեղադրել ընդարձակման ոլորաններ:

Խողովակների տեղադրման ընտրանքները հետևյալն են.

- տեղադրում ավելցուկային ծխատարի մեջ,

- տեղադրում առանձին հարկերի միջոցով, որի համար անհրաժեշտ է բացել անցքեր յուրաքանչյուր հարկի հատակում, առանձնահատուկ ուշադրություն դարձնելով տաքացվող հատակներին, վերջիններս չվնասելու նպատակով,

- տեղադրում տանիքի ծածկի տակով և պատի վրայով դեպի ցած, միջև նկուղ,

- տեղադրում տանիքի ծածկի մեջ անցք բացելու միջոցով:

Տանիքի ծածկի մեջ անցք բացելու դեպքում պետք է տեղադրել համապատասխան տիպի օձիք՝ ապահովելով ջրամեկուսացումը: Նկ. 3.10.2 – ում պատկերված են տանիքի օձիքի տարբեր օրինակներ:



Նկ. 3.10.2. Տանիքի օձիքներ

Արևային կոլեկտորներում ստացված ջերմությունը պետք է հնարավորինս քիչ կորուստներով հասցվի ջերմակուտակիչ բաք: Հետևաբար, խողովակների ջերմամեկուսացումը շատ կարևոր խնդիր է: Կիրառվող ջերմամեկուսիչ նյութերը պետք է լինեն բավականաչափ հաստ (20 - 30 մմ, իսկ մեծ տրամագծով խողովակների դեպքում՝ մինչև 100 մմ), ունենան լավ ջերմամեկուսիչ հատկություն: Պետք է բացառել բացակները ջերմամեկուսիչների հատվածների միջև: Ջերմամեկուսիչ նյութերը պետք է լինեն կայուն բարձր ջերմաստիճանների, ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների նկատմամբ:

Եթե խողովակները մոնտաժվում են ավելցուկային ծխատարներում, ծխնելույզում, ապա նախքան խողովակների մոնտաժը պետք է տեղադրվի ջերմամեկուսացումը: Ջողման դեպքում, որպեսզի ջերմամեկուսիչը չվանսվի բարձր ջերմությունից, դրանք պետք է հետ մղվեն և պահվեն, օրինակ՝ բռնակով: Ջողման և հովացման ավարտից հետո բռնակը հեռացվում է, մեկուսիչ խողովակը (գուլպան) հետ է քաշվում դեպի իր սկզբնական դիրքը՝ բացառելով ցանկացած բաց տեղամասի առկայությունը:

Արտաքին միջավայրում ջերմամեկուսիչները խոնավությունից, ուլտրամանուշակագույն ճառագայթումից և թռչունների վնասումից պաշտպանելու լավագույն մեթոդը դրանք մետաղյա բաձկոնով (ալյումին, ցինկապատ պողպատե թիթեղ) ծածկելն է:

3.11. Ջերմակուտակիչ բաքի տեղադրում

Նախորդ բաժիններում դիտարկվել են տարբեր ջերմակուտակիչ բաքեր, որոնք օգտագործվում են տարբեր տիպի արևային ջրատաքացուցիչ համակարգերում (տես նկ. 2.4.3, 2.4.10, 2.6.1): Յուրաքանչյուր տիպի բաքի տեղադրումն ունի իր առանձնահատկությունները, բայց կան նաև ընդհանուր պահանջներ, որոնք պետք է հաշվի առնել մոնտաժի ժամանակ: Դրանք հետևյալն են.

Ջերմակուտակիչ բաքը տեղադրելիս պետք է հաշվի առնել կշիռը՝ ներառյալ ջրի ծավալը և դրան համապատասխան գնահատել հատակի բեռնման խնդիրը: Եթե բաքը տեղադրվում է ոչ թե նկուղում, այլ ինչ-որ առաստաղի վրա, ապա պետք է հաշվի առնել առաստաղի ամրությունը և անհրաժեշտության դեպքում պետք է ամրացնել առաստաղը:

Արևային կոլեկտորների խողովակաշարը միշտ միացվում է ջերմակուտակիչ բաքի ամենացածր ջերմափոխանակիչին, եթե օգտագործվում է մեկից ավելի ջերմափոխանակիչ, ինչպես պատկերված է նկ. 2.4.10 - ում: Լրացուցիչ ջերմության աղբյուրների խողովակաշարը միշտ միացվում է ջերմակուտակիչ բաքի ամենաբարձր ջերմափոխանակիչին:

Սառը ջրի մուտքը տրվում է բաքի ներքևի կետից, իսկ տաք ջուրը վերցվում է բաքի վերևի կետից (նկ. 2.4.10): Անհրաժեշտության դեպքում ցանցի ճնշումը նվազեցնելու համար պետք է տեղադրվի լրացուցիչ ճնշումը նվազեցնող սարք:

Ջերմակուտակիչ բաքերը որպես կանոն ջերմամեկուսացված են: Ներքին բաքի և արտաքին ծածկող բաքի միջև լցված է ջերմամեկուսիչ նյութ – պոլիուրետան: Եթե բաքը ջերմամեկուսացված չէ, ապա այն պետք է պատշաճ կերպով ջերմամեկուսացնել: Այդ նպատակի համար օգտագործվում են տարբեր տիպի կոշտ փրփուրե պատյաններ:

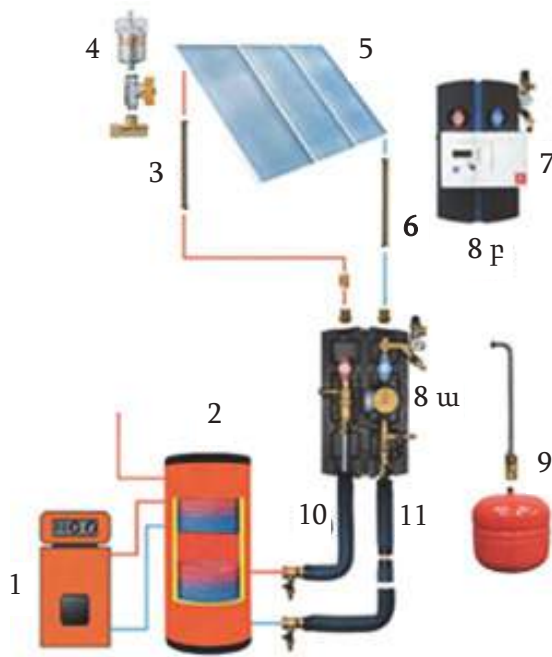
3.12. Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի բաղադրիչ պարագաների մոնտաժ

Ինչպես նշված է ենթաբաժին 2.6 – ում, արևային ջրատաքացուցիչ համակարգերը, բացի հիմնական հանգույցներից, որոնցից են արևային կոլեկտորները և ջերմային էներգիայի կուտակիչ բաքը, իրենց կազմում ունեն ընդարձակման բաք, պոմպ, ավտոմատ կարգավորիչ և այլ բաղադրիչ պարագաներ (նկ. 2.4.10, 2.6.1): Նկ. 3.12.1 – ում պատկերված է տարանջատված բարձր ճնշումային տիպի ջրատաքացման համակարգը, որտեղ բաղադրիչ պարագաները տեղաբաշխված են մոնտաժի համար նախատեսված դիրքերում:

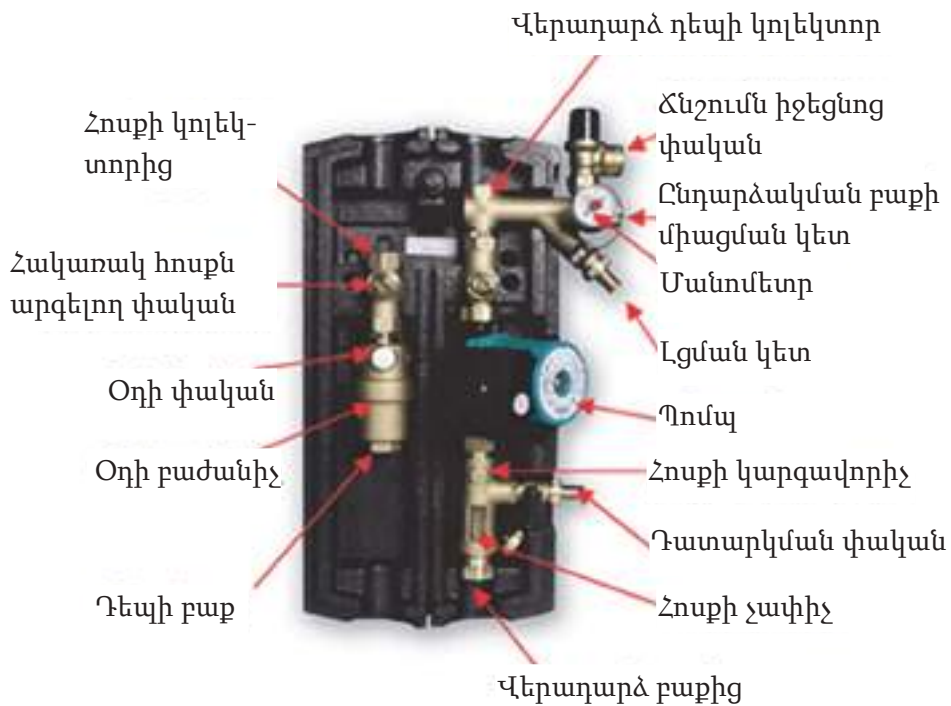
Դիտարկենք արևային ջրատաքացման համակարգի բաղադրիչ պարագաների մոնտաժի առանձնահատկությունները:

Պոմպակայան

Տարանջատված բարձր ճնշումային ջրատաքացման համակարգերում, շատ արտադրողների կողմից, պոմպը տարբեր փականների և այլ բաղադրիչ հանգույցների հետ միասին լինում է ինտեգրված մեկ կոնստրուկտիվ միավորի մեջ, որը կոչվում է պոմպակայան (նկ. 3.12.1 և 3.12.2): Որոշ ջրատաքացման համակարգերում պոմպակայանի կազմում ընդգրկվում է նաև էլեկտրոնային ավտոմատ կարգավորիչը:



Նկ. 3.12.1. Տարանջատված տիպի արևային ջրատաքացման համակարգի բաղադրիչ պարագաներ.
 1 – Լրացուցիչ ջեռուցման աղբյուր, 2 – Ջերմակուտակիչ բաք, 3 – Արևային կոլեկտորից դուրս եկող տաք ջերմատար հեղուկի խողովակ, 4 – Օդի և գոլորշու արտանետման անվտանգության փական, 5 – Արևային ջերմային կոլեկտոր, 6 – Արևային կոլեկտոր մուտք գործող սառը ջերմատար հեղուկի խողովակ, 7 – Ավտոմատ կարգավորիչ, տեղադրված պոմպակայանի վրա, 8 – Պոմպակայան – առանց կափարիչի (8ա) և արտաքին տեսքը ավտոմատ կարգավորիչով (8բ), 9 – Ընդարձակման բաք, 10 – Արևային կոլեկտորից պոմպակայանով դեպի բաքի ջերմափոխանակիչ մտնող տաք ջերմատար հեղուկի խողովակ, 11 – Բաքի ջերմափոխանակիչից դեպի պոմպ և արևային կոլեկտոր գնացող սառը ջերմատար հեղուկի խողովակ



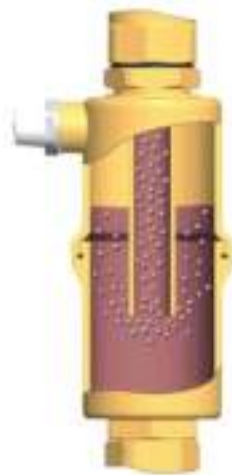
Նկ. 3.12.2. Պոմպակայան

Պոմպակայանը կազմված է տարատեսակ հանգույցներից: Պոմպակայանի ձախ կողմի վերևի մասի «Հոսք կոլեկտորից» կետից մուտք է գործում արևային կոլեկտորի մեջ տաքացված հեղուկը: Այն անցնում է հակառակ հոսքն արգելող փականի միջով, (обратный клапан), որն արգելափակում է համակարգում հակառակ հոսքը, երբ ջերմակուտակիչ բաքում ջուրն ավելի տաք է, քան կոլեկտորում, օրինակ՝ գիշերը: Հետադարձ հոսքի կանխարգելիչ փականը կազմված է զսպանակով սեղմվող փականից, որի միջով ջուրը հոսում է միայն մի ուղղությամբ և չի հոսում հակառակ ուղղությամբ (նկ. 3.12.3):



Նկ. 3.12.3. Հետադարձ հոսքի կանխարգելիչ փական

Պոմպակայանի ձախ կողմում մոնտաժված է նաև օդի բաժանիչը, որի տեսքը կտրվածքով պատկերված է նկ. 3.12.4 – ում: Այն մեծացված տրամագծով խողովակ է, որի լայնացված տեղամասում անջատվում են համակարգի ջերմատար հեղուկի մեջ գոյություն ունեցող օդի պղպջակները: Օդի բաժանիչի վերևի մասում կա փական, որի միջոցով պարբերաբար սպասարկման ընթացքում բաց է թողնվում օդը:



Նկ. 3.12.4. Օդի բաժանիչ ջերմատար հեղուկի միջից

«Դեպի բաք» կետից տաք ջերմատար հեղուկը հոսում է դեպի կուտակիչ բաքի նեքևի մասում տեղակայված ջերմափոխանակիչը: Փոխանցելով ջերմային էներգիան բաքի միջի ջրին՝ ջերմատար հեղուկը «Վերադարձ բաքից» կետից պոմպի միջոցով մղվում է վեր և աջակողմյան «Վարադարձ դեպի կոլեկտոր» կետից հոսում է դեպի արևային կոլեկտոր: Այդ ընթացքում

ջերմատար հեղուկն անցնում է «Հոսքի չափիչ» - ի միջով (նկ. 3.12.5), որը ցույց է տալիս համակարգում ջրի հոսքի արագությունը:



Նկ. 3.12.5. Ջերմատար հեղուկի հոսքի արագության չափիչ

Նշենք, որ «Հոսքի չափիչ» - ի վրա՝ վերևի մասում, կա հատուկ պտուտակ, որի միջոցով մոնտաժի և սպասարկման ընթացքում կարգավորվում է հոսքի արագությունը՝ սահմանելով արտադրողի կողմից նշված չափը:

Պոմպ

Արևային ջրատաքացման համակարգի ջերմային կոլեկտորի և բաքի ջերմափոխանակիչի կոնտուրում շրջանառությունը ապահովելու նպատակով օգտագործվում է պոմպ (նկ. 3.12.2): Պոմպի վրա ջերմության ազդեցությունը նվազեցնելու նպատակով այն տեղադրվում է բաքից դուրս եկող սառը գծում, երկու փականների միջև: Պոմպը պետք է տեղադրվի այնպես, որ չառաջանան մեխանիկական լարվածություններ:

Ընդարձակման բաք

Ջերմատար հեղուկի տաքացման և ծավալի մեծացման հետևանքով ստեղծվող բարձր ճնշումը կոմպենսացնելու համար տեղադրվում է ընդարձակման բաք (նկ. 3.12.1 – ի 9): Ընդարձակման բաքի աշխատանքի սկզբունքը դիտարկված է ենթաբաժին 2.6 - ում:

Ընդարձակման բաքը պետք է ընտրվի այնքան մեծ, որ հնարավոր լինի կլանել տաքացվող հեղուկի լրացուցիչ ծավալը: 12 լ -ից ավելի ծավալ ունեցող ընդարձակման բաքերը պետք է ամրացվեն դրանց հետ տրվող ամրակներով:

Չափիչ սարքեր

Համակարգի աշխատանքը վերահսկելու նպատակով, որպես կանոն պոմպակայանի վրա տեղադրվում են տարբեր տիպի չափիչ սարքեր: Դրանց թվին են պատկանում ջերմաչափերը (կարմիր – կոլեկտորից եկող տաք հոսքի համար և կապույտ – բաքից դեպի կոլեկտոր գնացող սառը հոսքի համար), մանոմետրերը, որոնք ցույց են տալիս համակարգի ճնշումը:

Եթե չափիչ սարքերը պոմպակայանի վրա չեն տեղաբաշխված, ապա դրանք պետք է մոնտաժվեն այնպիսի դիրքերում, որպեսզի հեշտությամբ ընթերցվեն դրանց ցուցմունքները:

Օդի և գոլորշու արտանետման անվտանգության փական

Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգերում, օրինակ, կանգի իրավիճակում, երբ արևային կոլեկտորի մեջ տեղի է ունենում ջերմատար հեղուկի գոլորշացում, ճնշումը կտրուկ բարձրանում է: Բարձր ճնշման անթույլատրելի աճը կանխելու համար տեղադրվում է օդի և գոլորշու արտանետման անվտանգության փականը (նկ. 3.12.1 – ի 4): Այս փականը իր կառուցվածքով այնպիսին է, որ դրոշակի սահմանված ճնշման դեպքում բացվում է և տաքացված հեղուկը, կամ գոլորշին դուրս է մղվում դեպի արտաքին միջավայր՝ նվազեցնելով համակարգում առաջացած բարձր ճնշումը: Անվտանգության փականը պետք է տեղադրվի անմիջապես արևային կոլեկտորների վերևի մասում, հնարավոր ամենատաք մասում, ուղղահայաց դիրքով:

Արտահոսքի ծորակ

Արևային ջրատաքացուցիչների սպասարկման աշխատանքների և վերանորոգման նպատակով ջերմակուտակիչ բաքը պետք է դատարկվի: Այդ նպատակով խողովակաշարի ամենացածր կետում տեղադրվում է արտահոսքի ծորակ:

Տվիչների մոնտաժ

Էլեկտրական շղթաների հետ կապված աշխատանքներն անհրաժեշտ է իրականացնել՝ խստագույնս հաշվի առնելով համապատասխան անվտանգության կանոնները:

Ջերմաստիճանային տվիչների ճիշտ տեղադրումը կարևոր նախապայման է արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի անխափան աշխատանքի ապահովման համար: Տեղադրման ընթացքում պետք է տվիչները ճիշտ տեղաբաշխել և կիրառել ջերմահաղորդիչ մածուկ, որպեսզի ապահովվի բավարար ջերմային կոնտակտ և տվյալների ճիշտ գրանցում:

Արևային ջերմային կոլեկտորի ջերմաստիճանային տվիչը սովորաբար տեղադրված է լինում կոլեկտորի մեջ արտադրողի կողմից գործարանում: Կախված արտադրատեսակից՝ տվիչը կարող է նաև տեղադրվել մոնտաժի ընթացքում կոլեկտորի մեջ պատրաստված հատուկ խցիկում:

Ջերմակուտակիչ բաքի վրայի տվիչը պետք է տեղադրվի բաքի բարձր տեղամասում, համաձայն արտադրողի կողմից ներկայացված ցուցումների:

Տվիչների մոտաժային լարերը պետք է տանել այնպիսի տեղամասերով, որ բացառվի դրանց շփումը տաք խողովակների հետ:

Եթե ջերմաստիճանի տվիչի միացման լարերի (մալուխի) երկարությունները անբավարար են, ապա դրանք պետք է երկարացվեն՝ օգտագործելով նվազագույնը 0.75 մմ² լայնական հատույթով էլեկտրահաղորդիչ լարեր: Տվիչների միացման լարերը չպետք է տեղադրվեն էլեկտրական ցանցի մալուխների հետ միասին, մալուխային խողովակի մեջ, քանի որ էլեկտրասնուցման լարերն անջատում են էլեկտրամագնիսական ալիքներ, որոնք կարող են ազդել տվիչներից ստացվող համեմատաբար շատ թույլ ազդանշանների վրա: Բացի այդ, տվիչին միացվող վարդակը պետք է պարունակի բարձր լարման պաշտպանության կոնտակտ՝ կայծակից պաշտպանվելու նպատակով:

Ավտոմատ կարգավորիչի մոնտաժ

Ավտոմատ կարգավորիչը էլեկտրոնային սարք է, որի աշխատանքի էությունը հետևյալն է: Ստանալով ջերմաստիճանային տվիչներից ազդանշանները, կարգավորիչի կողմից կատարվում է դրանց համեմատություն, և ջերմաստիճանների համապատասխան տարբերության առկայության դեպքում էլեկտրական ռելեի միջոցով միացվում է համապատասխան պոմպը, օրինակ, արևային կոլեկտոր – բաք շղթայում ջերմատար հեղուկի շրջանառությունն ապահովող պոմպը:

Երբ այդ տարբերությունը նվազելով ընդունում է նախօրոք մուտքագրված սահմանից փոքր արժեք՝ պոմպի աշխատանքը դադարեցվում է:

Արևային ջրատաքացման համակարգերում՝ ավտոմատ կարգավորման էլեկտրոնային հանգույցը մոնիտորաված է լինում պոմպային կայանի մեջ՝ կախված համակարգի տիպից: Եթե ավտոմատ կարգավորիչը կիրառվում է որպես առանձին հանգույց, ապա այն (կարգավորիչի տուփը) պետք է ամրացվի պատին, արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի հարևանությամբ: Ջերմաստիճանի տվիչները (կոլեկտորի և բաքի տվիչները), ինչպես նաև արևային ջերմատար հեղուկի պոմպը պետք է միացվեն ավտոմատ կարգավորիչի համապատասխան կոնտակտներին՝ համաձայն արտադրողի կողմից ներկայացված միացումների էլեկտարական սխեմայի:

Դրանից հետո կատարվում է ցանցից էլեկտրական սնուցման միացումը և կարգավորիչի տուփը փակվում է: Կարգավորիչն այնուհետև կարող է գործարկվել:

3.13. Տարանջատված տիպի արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի մոնիտորաված

Ինչպես նշվել է, արևային ջերմային կայանքների մոնիտորաված պետք է իրականացնել՝ խստագույնս հաշվի առնելով արտադրողի կողմից տրված ցուցումները, որոնք հասկանալի կան են տվյալ արտադրատեսակի համար: Ստորև, որպես օրինակ, կդիտարկենք տարանջատված բարձր ճնշումային տիպի արևային ջրատաքացման համակարգի մոնիտորաված՝ հաշվի առնելով արտադրողների կողմից տրվող ցուցումները:

Ինչպես նշված է 3.4 – ից 3.7 ենթաբաժիններում, արևային կոլեկտորները կարող են տեղադրվել թեք տանիքի վրա, թեք տանիքի մեջ, հարթ տանիքի վրա, պատի վրա: Դիտարկենք թեք տանիքի վրա տեղադրման տարբերակը, քանի որ այն լայն տարածում ունի:

1. Ծանոթացում արևային ջերմային կայանքների մոնիտորաված անվտանգության կանոններին և այդ կանոնները պահպանելու վերաբերյալ համաձայնագրի ստորագրություն (ենթաբաժին 3.2)

2. Անհրաժեշտ գործիքակազմ

- Անվտանգության անձնական միջոցներ (ամրագոտիներ, սաղավարտ, հակահարվածային բարձիկներ, ձեռնոցներ, ապահով կոշիկներ, պաշտպանիչ ակնոցներ),
- Սանդուղք(ներ), աշխատանքային հարթակ, ապահովության ցանկապատ, կախված աթոռ,
- Գազայրիչ և գողանյութ, զոդման աշխատանքներ պահանջող տեղադրումների համար,
- Գլխիկով - ջուր խառնուրդի պոմպ,
- Դանակ,
- Սղոց,
- Մուրճ,
- Տափակաբերան արքան,
- Տարբեր չափերի մանեկային դարձակներ,
- Էլեկտրական գայլիկոնիչ,
- Խողովակները կտրող սարք,
- Կավիճ, մարկեր-գրիչ, կավճոտ թել:

3. Արևային ջերմային կայանքների մոնիտորաված նախնական աշխատանքների իրականացում (ենթաբաժին 3.3)

Տեղադրման վայրում պետք է բացել արևային կայանքի հանգույցների տուփերը, արկղերը, գննել յուրաքանչյուր բաղադրամաս:

Անհրաժեշտ է ստուգել բաղադրամասերի հնարավոր վնասվածքները, որոնք կարող են առաջացած լինել տեղափոխման ընթացքում: Օրինակ, եթե վակուումային խողովակների ներքևի հատվածը լինի կաթնագույն սպիտակ (նկ. 3.13.1- ում երկրորդը), դա նշանակում է, որ այդ խողովակը վնասված է, վակուումը բացակայում է և այն անհրաժեշտ է փոխարինել անվնաս խողովակով (նկ. 3.13.1 – ում առաջինը):



1 2

Նկ. 3.13.1. Անվնաս (1), և վնասված (2), վակուումային խողովակներ

Հիշեցնենք նաև, որ վակուումային խողովակները պետք չի ամբողջովին հանել տուփերից և թողնել դրանք արևի տակ, քանի դեռ ավարտված չեն մոնտաժային աշխատանքները, խողովակաշարի լիցքավորումը և համակարգում ճնշման ստուգումը:

Խորհուրդ է տրվում վակուումային խողովակներին դիպչել միայն ձեռնոցներով, որպեսզի դրանց մակերեսի վրա չմնան մատնահետքեր, որոնք հետագայում կնպաստեն փոշու կուտակվելուն և սև հետքերի գոյացմանը ապակու մակերեսին: Սակայն նշենք նաև, որ վակուումային խողովակների տեղադրումից հետո պահանջվում է դրանց մակերեսի լվացում օձառաջրով:

4. Կոլեկտորների տեղաբաշխումը տանիքի վրա

Կավճի կամ մարկեր-գրիչի միջոցով նշվում է տանիքի վրա կոլեկտորների մոնտաժման դիրքը: Այդ նպատակով խորհուրդ է տրվում տանիքի վրա տեղբաշխել ամրացման ռելսերը, նշել կոլեկտորի վերին և ներքևի եզրի դիրքը, ինչպես նաև մոնտաժային բարձակների ամրացման կետերը: Մոնտաժային բարձակները և ամրացման ռելսերը մոնտաժվում են՝ համաձայն 3.4 ենթաբաժնում տրված ցուցումների: Բարձակների և ռելսերի մոնտաժի օրինակը պատկերված է նկ. 3.12.2 – ում:



Նկ. 3.13.2. Բարձակների և ռելսերի մոնտաժի օրինակ

3. Տանիքի ծածկի մեջ անցքի բացում

Ցանկալի է Արևային ջրատաքացուցիչի խողովակաշարը մոնտաժել առանց անցք բացելու տանիքի ծածկի մեջ: Ինչպես նշված է ենթաբաժին 3.10 – ում, այդ նպատակով կարելի է օգտագործել լրացուցիչ ծխատար կամ մոնտաժել տանիքի ծածկի տակով և պատի վրայով դեպի ցած, միջև նկուղ: Իսկ եթե չկա այդպիսի հնարավորություն, և խողովակների մոնտաժը պետք է իրականացվի տանիքը ծակելու եղանակով, անհրաժեշտ է համոզված լինել, որ դրա համար խոչընդոտներ չեն լինի: Պետք է օգտագործել համապատասխան տիպի օձիք (ենթաբաժին 3.10) և պատշաճ կերպով իրականացնել ջրամեկուսացումը:

4. Արևային կոլեկտորների մոնտաժ

Արևային կոլեկտորների բարձրացում տանիքի վրա

Արևային կոլեկտորները որպես կանոն ծանր են, և դրանց բարձրացնելը դժվար է: Հետևաբար, անհրաժեշտ է ունենալ բարձրացման համապատասխան սարքավորումներ և անվտանգության գոտիներ: Բարձրացման ընթացքում անհրաժեշտ է հաշվի առնել հետևյալը:

- Արգելվում է բարձրացնել կոլեկտորները՝ օգտագործելով միացման խողովակները կամ պտուտակները (նկ. 3.13. 3):



Նկ. 3.13. 3. Արևային կոլեկտորների բարձրացումը տանիքի վրա

- Հարթ պանելային կոլեկտորները տեղափոխելու և բարձրացնելու համար նախատեսված են հատուկ տիպի գոտիներ:

- Արգելվում է տեղադրել կոլեկտորներին արևի ուղիղ ճառագայթների տակ, մինչև մոնտաժի ավարտը: Մոնտաժի ընթացքում անհրաժեշտ է օգտագործել հատուկ ծածկոցներ, որոնք տրամադրվում են արևային ջրատաքացուցիչներն արտադրող կազմակերպության կողմից: Եթե դրանք բացակայում են, պետք է ինքնուրույն պատրաստել անհրաժեշտ ծածկոցները:

- Ջերմային խողովակներով վակուումային տաքացուցիչները պետք է տեղադրել միայն համակարգի գործարկումից հետո:

Արևային կոլեկտորների հաջորդական միացումը

Ոչ շատ մեծ արևային ջրատաքացուցիչ համակարգերի կոլեկտորները միացվում են հաջորդաբար (նկ. 3.13.4): Եթե օգտագործվում են հարթ պանելային տիպի ջերմային կոլեկ-

տորներ, ապա խորհուրդ է տրվում միացնել հաջորդաբար առավելագույնը վեց կոլեկտոր: Եթե օգտագործվում են վակուումային խողովակներով կոլեկտորներ, ապա առավելագույնը ութ հատ կոլեկտոր կարող է միացվել հաջորդաբար:



Նկ. 3.13.4. Հաջորդաբար միացված արևային կոլեկտորներ

Վակուումային խողովակներով կոլեկտորների խողովակաշարի (manifold) եզրերին կան արական և իգական պնդողակներ, որոնք հեշտացնում են մոնտաժը և կոլեկտորների փոխկապակցումը: Մոնտաժի ընթացքում պնդողակների միջև դրվում է ռետինե միջադիր (նկ. 3.13.5):



Նկ. 3.13.5. Վակուումային խողովակներով կոլեկտորների պնդողակներ

Միացումներն իրականացնելիս անհրաժեշտ է պնդողակների դարձակներով գործադրել ուժ հակառակ ուղղությամբ, պտտող մոմենտը կոմպենսացնելու և կոլեկտորը չվնասելու համար (նկ. 3.13.6):



Նկ. 3.13.6. Երկու մանեկային դարձակների միջոցով կոլեկտորների հաջորդական միացում

5. Մուտքի և ելքի (վերադարձի) խողովակների միացում կոլեկտորներին

Մուտքի և ելքի խողովակների միացումը կոլեկտորներին կատարվում է երկու չժանգոտվող պողպատից ճկուն խողովակների միջոցով: Դա հնարավորություն է տալիս տեղադրողին հեշտությամբ ճկել խողովակները, ապահովել միացումները և մոնտաժել խողովակները տանիքի միջով (նկ. 3.13.7 ա):



ա)



բ)

Նկ. 3.13.7. Մուտքի և ելքի խողովակների մոնտաժում (ա) օդի արտանետման անվտանգության փականի տեղադրում (բ)

Խողովակների միացման հետ, կոլեկտորների վերևի մասում, ուղղահայաց դիրքով տեղադրվում է նաև օդի արտանետման անվտանգության փականը (նկ. 3.13.7 բ):

6. Ջերմաստիճանային տվիչի տեղադրում

Ջերմաստիճանային տվիչը պետք է տեղադրել՝ համաձայն 3.12 ենթաբաժնում ներկայացված պահանջների: Նկ. 3.12.7 ա – ում պատկերված է ջերմաստիճանային տվիչ՝ տեղադրված մոնտաժի ընթացքում կոլեկտորի վրա գոյություն ունեցող հատուկ խցիկում: Տեղադրման ընթացքում, ջերմային կոնտակտ ապահովելու համար, պետք է տվիչի մակերեսին քսել ջերմահաղորդիչ մածուկ և հետո տեղադրել խցիկի մեջ:

Տվիչի մոտաժային լարերը պետք է տանել՝ ամրացնելով դրանք ելքի խողովակի ջերմամեկուսիչի մակերեսին կաշող ժապավենի օգնությամբ: Ինչպես նշված է ենթաբաժնի 3.12 – ում, տվիչիների մոնտաժը պետք է իրականացնել, բացառելով դրնց շփումը տաք խողովակների հետ, չնայած այն հանգամանքին, որ տվիչների բոլոր բաղադրիչ դետալները (տվիչ, ջերմահաղորդիչ մածուկ, լարերի մեկուսիչ) պետք է լինեն ջերմակայուն (մինչև 200 ° C): Վերջում, տվիչների լարերը և խողովակների ջերմամեկուսիչները պետք է պաշտպանել արևի ՈւՄ ճառագայթների ազդեցությունից:

7. Վակուումային խողովակների տեղադրում

Վակուումային խողովակների տեղադրման գործընթացը հետևյալն է:

- Քսել ջերմահաղորդիչ մածուկ յուրաքանչյուր արևային կոլեկտորի ջերմային խողովակի գլխիկին (նկ. 3.13.8 ա):

- Քսել օձառաջուր ապակյա խողովակների եզրին, վերևի խողովակաշարքի (manifold) մեջ հեշտ տեղադրելու համար:

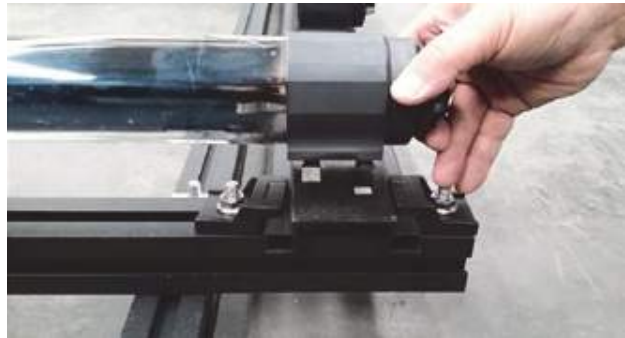
- Յուրաքանչյուր ջերմային խողովակի գլխիկը և ապակյա խողովակները տեղադրել վերևի խողովակաշարի (manifold) մեջ:

- Յուրաքանչյուր վակուումային խողովակի ներքևի եզրային ամրակը տեղադրել ռելսի վրա և պտտելով կափարիչը, այն ամրացնել (նկ. 3.13.8):

- Մաքրել վակուումային խողովակների մակերեսը սպունգով և օճառաջրով:



ա)



բ)

Նկ. 3.13.8. Ջերմային խողովակի գլխիկը՝ ծածկված ջերմահաղորդիչ մածուկով (ա) և վակուումային խողովակի ներքևի եզրային ամրակի տեղադրում (բ)

8. Ջերմակուտակիչ բաքի տեղադրում

Հաճախ օգտագործվում են երկու ջերմափոխանակչով բաքեր: Ներքևի ջերմափոխանակիչի ստորին կետից միացվում է դեպի արևային կոլեկտորներ գնացող խողովակագիծը, իսկ կոլեկտորներից եկող (տաք) խողովակագիծը միացվում է ներքևի ջերմափոխանակիչի վերին կետին (տես նկ. 2.4.10, 3.12.1): Բաքի վերևի մասում տեղաբաշխված ջերմափոխանակչի ստորին կետը միացվում է լրացուցիչ ջերմության աղբյուրի մուտքին (սառը), իսկ դրանից դուրս եկող տաք ջրի խողովակը՝ ջերմափոխանակչի վերին կետին (տես նկ. 2.4.3, 3.12.1): Նշենք, որ մոնտաժի այս սխեման պատկերված է նաև ստորև, սույն ենթաբաժնի նկ. 3.13.12 – ում:

Բաքի ներքևի կետին միացվում է սառը ջրի մուտքը ջրամատակարարման ցանցից, իսկ օգտագործման համար տաքացված ջուրը վերցվում է բաքի վերին ելքային կետից:

9. Պոմպակայանի մոնտաժ

Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի պոմպակայանի (նկ. 3.12.2) մոնտաժը պետք է սկսել պատի վրա պոմպակայանի ամրացումով, համապատասխան ամրակների միջոցով: Դրանից հետո անհրաժեշտ է կատարել հետևյալ միացումները:

▪ Միացնել արևային կոլեկտորից դեպի ջերմակուտակիչ բաք (նկ. 3.12.2 – ի «Դեպի բաք») և բաքից դեպի արևային կոլեկտոր գնացող (նկ. 3.12.2 – ի «Վերադարձ բաքից») խողովակները:

▪ Միացնել արևային կոլեկտորից դեպի ջերմակուտակիչ բաք (նկ. 3.12.2 – ի «Հոսք կոլեկտորից») և ջերմակուտակիչ բաքից դեպի կոլեկտոր (նկ. 3.12.2 – ի «Վերադարձ դեպի կոլեկտոր») խողովակները:

▪ Միացնել ընդարձակման բաքը: Բաքի մոնտաժը նկարագրված է ստորև, 10 – թղ կետում:

▪ Միացնել արտահոսքի գիծը դատարկման փականից համապատասխան ջրահեռացման գծին:

10. Ընդարձակման բաքի մոնտաժ

Ինչպես ցանկացած փակված համակարգի դեպքում, պոմպային շրջանառության մեջ գտնվող արևային համակարգը պետք է ունենա ընդլայնման ունակություն՝ դիմակայելու հե-

դուկի ընդարձակմանը ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց: Այդ նպատակով օգտագործվում են ընդարձակման բաքերը (ենթաբաժիններ 2.6 և 3.12 և նկ. 3.12.1):

Ընդարձակման բաքի մոնտաժը պետք է իրականացնել՝ հաշվի առնելով հետևյալ պահանջները:

- Բաքը պետք է տեղադրվի միայն ուղղահայաց դիրքում:
- Բաքի միացման կետը պետք է ուղղված լինի դեպի վեր:
- Համակարգի ճնշումը պետք է լինի մոտավորապես 0,3 բարով ավելի ($1 \text{ բար} \approx 1 \text{ մթնոլորտ} = 101325 \text{ Pa (Պասկալ)} = 14,7 \text{ psi (pound per square inch - ֆունտ յուրաքանչյուր դյույմ քառակուսի մակերեսի վրա)}$), քան բաքի լիցքավորման ճնշումը (տես ստորև բերված աղյուսակը):
- Ընդարձակման բաքը պետք է միացվի պոմպակայանի աջակողմյան միացման կետին (նկ. 3.12.2 – ի «Ընդարձակման բաքի միացման կետ»):
- Ընդարձակման բաքը պետք է ամրացվի պատի վրա հատուկ ամրակների միջոցով:
- Բաքը պետք է տեղաբաշխվի պոմպակայանից 500 մմ, կամ ավելի ցածր դիրքով:
- Միացումներն ապահովելու համար պետք է օգտագործել $\frac{3}{4}$ դյույմ / 22 մմ պղնձի կամ չժանգոտող պողպտի խողովակ, կամ այդ նպատակի համար նախատեսված և արևային ջերմակուտատիչ համակարգի պարագաներում առկա ձկուն խողովակը: Այն չպետք է ջերմամեկուսացված լինի:

Ընդարձակման բաքի ծավալը (լիտր)	Բաքի լիցքավորման ճնշումը (բար)	Համակարգի ճնշումը (բար)
24	2	2,3
35	2	2,3

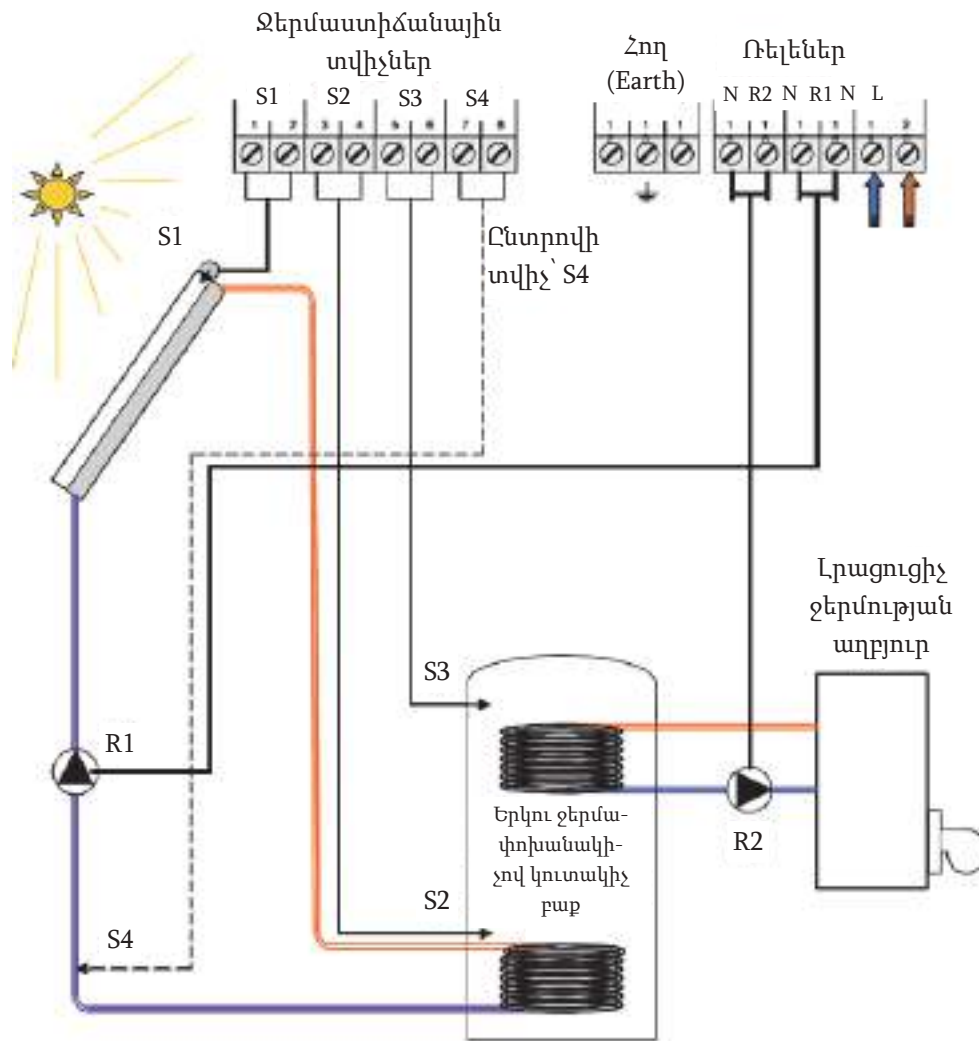
11. Ավտոմատ կարգավորիչի մոնտաժ

Արևային ջրատաքացման համակարգերի աշխատանքը կառավարվում է ավտոմատ կարգավորիչի միջոցով (նկ. 3.13.9):



Նկ. 3.13.9. Ավտոմատ կարգավորիչի արտաքին տեսքը

Ավտոմատ կարգավորիչին մացվում են համակարգի բոլոր ջերմաստիճանային տվիչները: Միացումները կատարվում են համաձայն արտադրողի կողմից ներկայացված էլեկտրական սխեմայի: Այդպիսի էլեկտրական սխեմա պատկերված է նկ. 3.13.10 – ում:



Նկ. 3.13.10. Արևային ջրատաքացման համակարգի սխեմատիկ կառուցվածքը և միացումների էլեկտրական սխեման

Գծագրի վերևի մասում (նկ. 3.13.10) պատկերված են ավտոմատ կարգավորիչի կոնտակտները: Ձախ կողմում տեղաբաշխված են ջերմաստիճանային տվիչների միացման կոնտակտները: Այստեղ միացվում են S1, S2, S3 և S4 տվիչներից եկող էլեկտրական լարերը: Միջնամասի երեք կոնտակտները նախատեսված են հողանցման լարերի միացումների համար: Աջակողմյան կոնտակտների երկու զույգը նախատեսված է երկու ռեւելներից դեպի պոմպեր գնացող լարերի միացման համար: Դրանց միջոցով միացվում կամ անջատվում է պոմպերի էլեկտրասնուցումը:

Երբ արևային կոլեկտորի վերին առավել տաք կետում S1 տվիչից ստացված ջերմության արժեքը գերազանցում է կուտակիչ բաքի ներքևի սառը կետի S2 տվիչից ստացված ջերմաստիճանին 6°C - ով (գործարանում մուտքագրված արժեք), դա նշանակում է, որ բաքում կուտակելու օգտակար ջերմություն կա: Ավտոմատ կարգավորիչը ռեւելի միջոցով (R1) միացնում է պոմպը, տաք ջերմատար հեղուկը կոլեկտորից հոսում է բաքի ներքևի ջերմափոխանակիչի միջով, և ջերմային էներգիան կոլեկտորից տեղափոխվում է դեպի բաք: Արդյունքում բաքի մեջ ջրի ջերմաստիճանը բարձրանում է, իսկ կոլեկտորում այն նվազում է: Երբ նշված ջերմաստիճանների տարբերությունը նվազում է մինչև 4°C (գործարանում մուտքագրված արժեք), կարգավորիչն անջատում է պոմպի էլեկտրասնուցումը: Պոմպը մնում է անջատված վիճակում

այնքան ժամանակ, մինչև ջերմաստիճանների տարբերությունը նորից աճի և ընդունի 6°C արժեքը: Նշենք, որ օգտագործողը կարող է ինքնուրույն մուտքագրել պոմպի գործարկման և աշխատանքի դադարեցման ջերմաստիճանները:

Նմանատիպ ալգորիթմով կարգավորիչը, R2 ռելեյի մջոցով, միացնում և անջատում է լրացուցիչ ջերմության աղբյուրի շղթայի պոմպը:

Ավտոմատ կարգավորիչի դիմային պանելի վրա տեղաբաշխված է հեղուկ բյուրեղային վահանակ (LCD – Liquid Cristal Displey), որի միջոցով օգտագործողը ստանում է համակարգի վերաբերյալ տարատեսակ տեղեկատվություն, ինչպիսիք են՝ կոլեկտորի ջերմաստիճանը, բաքի առավելագույն և նվազագույն ջերմաստիճանները, համակարգի աշխատանքային վիճակը, պոմպերի աշխատանքի տևողությունը և այլն:

Ավտոմատ կարգավորիչի բոլոր ջերմաստիճանային տվիչների, հողանցման լարերի և ռելեների մաիցումներն ապահովելուց հետո կատարվում է էլեկտրասնուցման միացումը էլեկտրական ցանցից (220 Վ, 50 Հց) աջ եզրային երկու կոնտակտի միջոցով:

12. Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի էլեկտրական հողանցում

Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի և՛ կոլեկտորից դեպի բաք, և՛ բաքից դեպի կոլեկտոր խողովակները պետք է հողանցված լինեն՝ օգտագործելով առնվազն 10 մմ² կտրվածքով հողանցման մալուխ: Այդ մալուխը պետք է սեղմված լինի երկու նշված խողովակների վրա, օգտագործելով սեղմիչներ, կամ լինի միացված խողովակներին գողված էլեկտրական կոնտակտների միջոցով:

13. Կայծակից պաշտպանություն

Սովորաբար արևային կոլեկտորները տեղադրվում են տանիքի բարձր հատվածների և ծխնելույզի մակարդակից ցածր: Այդ պատճառով արևային կոլեկտորների վնասվելու հավանականությունը կայծակից առանձնապես մեծ չէ: Եթե կան տեղամեր, որոնք կարող են խոցելի լինել կայծակի նկատմամբ, ապա կարելի է կիրառել շանթարգելներ: Այնուամենայնիվ, արևային կոլեկտորի ջերմաստիճանային տվիչի միջոցով կայծակի հավանական վնասից խուսափելու համար պետք է տեղադրել բարձր լարումը ճնշող սարք (TSV), որը ցանկացած բարձր պոտենցիալ շունտում է՝ միցնելով հողանցման լարին:

14. Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի գործարկումը

Տեղադրումից հետո արևային ջրատաքացման համակարգը պետք է լցվի և գործարկվի հնարավորինս շուտ, որպեսզի կոլեկտորներում ավելորդ ջերմություն չկուտակվի: Եթե արեգակնային համակարգի գործարկման հետաձգման անհրաժեշտություն կա, կոլեկտորները պետք է ծածկել՝ արևային ճառագայթներից պաշտպանելու համար:

14.1 Համակարգի կոլեկտորների խողովակային շղթայի լիցքավորում

Խորհուրդ է տրվում սկզբում լվանալ կոլեկտորների խողովակային շղթան մոտավորապես 10 րոպե տևողությամբ: Մանրակրկիտ լվացման արդյունքում հեռացվում է խողովակաշարի միջի կեղտը, որը կարող է գոյանալ մոնտաժի ընթացքում:

Արևային ջրատաքացման համակարգի կոլեկտորների խողովակային շղթան լցվում է ջերմաստար հեղուկով, որը գլիկոլի և ջրի համապատասխան կոնցենտրացիայով խառնուրդ է: Լցնելը պետք է իրականացվի միայն թույլ լուսավորության պայմաններում, ծածկված կոլեկտորներով: Արեգակնային բարձր ճառագայթման պայմաններում համակարգի լցնելը կարող է վնաս հասցնել արևային կոլեկտորներին, ինչպես նաև մյուս բաղադրիչներին:

Արևային ջրատաքացման համակարգը լցնելու համար պետք է օգտագործել լցման սարքավորում, որն ի վիճակի է ապահովել առնվազն 5 բար ճնշում ($1 \text{ բար} \approx 1 \text{ մթնոլորտ}$): Լցման գործընթացն իրականացվում է՝ համաձայն արևային ջրատաքացման համակարգն արտադրող կազմակերպության ցուցումների: Որպես օրինակ, դիտարկենք նկ. 3.12.2 – ում պատկերված պոմպակայանով կազմված տարանջատված տիպի համակարգի լցման գործընթացը:

- Լցման սարքավորման ռետինե շլանգը միացվում է նկ. 3.12.2 – ում պատկերված պոմպակայանի «Լցման կետ» մուտքի խողովակին: Դատարկման շլանգը միացվում է դատարկման փականին: Պոմպակայանի երկու փականը, տեղաբաշխված դեպի կոլեկտոր և կոլեկտորից եկող գծերի վրա, բացվում է:

- Հոսքի չափիչի, հոսքը կարգավորող փականը փակվում է պտուտակահանի միջոցով:

- Լցման սարքավորման տարան լցվում է համակարգի համար բավարար ջերմատար հեղուկով:

- Լցման սարքավորման միջոցով ջերմատար հեղուկը շրջանառություն է կատարում՝ բարձրանալով դեպի արևային կոլեկտորներ, վերադառնում է դեպի ջերմակուտակիչ բաքի ջերմափոխանակիչ կոնտուր և նորից՝ դեպի լցման սարքավորում: Այս շրջանառությունը իրականացվում է մոտավորապես 15 րոպե:

- Երբ լցնող պոմպը գործում է, դատարկման փականը փակվում է, և համակարգի ճնշումը մեծացվում է:

- Երբ ճնշումը հասնում է մոտավորապես մինչև 4 բարի, լցնող փականը փակվում է, և լցնող պոմպն անմիջապես անջատվում է: Ստուգվում են հնարավոր արտահոսքերը: Եթե մանուետրը ցույց է տալիս ճնշման անկում, ապա համակարգում կարող է արտահոսք լինել:

- Հոսքի չափիչի՝ հոսքը կարգավորող փականը վերաբացվում է, և համակարգի պոմպը միացվում է մոտ 15 րոպե:

- Պոմպն անջատվում է, համակարգի ճնշումն իջեցվում է, սահմանվում է 2.3 բար՝ զգուշորեն բացելով դատարկման փականը և բաց թողնելով ջերմատար հեղուկը լցման սարքավորման տարայի մեջ:

- Լցման սարքավորման և դատարկման փականի ռետինե ձկափղերը (շլանգները) հանվում են:

14.2. Օդի հեռացումը համակարգից

Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի միջի օդը հանվում է համակարգը լցնելուց հետո, օդի փականի միջոցով: Օդը պետք է հանվի գործարկումից չորս շաբաթ անց նույնպես:

14.3. Հոսքի արագության կարգավորում

Արևային ջերմային կոլեկտորներից էներգիայի արդյունավետ փոխանցումը դեպի ջերմակուտակիչ բաք ապահովելու համար անհրաժեշտ է ճիշտ կարգավորել ջերմատար հեղուկի հոսքի արագությունը: Խորհուրդ է տրվում այդ հոսքի արագությունը սահմանել 0,5 -ից մինչև 1,5 լ/րոպե արևային կոլեկտորի 1 մ² մակերեսի համար:

Կոլեկտորներից դեպի կուտակիչ բաք ջերմատար հեղուկի հոսքի արագությունը չափվում է պոմպակայանի վրա տեղակայված «Հոսքի չափիչ» - ի միջոցով (նկ. 3.12.2 և 3.12.5): Այդ սարքի վերին մասում կա պտուտակ, որի միջոցով կարելի է կարգաբերել հոսքի արագությունը: Դրա համար պետք է ընտրել պոմպի նվազագույն արագությունը և կարգաբերել ջերմատար հեղուկի հոսքի արագությունը՝ հաշվի առնելով կոլեկտորների մակերեսի մեծությունը: Օրինակ, եթե սահմանում ենք հոսքի արագությունը 1 լ/րոպե արևային կոլեկտորի 1 մ² մակերեսի համար, և

եթե կոլեկտորների մակերեսը 3 մ² է, ապա կարգաբերելով կսահմանենք 3 լ/րոպե արագություն: Եթե պոմպը չապահովի տվյալ հոսքը, ապա պետք է պոմպը գործարկել ավելի մեծ արագությամբ և շարունակել հոսքի կարգաբերումը:

Արևային ջրատաքացման համակարգի մոնտաժի ավարտից հետո պետք է լրացնել գրառումների գրքույկը և թողնել այն պոմպակայանին կից: Այս փաստաթուղթն օգտագործվում է նաև երաշխիքային և տեխնիկական սպասարկման ընթացքում՝ հեշտացնելով այդ գործընթացները: Գրառումների գրքույկում հետագայում նկարագրվում են նաև կատարված սպասարկման աշխատանքները:

3.14. Թերմոսիֆոնային ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգի մոնտաժ

Թերմոսիֆոնային ցածր ճնշումային ջրատաքացման համակարգերի աշխատանքի սկզբունքը դիտարկված է ենթաբաժին 2.3 – ում (նկ. 2.3.5), իսկ կառուցվածքը՝ 2.4 - ում (նկարներ 2.4.1, 2.4.5, 2.4.6 և 2.4.7): Այս տիպի ջրատաքացման համակարգերը լինում են կազմված ջերմակուտակիչ բաքից և ապակյա վակուումային խողովակներից, որոնց մեջ թերմոսիֆոնային շրջանառության միջոցով ջուրը տաքանում է: Օգտագործվում են նաև ջերմային խողովակներով հագեցված ապակյա վակուումային խողովակներ: Թերմոսիֆոնային ջրատաքացման համակարգերը ապակյա վակուումային խաղավակների փոխարեն կարող են լինել հագեցված հարթ պանելային կոլեկտորներով: Համեմատաբար լայն կիրառություն ունեն թերմոսիֆոնային ցածր ճնշումային ապակյա վակուումային խողովակներով կազմված ջրատաքացման համակարգերը: Դիտարկենք դրանց մոնտաժը:

Արևային ջերմային կայանքների մոնտաժի գործընթացը նկարագրվում է արտադրողի կողմից տրամադրվող ցուցումներում, որոնք պետք է խստագույնս հաշվի առնել:

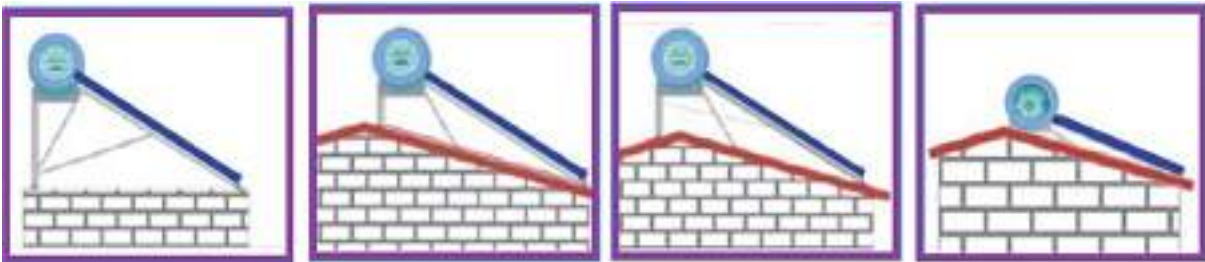
Նախքան մոնտաժային աշխատանքները սկսելը պետք է մանրամասնորեն ծանոթանալ ենթաբաժին 3.2–ում նկարագրված անվտանգության պահանջներին: Բոլոր աշխատողները պետք է ստորագրությամբ հաստատեն, որ ծանոթացել են արևային ջերմային կայանքների մոնտաժի անվտանգության կանոններին:

Թերմոսիֆոնային ցածր ճնշումային արևային ջրատաքացման համակարգի հավաքածուի մեջ ներառված են հետևյալ հիմնական բաղկացուցիչ մասերը:

1. Վակուումային խողովակներ, որոնց քանակը կարող է լինել 12 –ից 30 հատ, չափերը՝ ϕ 58X1800, այսինքն տրամագիծը՝ 58 մմ է, իսկ երկարությունը՝ 1800 մմ:
2. Տաք ջրի կուտակիչ բաք, որի տարողությունը կարող է լինել 100 լ – ից 300 լ: Ներքին բաքը պատրաստվում է հիմնականում չժանգոտվող պողպատից: Նշենք, որ ցածր ճնշումային համակարգերի ներքին բաքի թիթեղը բարակ է արվում՝ համակարգի ցածր զին ապահովելու նպատակով: Ներքին և արտաքին բաքերի միջև ջերմամեկուսացումն ապահովվում է 55 մմ հաստությամբ պոլիուրեթանային փրփուրով:
3. Մետաղական կրող կոնստրուկցիայի դետալներ, ապամոնտաժված, պատրաստված գալվանապատ մետաղից կամ ալյումինի համաձուլվածքից:
4. Վակուումային խողովակները սևեռող (ֆիքսող) պլաստիկ բաժակներ:
5. Մոնտաժային դետալներ (պտուտակներ, պնդողակներ):
6. Էլեկտրական ջեռուցիչ:
7. Ջերմաստիճանային տվիչ:
8. Ավտոմատ կառավարման սարք:

Արևային ջրատաքացման համակարգը պետք է տեղադրվի կոլեկտորներն ուղղված դեպի հարավ: Հորիզոնի նկատմամբ թեքվածության անկյունը ցանկալի է անել տեղանքի աշխարհագրական լայնությանը հավասար (ենթաբաժին 3.8), որը Հայաստանի Հանրապետության համար կազմում է մոտավորապես 40 0:

Տանիքի վրա ջրատաքացման համակարգի տեղաբաշխման տարբերակները ցույց են տրված նկ. 3.14.1 – ում: Սակայն տեղադրման հանարավոր ձևերը այդքանով չեն սահմանափակվում: Լրացուցիչ մետաղական հենասյուներ պատրաստելով՝ կարելի է կոլեկտորը տեղաբաշխել նաև նկարի հարթությանը ուղղահայաց կամ ցանկացած այլ անկյան տակ, կախված տվյալ շենքային կառույցի դիրքից:

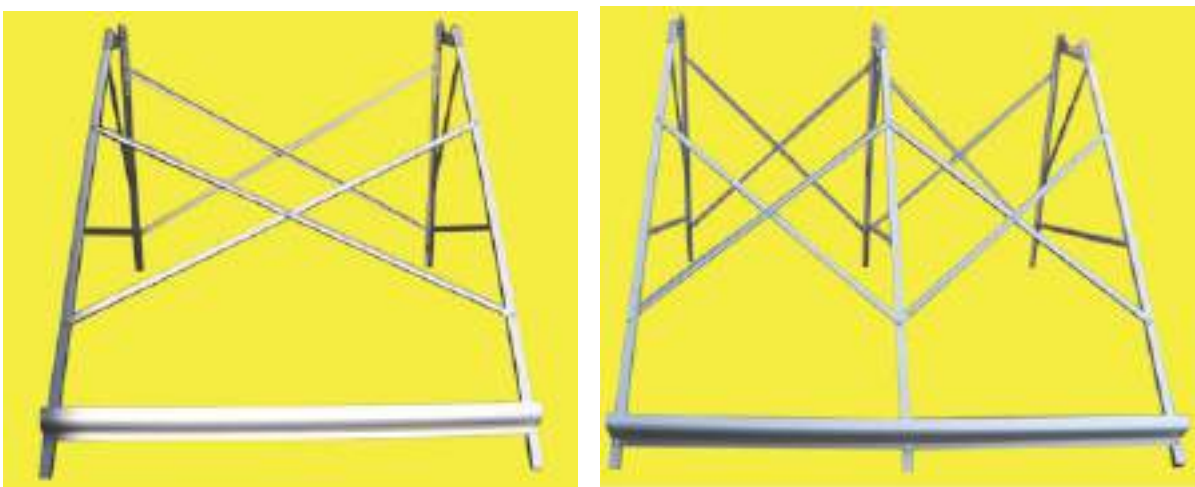


Նկ. 3.14.1. Արևային ջրատաքացման համակարգի տեղաբաշխման տարբերակներ

Արևային ջերմային կայանքի մոնտաժի գործընթացը բաղկացած է հետևյալ աշխատանքներից:

1. Մետաղական կրող կոնստրուկցիայի մոնտաժ և ամրացում տանիքին: Նկ. 3.14.2 – ում պատկերված են այլումինի համաձուլվածքից պատրաստված երկու և երեք հենարանով կրող կոնստրուկցիաներ:

2. Անդրադարձնող դետալների (հայելիների) մոնտաժ, եթե դրանք առկա են տվյալ համակարգում: Արևի ճառագայթներն անդրադարձնող հայելային մակերեսով դետալների միջոցով խողովակների միջև գտնվող տարածությունից Արևի ճառագայթներն ուղղվում են դեպի խողովակները, ինչի արդյունքում մեծանում է կոլեկտորի արդյունավետությունը: Կախված մոդելի տեսակից՝ հնարավոր է, որ անդրադարձնող հայելիները մոնտաժվեն վերջում՝ ամրացնելով դրանք վակուումային խողովակներին:



Նկ. 3.14.2. Երկու և երեք հենարանով կրող կոնստրուկցիաներ

Պետք է նշել նաև, որ եթե ջրատաքացման համակարգում որպես ջերմային կոլեկտոր օգտագործվում է ոչ թե վակուումային խողովակ, այլ հարթ պանելային տիպի կոլեկտոր, ապա մետաղական կրող կոնստրուկցիայի մոնտաժին հաջորդում է կոլեկտորի մոնտաժը:

3. Տաք ջրի կուտակիչ բաքի տեղադրում մետաղական կրող կոնստրուկցիայի վրա:

4. Վակուումային խողովակները սևեռող պլաստիկ բաժակների տեղադրում հորիզոնական կրող դետալի անցքերի մեջ (նկ. 3.14.3):



Նկ. 3.14.3. Բաժակների տեղադրում

5. Վակուումային խողովակների տեղադրում: Բաքի միջի ռետինե օղակների վրա հեղուկ օճառի քսում (նկ. 3.14.4):



Նկ. 3.14.4. Հեղուկ օճառի քսում ռետինե օղակների մակերեսին

Ռետինե պաշտպանիչ օղակի իջեցում վակուումային խողովակի վրայով և խողովակի վերին հատվածի մակերեսի ծածկում հեղուկ օճառով՝ պտտեցնելով խողովակը (նկ. 3.14.5):



Նկ. 3.14.5. Վակուումային խողովակի վերին հասվածի ծածկում հեղուկ օձառով

Պտտեցնելով վակուումային խողովակի տեղադրում բաքի մեջ (նկ. 3.14.6) և ռետինե պաշտպանիչ օղակի տեղափոխում դեպի բաքը, փոշուց պաշտպանելու նպատակով:



Նկ. 3.14.6. Վակուումային խողովակի տեղադրում բաքի մեջ

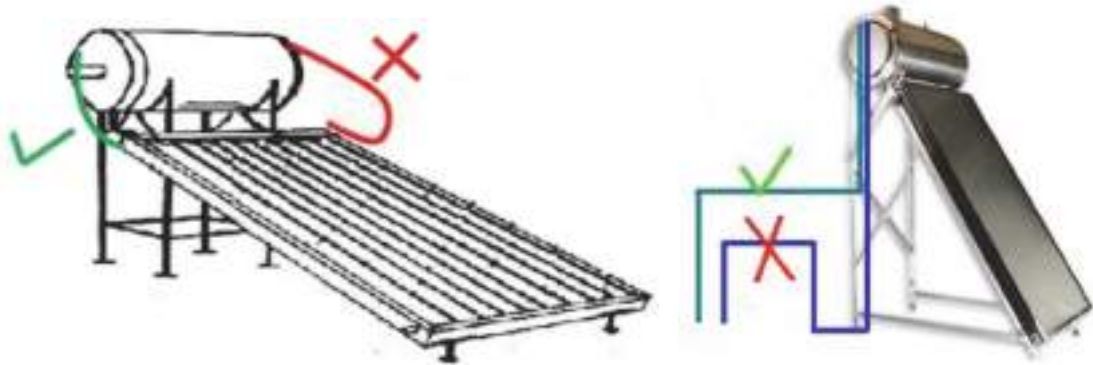
Վակուումային խողովակի մյուս ծայրի տեղադրում պլաստիկ բաժակի մեջ (նկ. 3.14.7):



Նկ. 3.14.7. Խողովակի ներքևի ծայրի տեղադրում պլաստիկ բաժակի մեջ

Բաքի պտտեցում, խողովակի և թեք մետաղական հենարանի զուգահեռության ապահովման նպատակով: Բաքի դիրքի ֆիքսում: Նույն ձևով հաջորդ խողովակների տեղադրում:

Ջրատար խողովակների, օդի և մյուս փականների մոնտաժ՝ համաձայն արտադրողի կողմից ներկայացված ցուցումների: Խողովակների մոնտաժը պետք է կատարել այնպես, որ ջրի շրթայում չառաջանան հանգույցներ, ինչպես ցույց է տրված նկ. 3.14.8 – ում:



Նկ. 3.14.8. Տաք ջրի խողովակի վրա հանգույցներ չպետք է լինեն

6. Բաքի լցումը ջրով և հնարավոր արտահոսքի ստուգում:

7. Ջրատար խողովակների ջերմամեկուսացում: Ձմռանը խողովակները սառցակալումից պաշտպանելու նպատակով հաճախ խողովակների վրա՝ ջերմամեկուսիչի տակ, մոնտաժվում է տաքացնող հողորդալար, որը էլեկտրական էներգիայի միջոցով տաքացնում է խողովակները:

8. Էլեկտրական ջեռուցիչի և ջերմաստիճանային տվիչի մոնտաժ (էլեկտրական ջեռուցիչի միացման հաղորդալարի լայնական կտրվածքը պետք է լինի առնվազն 2,5 մմ²),

9. Ավտոմատ կառավարման սարքի մոնտաժ տանը:

Եթե արևային ջրատաքացման համակարգի վակուումային խողովակները համալրված են ջերմային խողովակներով, ապա մոնտաժային աշխատանքները պետք է կատարել, այնպես ինչպես պատկերված է նկ. 3.14.9 – ում:

Արևային ջերմային կայանքի մոնտաժն ավարտելուց հետո պետք է այն ստուգել, փորձարկել և շահագործման հանձնել: Դրա համար պետք է կատարել հետևյալ գործողությունները:

- Տեղադրված համակարգի տեսողական ստուգում, համոզվելու համար, որ այն լավ է մոնտաժված:

- Ջրատաքացման կայանքի հիդրավլիկ համակարգի ստուգում, բնակարանում բացելով տաք ջրի ծորակը, լցնելով սառը ջուրը բաքի և կոլեկտորի մեջ և թողնելով տաք ծորակը բաց վիճակում այնքան, որ օդի պղպջակներն անհետանան:

- Աշխատանքային տարբեր ռեժիմների ստուգում՝ համաձայն արտադրողի կողմից ներկայացված ցուցումների:

- Ծանոթացում օգտագործողին ջրատաքացման համակարգի աշխատանքին:

Արտադրողի կողմից ջրատաքացման համակարգի շահագործման համար մշակված ձեռնարկի տրամադրում օգտագործողին:



Նկ. 3.14.9. Ջերմային խողովակներով համակարգի մոնտաժ.

1. Վակուումային խողովակը ռետինե պաշտպանիչ օղակով և ջերմային խողովակով, 2. Ջերմային խողովակի դուրս հանում 20 – ից 30 սանտիմետր, 3. Ջերմային խողովակի գլխիկի ծածկում ջերմահաղորդիչ քսուքով, 4. Վակուումային խողովակի ներքնի եզրի տեղադրում պլաստիկ կլոր բռնիչի (բաժակի) մեջ, 5. Ջերմային խողովակի գլխիկի տեղադրում բաքի բնիկի մեջ, 6. Վակուումային խողովակի տեղադրում բաքի բնիկի մեջ, 7. Ներքնից պլաստիկ կլոր բռնիչի կափարիչի ամրացում պտտելով, վակուումային խողովակի տեղաշարժը դեպի վերև և ներքև սահմանափակելու համար, 8. Պտտական շարժումով բաքի դիրքի կարգավորում և ամրացում, 9. Պաշտպանիչ ռետինե օղակի տեղադրում բաքի մոտ և անդրադարձնող հայելիների մոնտաժ, առկայության դեպքում

Մոնտաժային աշխատանքներն ավարտելուց հետո պետք է նաև կազմել կայանքի հանձնման-ընդունման վերաբերյալ փաստաթուղթ, մոնտաժն իրականացնողի և աշխատանքներն ընդունողի ստորագրություններով:

3.15. Ստուգողական հարցեր

1. Շենքային կառույցի ինչ տիպի տանիքներ կան:
2. Նկարագրել թեք տանիքի կառուցվածքը և բաղադրիչ շերտերը:
3. Նկարագրել հարթ տանիքի կառուցվածքը և բաղադրիչ շերտերը:
4. Հարթ տանիքի վրա արևային կոլեկտորների մոնտաժի որ տարբերակն է նախընտրելի:
5. Տանիքի վրա կատարվելիք աշխատանքի դեպքում ինչ հնարավոր վտանգներ և ռիսկեր պետք է գնահատել:
6. Արդյո՞ք տանիքի վրա աշխատողները պետք է ծանոթացված լինեն անվտանգության կանոններին և ստորագրեն համաձայնագիր անվտանգության կանոնները պահպանելու վերաբերյալ:

7. Անվտանգության ի՞նչ լրացուցիչ պահանջներ պետք է հաշվի առնվեն արևային ջերմային կայանների մոնտաժի ընթացքում:
8. Որո՞նք են անհատական ապահովության միջոցները:
9. Տանիքի վրա աշխատանքների կատարման ընթացքում անվտանգության բարձրացման նպատակով ինչ սարքեր և հարմարանքներ են օգտագործվում:
10. Որո՞նք են տանիքի վրա ջրատաքացուցիչի բաղադրիչ հանգույցների բարձրացման միջոցները:
11. Ի՞նչ նախնական աշխատանքներ է պետք կատարել նախքան արևային ջերմային կայանքների մոնտաժը:
12. Ի՞նչ հաջորդականությամբ են կատարվում մոնտաժային աշխատանքները վերադրվող կղմինդրներով թեք տանիքի վրա տեղադրման դեպքում:
13. Որո՞նք են թեք տանիքի վրա արևային ջրատաքացուցիչների տեղադրման առավելությունները և թերությունները:
14. Ի՞նչ հաջորդականությամբ են կատարվում մոնտաժային աշխատանքները վերադրվող կղմինդրներով թեք տանիքի մեջ տեղադրման դեպքում:
15. Որո՞նք են թեք տանիքի մեջ արևային ջրատաքացուցիչների տեղադրման առավելությունները և թերությունները:
16. Ի՞նչ եղանակներով են ամրացվում մետաղական ամրակները հարթ տանիքի վրա:
17. Ի՞նչ հաջորդականությամբ են կատարվում մոնտաժային աշխատանքները հարթ տանիքի վրա տեղադրման դեպքում:
18. Որո՞նք են հարթ տանիքների վրա վակուումային խողովակային կոլեկտորների տեղադրման առավելությունները և թերությունները:
19. Շենքի ճակատային պատերին մոնտաժելու դեպքում ի՞նչ խնդիրներ պետք է հաշվի առնել:
20. Ընտրվո՞ւմ է արդյոք ջերմային կոլեկտորների թեքման անկյունը հորիզոնական հարթության նկատմամբ տեղանքի աշխարհագրական լայնությանը հավասար:
21. Ի՞նչ արտահայտության միջոցով է որոշվում ստվերի առավելագույն չափը դեկտեմբերի 21 – ին:
22. Ի՞նչ արտահայտության միջոցով է որոշվում ստվերի առավելագույն չափը դեկտեմբերի 21 – ին Հայաստանի Հանրապետությունում:
23. Ջերմային կայանքների կոլեկտորների միացման ի՞նչ ձևեր գոյություն ունեն:
24. Խողովակաշարի մոնտաժի ընթացքում ի՞նչ հարցեր պետք է հաշվի առնել:
25. Որո՞նք են խողովակների տեղադրման ընտրանքները:
26. Ի՞նչ նպատակով է օգտագործվում ջերմակուտակիչ բաքը:
27. Ջերմակուտակիչ բաքի մեջ սառը ջուրը մուտք է գործում վերևից, թե՞ ներքևից:
28. Կ՞ա արդյոք ջերմափոխանակիչ ջերմակուտակիչ բաքում:
29. Որո՞նք են տարանջատված տիպի արևային ջրատաքացման համակարգի բաղադրիչ պարագաները:
30. Որո՞նք են պոմպակայնի բաղադրիչ պարագաները:
31. Որտե՞ղ է մոնտաժվում օդի և գոլորշու արտանետման անվտանգության փականը:
32. Որտե՞ղ են մոնտաժվում ջերմաստիճանային տվիչները:
33. Ի՞նչ գործիքակազմ է օգտագործվում արևային ջրատաքացման կայանքի մոնտաժի համար:

34. Ի՞նչ նախնական աշխատանքներ են իրականացվում արևային ջերմային կայանքների մոնտաժի համար:
35. Ի՞նչ պետք է հաշվի առնել արևային կոլեկտորների մոնտաժի ժամանակ:
36. Ի՞նչպես պետք է տեղադրել վակուումային խողովակները:
37. Ի՞նչպես պետք է իրականացնել ընդարձակման բաքի մոնտաժը:
38. Նկարագրեք տարանջատված տիպի համակարգի լցման գործընթացը:
39. Ինչպե՞ս է հեռացվում օդը համակարգից:
40. Ինչպե՞ս է կարգավորվում ջերմատար հեղուկի հոսքի արագությունը:
41. Նկարագրեք թերմոսիֆոնային ջրատաքացման համակարգի մոնտաժի գործընթացները:

4. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՋՐԱՏԱՔԱՑՄԱՆ ԿԱՅԱՆՔՆԵՐԻ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՄՊԱՍԱՐԿՈՒՄ

4.1. Արևային ջրատաքացման կայանքների խափանումների հիմնական աղբյուրները

Արևային ջրատաքացման կայանքները բարդ ջրատաքացման համակարգեր են, որոնք գործում են բավականին լայն ջերմաստիճանային տիրույթում, մոտավորապես -30°C - ից $+250^{\circ}\text{C}$: Այդ պատճառով, հաճախ ի հայտ են գալիս արևային ջրատաքացուցիչների տարբեր տիպի խափանումներ, որոնք վերացվում են տեխնիկական սպասարկման շնորհիվ: Ինչպես պատկերված է նկ. 4.1.1-ում, խափանումների որոշ մասը (15 %) արտադրական ծագում ունի: Խափանումների բավականին մեծ աղբյուրներ են (45 %) համակարգի նախագծումը և աշխատանքների պլանավորումը: Փոքր չէ նաև սխալ մոնտաժային աշխատանքների հետևանքով առաջացած խափանումների մասնաբաժինը (40 %):



Նկ. 4.1.1. Խափանումների աղբյուրները

Ասվածից հետևում է, որ մոնտաժային աշխատանքները պետք է իրականացվեն պատշաճ մակարդակով, բարձր որակավորում ունեցող մասնագետների կողմից: Տարբեր ծագման աղբյուրներ ունեցող խափանումների վերացման նպատակով անհրաժեշտ է նաև ճիշտ կազմակերպել և իրականացնել արևային ջրատաքացման կայանքների տեխնիկական սպասարկման աշխատանքները: Ստորև ներկայացվում են սխալ մոնտաժի և սպասարկման հետևանքով առաջացած մի քանի խափանումների օրինակներ:



ա)



բ)

Նկ. 4.1.2. Ջերմամեկուսիչի վնասվածք (ա) և վնասված պրոպիլեն գլիկոլային խառնուրդ (բ)

Նկ. 4.1.2 ա – ում պատկերված ջերմամեկուսիչի վնասվածքի պատճառ է հանդիսացել մոնտաժի ընթացքում ոչ բավարար ջերմադիմացկունությամբ, արևի ՈւՄ ճառագայթների և խոնավության ազդեցությունների նկատմամբ կայուն ջերմամեկուսիչի կիրառությունը: Որպես հետևանք, համակարգի ջերմային կորուստները խիստ կերպով մեծանում են:

Ամառային շոգ եղանակային պայմաններում, հատկապես արձակուրդային շրջանում, երբ տաք ջրի սպառում չկա, համակարգը հաճախ ենթարկվում է բարձր ջերմաստիճանների ազդեցությանը (կանգ իրավիճակ): Դրա հետևանքով վնասվում են համակարգի բազմաթիվ հանգույցներ, ինչպես նաև ջերմատար հեղուկը: Նկ. 4.1.2 բ –ում պատկերված է այդպիսի վնասված պրոպիլեն գլիկոլային խառնուրդ: Ինչպես երևում է նկարից, խառնուրդի գույնը բավականին մուգ է նորմալ վիճակում գտնվող հակասառեցման խառնուրդների համեմատ: Բարձր ջերմության հաճախակի ազդեցությունների հետևանքով խառնուրդի քիմիական բաղադրությունը փոխվել է և կորել է խառնուրդի անհրաժեշտ ցրտադիմացկունությունը, ինչը ձմռանը պատճառ կհանդիսանա սառցակալման, կոռոզիայի և ամբողջ համակարգի վնասվածքների:

Ջերմաստիճանային տվիչի սխալ մոնտաժի օրինակ է պատկերված նկ. 4.1.3 ա–ում: Տվիչը արևային կոլեկտորի մեջ նախատեսված հատուկ խցիկում տեղակայելու փոխարեն, սխալ կերպով տեղադրված է օդի արտանետման փականի միացման հանգույցին: Այդ դիրքում ջերմաստիճանը ավելի ցածր է, քան կոլեկտորի միջի ջերմաստիճանը: Դրա հետևանքով, ավտոմատ կարգավորիչը միացնում է պոմպը մեծ ուշացումով, կոլեկտորը գերտաքանում է, ջերմային էներգիան արդյունավետ կերպով չի տեղափոխվում դեպի կուտակիչ բաք:

Ընդարձակման բաքի սխալ մոնտաժի դեպքում (նկ. 4.1.3 բ) հնարավոր է օդի կուտակում բաքի մեջ, ինչի հետևանքով համակարգում առաջանում են ճնշման տատանումներ: Բացի այդ, ընդարձակման բաքի դիաֆրագման տաքանում է, ինչը նույնպես անցանկալի է:



ա)



բ)

Նկ. 4.1.3. Ջերմաստիճանային տվիչի սխալ տեղադրում (ա) և ընդարձակման բաքի սխալ մոնտաժ (բ)

4.2. Արևային ջրատաքացման կայանքների սպասարկում

Արևային ջրատաքացման կայանքների մոնտաժից և թողարկումից հետո անհրաժեշտ է իրականացնել տեխնիկական սպասարկում: Պետք է պարբերաբար ստուգել աշխատանքային ռեժիմները և վերացնել հնարավոր անսարքությունները և խափանումները:

Սպասարկման ընթացքում պետք է արևային ջրատաքացման համակարգն օգտագործողներին հարցնել իրենց բավարարվածության մասին, գրանցել նկատված թերությունները և վերացնել դրանք: Սպասարկման աշխատանքը պետք է մանրամասն կերպով նկարագրել տեխնիկական սպասարկման հաշվետվությունում:

Խորհուրդ է տրվում, տարեկան մեկ անգամ կատարել արևային ջերմային համակարգի հետևյալ սպասարկման աշխատանքները:

1. Ստուգել արևային ջերմային կոլեկտորի խողովակաշարի շղթայի, բաքի և պոմպակայանի արտահոսքերը:
2. Պոմպակայանի ջերմաչափերի միջոցով ստուգել արևային կոլեկտորից եկող տաք հոսքի ջերմաստիճանը և պոմպով դեպի կոլեկտոր գնացող սառը հոսքի ջերմաստիճանը:
3. Ստուգել ավտոմատ կարգավորիչի ցուցմունքները, ջերմաստիճանների մուտքագրված արժեքները:
4. Ստուգել արեգակնային համակարգի ճնշումը: Եթե այն ընկել է, համակարգի մեջ պետք է ավելացնել գլիկոլային խառնուրդ և բարձրացնել ճնշումը:
5. Ստուգել արտաքին միջավայրում գտնվող խողովակների ջերմամեկուսացումը, դրանց հնարավոր վնասվածքները, քայքայումը կամ աղտոտումը:
6. Տեսողականորեն ստուգել արևային կոլեկտորները, կոտրված ապակիները, ապակիների/խողովակների թափանցիկության կորուստը:
7. Մաքրել կոլեկտորների մակերեսը՝ օգտագործելով սպունգ, թույլ օճառի և ջրի լուծույթ:
8. Ստուգել ամրացման սարքերը և դետալները, դրանց հնարավոր վնասվածքները և համոզվել, որ բոլոր միացումներն ամուր են:
9. Փորձարկել գլիկոլի լուծույթի ցրտադիմացկունության հատկությունը և pH – ի արժեքը (տես ստորև) և անհրաժեշտության դեպքում փոխարինել:
10. Ստուգել ընդարձակման բաքի լիցքավորման ճնշումը:
11. Ստուգել արևային ջերմային կոլեկտոր - բաք խողովակաշարի շղթայում հոսքի արագությունը և անհրաժեշտության դեպքում այն կարգավորել:
12. Օդի բաժանիչի փականի միջոցով բաց թողնել կուտակված օդը:
13. Ստուգել պոմպի աշխատանքը, դրա աղմուկի մակարդակը:

Վերը նշված սպասարկման գործողությունների մեծ մասը տեսողական (վիզուալ) ստուգումներ են: Յոթերորդ կետում նշված ստուգումներն իրականացվում են չափիչ սարքերի և համապատասխան չափման մեթոդների կիրառությամբ: Դիտարկենք այդ մեթոդները:

Արևային ջրատաքացման կայանքի ջերմատար հեղուկի ցրտադիմացկունության ստուգում

Գլիկոլի և ջրի (թորած) խառնուրդը 40/60 գլիկոլ/ջուր հարաբերակցությամբ ապահովում է ցրտահարությունից մինչև -25 ° C ջերմաստիճան: Օգտվելով ստորև բերված աղյուսակից՝ կարելի է ընտրել ջերմատար հեղուկում գլիկոլի համապատասխան կոնցենտրացիան, հաշվի առնելով տվյալ բնակավայրի ձմեռային նվազագույն հնարավոր ջերմաստիճանը:

Անտիֆրիզ	Ապահովում մինչև
25%	-12 °C
30%	-16 °C
35%	-20 °C
40%	-25 °C

Արեգակնային ջրատաքացուցիչ համակարգում ցրտահարության մակարդակը պետք է ամեն տարի ստուգել՝ օգտագործելով ռեֆրակտոմետր (ստորև ներկայացված է) կամ աերոմետր:



Նկ. 4.2.1. Ռեֆրակտոմետր

рН արժեքի ստուգում

Նախքան рН – ի արժեքի չափման մեթոդի նկարագիրը, հիշենք рН – ի վերաբերյալ հետևյալ դատողությունները:

Լուծույթներում թթվայնության արժեքը պայմանավորված է ջրածնի (H) ատոմների կոնցենտրացիայով, որը փոխվում է 0 - ից 14 միջակայքում, իսկ հիմնայնության արժեքը որոշվում է հիդրօքսիդ իոնների (OH) կոնցենտրացիայով: Լուծույթի рН – ի արժեքը (լատ.՝ pondus Hydrogenii, «ջրածնի կշիռ», արտասանվում է «պե հաշ») ցույց է տալիս լուծույթի թթվայնության չափը: Օրինակ 25 °C ջերմաստիճանում մաքուր ջրում ջրածնի իոնների կոնցենտրացիան և հիդրօքսիդ իոնների կոնցենտրացիան նույնն են, և ջուրը չեզոք է (ոչ թթվային և ոչ հիմնային հեղուկ), որի рН = 7: Եթե լուծույթում ջրածնի (H) կոնցենտրացիան ավելանա, ապա այն կլինի թթվային, իսկ եթե ավելանա հիդրօքսիդի (OH) կոնցենտրացիան, ապա լուծույթը կլինի հիմնային:

Արևային ջրատաքացման համակարգի ջերմատար հեղուկի հաճախակի գերտաքացման (կանգի իրավիճակ) հետևանքով տեղի է ունենում գլխկոլի քայքայում և թթուների առաջացում, ինչը հանգեցնում է արևային կոլեկտորի խողովակների կոռոզիային, որի պատճառով ջերմատար հեղուկի թթվայնության մակարդակը պետք է ստուգել յուրաքանչյուր տարի: Ստուգման իրականացվում է рН–ի արժեքը չափող ժապավենի կիրառությամբ (նկ. 4.2.2): Ստուգման մեթոդի էությունը է հետևյալն է: Ժապավենի թմբուկից կտրվում է փոքր՝ մոտավորապես 5 սմ երկարությամբ կտոր, որի ծայրն ընկղմվում է հեղուկի մեջ: Հանելով հեղուկից՝ նկատվում է ժապավենի գույնի փոփոխություն: Համադրելով ստացված գույնը թմբուկի վրա ներկայացված գույների հետ որոշվում է, թե որ գույնին է համապատասխանում ժապավենի ստացված գույնը: Նշենք, որ թմբուկի վրա, պատկերված են տարբեր գույներ, որոնց դիմաց գրված է յուրաքանչյուր գույնին համապատասխանող рН – ի թվային արժեքը: Համեմատելով ժապավենի ստացված գույնը թմբուկի վրա ներկայացված գույների հետ՝ որոշվում է հետագուտվող հեղուկի рН – ի արժեքը:



Նկ. 4.2.2. рН – ի արժեքը չափող ժապավեն

Եթե ստուգման արդյունքում ստացվում է, որ рН – ի արժեքը 7 –ից ցածր է, ապա գլխկոլային խառնուրդը թթվային է և այն պետք փոխվի:

4.3. Մոնտաժային սխալներ, հետևանքներ և դրանց վերացման ուղիները

Ինչպես նշված է 4.1 ենթաբաժնում, արևային ջրատաքացման համակարգերի խափանումների 40 % – ը մոնտաժային աշխատանքների ընթացքում թույլ տրված սխալների հետևանք է: Այդ սխալների տարածված օրինակները, խմբավորված ըստ առանձին հանգույցների և գործընթացների, դրանց հետևանքները և վերացման ուղիները նկարագրված են ստորև բերված աղյուսակում:

Արևային կոլեկտոր

Սխալներ	Հետևանքներ	Ուղղում, վերացում
Ստվերված կոլեկտորներ	Կոլեկտորների փոքր արդյունավետություն	Հնարավորության դեպքում պետք է տեղափոխել ոչ ստվերված տեղամաս: Հակառակ դեպքում պետք է ավելացնել կոլեկտորների քանակը
Կոլեկտորի ջերմաստիճանային տվիչի տարածքի ստվերում	Ավտոմատ կարգավորիչի ուշացված արձագանք	Տեղափոխել և տեղադրել կոլեկտորը ստվերից գուրկ տարածքում
Տարբեր նյութերի կիրառություն ամրացման և մոնտաժի համար (օրինակ պղինձ ալյումինի հետ)	Կոռոզիայի վտանգ, էլեկտրաքիմիական ռեակցիայի հետևանքով	Փոխարինել դետալները, օգտագործել միանման նյութեր
Տանիքի անհրաժեշտ ջրամեկուսացումը չի ապահովված, կամ կղմինդրների նվազագույն վերադրումը (8 սմ) չի ապահովված	Տանիքի արտահոսք	Հաշվի առնել մոնտաժի հրահանգները, կղմինդրների նվազագույն վերադրման չափի պահպանումը
Դեպի տանիք հետագա հասանելիությունը տեխնիկական սպասարկման համար բարդեցված է	Տեխնիկական սպասարկումը հնարավոր է իրականացնել միայն լրացուցիչ ջանքեր կիրառելով	Ապահովել մատչելիությունը

Արևային կոլեկտոր – ջերմակուտակիչ բաք շղթա

Միասններ	Հետևանքներ	Ուղղում, վերացում
Պոմպակայանից դեպի արևային կոլեկտորներ մուտքի, ելքի խողովակների սխալ միացում	Համակարգի ոչ բավարար արդյունավետություն	Ուղղել մուտքի և ելքի խողովակների միացումները
Չհամապատասխանող ընդարձակման բաքի տեղադրում	Ընդարձակման բաքի դիաֆրագմայի պատվածք, արտահոսք, պայթյունի վտանգ, ուժեղ արտանետում անվտանգության փականից	Համապատասխան ընդարձակման բաքի տեղադրում
Ընդարձակման բաքին միացում ներքևից (սխալ մոնտաժ)	Օդի և գոլորշու կուտակում ընդարձակման բաքում, ճնշման տատանումներ, դիաֆրագմայի պատվածք	Միացում (մոնտաժ) ընդարձակման բաքին վերևից
Չհամապատասխանող օդի արտանետման անվտանգության փականի տեղադրում	Գերտաքացում և վնասվածքներ դրա պատճառով	Օգտագործել 150 °C – ի պայմաններում գործող, ստուգված օդի արտանետման անվտանգության փական
Մոնտաժված խողովակների կայունության անհամապատասխանություն ճնշմանը, ջերմաստիճանին	Արտահոսքեր	Օգտագործել ճնշմանը և ջերմաստիճանին դիմակայող նյութերից պատրաստված խողովակներ
Պղնձյա խողովակների լայնական կտրվածքի փոքրացում մոնտաժի ընթացքում անզգույշ գործողությունների (սեղմում, հարված) հետևանքով	Համակարգի ոչ արդյունավետ աշխատանք, ջերմատար հեղուկի հոսքի արագության նվազում, արևային կոլեկտորների գերտաքացում, ջերմակուտակիչ բաքում ցածր ջերմաստիճան, պոմպի երկարատև աշխատանք	Ստուգել արևային կոլեկտոր – բաք շղթայի բոլոր խողովակների վիճակը և փոխարինել վնասվածները (նշված ստուգումը բարդանում է խողովակների վրա ջերմամեկուսիչի առկայության պատճառով)
Հետադարձ հոսքի կանխարգելիչ փականի վնասվածք կամ բացակայություն	Ջերմության կորուստ գիշերային ժամերին	Հետադարձ հոսքի կանխարգելիչ փականի վերանորոգում, փոխարինում կամ տեղադրում բացակայության դեպքում
Օդի բաժանիչի վնասվածք կամ բացակայություն	Օդը չի բաժանվում ջերմատար հեղուկից, հնարավոր է հեղուկի շղթայի ընդհատում	Օդի բաժանիչի վերանորոգում, փոխարինում կամ տեղադրում բացակայության դեպքում

Ջերմակուտակիչ բաք

Միավորներ	Հետևանքներ	Ուղղում, վերացում
Բաքի ջերմափոխանակիչի մուտքի և ելքի սխալ միացում պոմպակայանին	Ջերմության վատ փոխանցում բաքի ջրին, բաքում ջրի շերտավորման պայմանների վատթարացում, հնարավոր է նաև տաք ջերեմատար հեղուկի հոսք դեպի պոմպ և արևային կոլեկտոր	Ճշտել միացումները, հաշվի առնելով, որ արևային կոլեկտորի վերին ելքից դուր եկող տաք ջերմատարով խողովակը, անցնելով պոմպակայանի միջով, պետք է միանա բաքի ջերմափոխանակիչի վերին կետին, իսկ դրա ներքևի կետը պետք է միանա պոմպով դեպի կոլեկտոր գնացող գծին
Բաքի ջերմաստիճանային տվիչների էլեկտրական կոնտակտի բացակայություն կամ տվիչների վատ ջերմային կոնտակտ բաքի հետ	Համակարգի վատ կարգավորում: Օրինակ, լրացուցիչ ջերմության աղբյուրը կարող է մնալ միացված վիճակում, բաքում բավականին բարձր ջերմաստիճանների պայմանում	Ապահովել տվիչների էլեկտրական միացումները և դրանց պատշաճ ջերմային կոնտակտը բաքի հետ, օգտագործելով ջերմահաղորդիչ մածուկ
Երկու ջերմափոխանակիչներով բաքի վերևի ջերմափոխանակիչի ելուստների սխալ միացում լրացուցիչ ջերմության աղբյուրին	Բաքում ջրի շերտավորման խափանում, բաքից դուրս եկող օգտագործվող տաք ջրի ելքի խողովակում ջերմաստիճանի նվազում	Լրացուցիչ ջերմության աղբյուրի տաք ջրի ելքի խողովակը միացնել վերևի ջերմափոխանակիչի վերևի մուտքին, իսկ դրա ներքևի կետը – լրացուցիչ ջերմության աղբյուրի մուտքին

Միացման հանգույցներ

Միավորներ	Հետևանքներ	Ուղղում, վերացում
Ցածր ջերմադիմացկունությամբ միացման դետալների և զողանյութի կիրառում	Ջրի արտահոսք, որը կարող է ի հայտ գալ նաև երկարատև շահագործումից հետո	Օգտագործել ջերմադիմացկուն դետալներ և զողանյութ
Պնդողակների թույլ ամրացում	Ջրի արտահոսք, որը կարող է ի հայտ գալ նաև երկարատև շահագործումից հետո	Պատշաճ կերպով ամրացնել պնդողակները, ստուգել արտահոսքը, համակարգը լցնելուց հետո
Պլաստիկ խողովակների օգտագործում բարձր ջերմաստիճանային տեղամասերում	Արտահոսք, աշխատանքի խափանում	Օգտագործել պղնձյա կամ պողպատե խողովակներ բարձր ջերմաստիճանային տեղամասերում

Ջերմամեկուսացում

Միավորներ	Հետևանքներ	Ուղղում, վերացում
Խողովակների չափազանց թերի մեկուսացում	Մեծ ջերմային կորուստներ	Բարելավել ջերմային մեկուսացումը՝ ապահովելով ջերմամեկուսիչի բավարար հաստություն
Հանքային բամբակի օգտագործում արտաքին տարածքներում	Խոնավության մուտք, սառույցի ձևավորում, ջերմահաղորդականության մեծացում, ջերմամեկուսացման ոչնչացում	Օգտագործել արտաքինից ծածկված ջերմամեկուսիչներ, միայն ոչ հանքային բամբակ՝ արտաքին միջավայրում
Մետաղյա ծածկույթի բացակայություն	Թռչունների վնաս, արևային ՈւՄ ճառագայթների վնաս, մթնոլորտային տեղումների վնաս	Օգտագործել մետաղյա ծածկույթ

Ավտոմատ կարգավորիչ

Միավորներ	Հետևանքներ	Ուղղում, վերացում
Ջերմաստիճանների տարբերության նախանշված չափը շատ մեծ է	Համակարգի ոչ արդյունավետ շահագործում, փոքրաքանակ ջերմային էներգիայի ստացում	Ջերմաստիճանների տարբերության չափը մուտքագրել համաձայն արտադրողի կողմից սահմանված չափի, որը մոտավորապես 5 – 7 °C է
Ջերմակուտակիչ բաքի առավելագույն ջերմաստիճանը նախանշված է 60 °C – ից բարձր	Տեղի կունենա ջերմափոխանակիչների պատում կալցիումով	Մուտքագրել բաքի առավելագույն ջերմաստիճանը 60°C
Տվիչների սխալ միացում ավտոմատ կարգավորիչի կոնտակտներին, այսինքն՝ արևային կոլեկտորի տվիչի միացում այն կոնտակտներին, որոնց պետք է միանա բաքի տվիչը(ները) և հակառակը	Պոմպը կմիացվի միայն այն դեպքում, երբ բաքի ջերմաստիճանը գերազանցի կոլեկտորի ջերմաստիճանին, ինչը տեղի կունենա միայն լրացուցիչ ջերմության աղբյուրի ինտենսիվ օգտագործման դեպքում, այսինքն՝ տեղի կունենա համակարգի ոչ արդյունավետ օգտագործում	Պետք է ճշտել տվիչների միացումները կարգավորիչին

Շահագործման հանձնում, թողարկում

Միավորներ	Հետևանքներ	Ուղղում, վերացում
Ցրտադիմացկուն ջերմատար հեղուկում ջուր/պրոպիլեն գլիկոլի համամասնությունը չափազանց բարձր է (> 50 %)	Ջերմատար հեղուկի մածուցիկության մեծացում, ինչի հետևանքով ջերմության վատ տեղափոխում արևային կոլեկտորից դեպի կուտակիչ բաք, պոմպի կողմից էներգիայի մեծ սպառում	Օգտագործել արտադրողի կողմից տրվող պատրաստի խառնուրդը կամ 40 % - անոց պրոպիլեն գլիկոլի խառնուրդ, կամ տվյալ կլիմայական պայմաններին բավարարող խառնուրդ
Վակուումային խողովակների մեջ տեղադրված ջերմային խողովակների գլխիկները չեն ծածկվել ջերմահաղորդիչ մածուկով	Համակարգի փոքր արդյունավետություն, արտադրված ջերմային էներգիայի վատ փոխանցման հետևանքով և ջերմային խողովակների ծառայության ժամկետի կրճատում, բարձր ջերմաստիճանային պայմաններում գտնվելու հետևանքով	Ջերմային խողովակների գլխիկները ծածկվել ջերմահաղորդիչ մածուկով
Համակարգի արևային կոլեկտորների խողովակային շղթայի լիցքավորում պայծառ արևի ճառագայթների տակ	Գոլորշու առաջացում, կոլեկտորների գերտաքցման հետևանքով, հնարավոր չէ ավարտել լիցքավորումը	Զլիցքավորել համակարգը արևի առկայության դեպքում
Արևային կոլեկտորների խողովակային շղթայի միջից օդի ոչ պատշաճ հեռացում, օրինակ լիցքավորման չափազանց կարճ (<15 րոպե) տևողության հետևանքով, կամ օդի վատ հեռացում համակարգի ամենբարձր կետից	Արևային կոլեկտորների խողովակային շղթայում կուտակվում է օդ, ինչի հետևանքով խափանվում է տաք ջերմատար հեղուկի տեղափոխումը արևային կոլեկտորներից դեպի կուտակիչ բաք	Պատշաճ կերպով հեռացնել օդը, բաց թողնել օդը համակարգի բոլոր բարձր կետերից և պոմպակայանի օդի բաժանիչից
Պոմպի անբավարար աշխատանք	Օդի առկայություն արևային կոլեկտորների խողովակային շղթայում (տես նախորդ կետը), շահագործման բարձր ծախսեր	Օգտագործել կենտրոնախույս պոմպեր և հեռացնել օդը հակարգի միջից
Համակարգի ճնշումը չափազանց ցածր է	Ջերմային էներգիայի վատ փոխանցում արևային կոլեկտորներից դեպի բաք, հնարավոր են նաև կոլեկտորների և բաքի շղթայի խողովակաշարում ընդհատումներ	Անհրաժեշտ է վերացնել հնարավոր արտահոսքերը, ավելացնել ջերմատար հեղուկը և համակարգի ճնշումը վերականգնել մինչև պահանջվող չափը
Բացակայում է արևային ջրատաքացման համակարգի գծագիրը, բաղկացուցիչ հանգույցների տեղաբաշխումը	Հնարավոր չի լինում արագ իրականացնել տեխնիկական սպասարկումը մասնագետի կողմից	Փակցնել պատին արևային ջրատաքացման համակարգի գծագիրը

Սպասարկում

Միավորներ	Հետևանքներ	Ուղղում, վերացում
Ջերմատար հեղուկի ցրտա- դիմացկունության ստուգ- ման բացակայություն	Հնարավոր է սառցակալում և խողովակների վնասվածքներ դրա հետևանքով	Ջերմատար հեղուկի ցրտա- դիմացկունության ստուգում համապատասխան չափիչ սարքով (ռեֆրակտոմետր, աերոմետր)
Բացակայում է pH - ի արժեքի ստուգումը	Հնարավոր է խողովակների կոռոզիա և էրոզիա	pH - արժեքի ստուգում չափիչ ժապավենով
Վերալիցքավորում ան- հայտ ջերմատար հեղու- կով	Անորոշ քիմիական հատկու- թյուններ, անորոշ ցրտադի- մացկունություն և pH – ի արժեք	Լիցքավորել պահանջվող տիպի ջերմատար հեղուկով

Կազմակերպում

Միավորներ	Հետևանքներ	Ուղղում, վերացում
Պատվիրատուի և տե- ղադրողի միջև հաղոր- դակցության խնդիր	Տեղադրումը տարբերվում է պատվիրատուի պատկե- րացրածից	Պատվիրատուի կարիքների և տեղադրվող համակարգի հնա- րավոր լավագույն համապատասխանեցում
Շենքը կառուցող մյուս մասնագետների (սանտեխ- նիկայի, էլեկտրականու- թյան, տանիքի) հետ աշ- խատանքների պլանա- վորման անհամաձայ- նություն	Շենքի կառուցման գործընթացի խախտում, արևային ջրատաքացման կայանքի տեղադրման խոչընդոտում	Ժամանակին և ճշգրիտ համաձայնությունների ձեռք բերում շենքը կառուցողների, ինչպես նաև պատվիրատուի հետ

4.4. Խափանումների աղբյուրի բացահայտման և վերացման օրինակներ

Դիտարկենք արևային ջրատաքացուցիչ կայանքների խափանումների հնարավոր աղբյուրների բացահայտման և վերացման ուղիների տարածված օրինակները: Դիտարկումը կիրականացնենք տարանջատված ճնշումային տիպի ջրատաքացուցիչ կայանքների հիման վրա, քանի որ դրանք ավելի բարդ են, քան թերմոսիֆոնային ոչ ճնշումային ջրատաքացման համակարգերը և արևային ջրատաքացման կարևորագույն տիպի համակարգեր են: Բացի այդ, բարդ համակարգերի խափանումների բացահայտման և վերացման վերաբերյալ ձեռք բերած հմտությունները թույլ կտան հեշտությամբ իրականացնել ավելի պարզ, թերմոսիֆոնային կայանքների սպասարկումը:

Համակարգի ճնշման անկում

Խափանման առաջացման հնարավոր պատճառները	Խափանման վերացման ուղիները
Ջերմատար հեղուկի արտահոսք արևային կոլեկտոր – բաք շղթայում	Ստուգել բոլոր միացումները և գոդման տեղամասերը
Ընդարձակման բաքի վնասվածք	Փոխարինել նորով
Ճնշումն իջեցնող անվտանգության փականի վնասվածք	Վերանորոգել փականը կամ փոխարինել նորով
Օդի արտանետման անվտանգության փականի վնասվածք	Վերանորոգել, կամ փոխարինել նորով

Արևի ճառագայթումն առկա է, բայց պոմպը չի գործում

Խափանման առաջացման հնարավոր պատճառները	Խափանման վերացման ուղիները
Պոմպը վնասված է	Ստուգել պոմպի էլեկտրական սնուցման առկայությունը; Ստուգել պոմպի աշխատանքը՝ միացնելով այն առանձին էլեկտրասնուցման շղթայի; Մաքրել պոմպը հնարավոր աղտոտվածությունից; Փոխարինել նորով
Ավտոմատ կարգավորիչը չի աշխատում	Ստուգել ավտոմատ կարգավորիչի էլեկտրասնուցումը; Ստուգել ջերմաստիճանային տվիչները; Ստուգել, արդյոք ավտոմատ կարգավորիչը միացնում է պոմպի էլեկտրասնուցումը: Եթե ավտոմատ կարգավորիչը չի միացնում պոմպի էլեկտրասնուցումը, ապա այն պետք է ուղարկել արտադրողին կամ փոխարինել նորով:
Ավտոմատ կարգավորիչն աշխատում է, բայց նախանշված ջերմաստիճանների տարբերությունը շատ մեծ է	Մուտքագրել ջերմաստիճանների տարբերության չափը՝ համաձայն պահանջների (6 °C)

Ջերմաստիճանների տարբերությունը արևային կոլեկտորի և կուտակիչ բաքի միջև շատ մեծ է

Խափանման առաջացման հնարավոր պատճառները	Խափանման վերացման ուղիները
Ջերմատար հեղուկի հոսքի արագությունը սխալ է կարգավորված	Կարգավորել ջերմատար հեղուկի հոսքի արագությունը համաձայն պահանջի
Արևային կոլեկտոր – բաք շղթայում կա խցանում	Ստուգել ջերմատար հեղուկի հոսքի արագությունը, մաքրել համակարգը
Պոմպը վնասված է	Ստուգել պոմպը և ավտոմատ կարգավորիչը
Եթե ջերմակուտակիչ բաքի ջերմափոխանակիչի մուտքի և ելքի խողովակների ջերմաստիճանների տարբերությունը մեծ չէ, ապա բաքի մեջ ջերմափոխանակիչն աղակալված է	Պետք է մաքրել ջերմափոխանակիչը: Եթե դա անհնար է, ապա բաքը պետք է փոխարինել նորով

Պոմպն աշխատում է, բայց հոսքի արագության չափիչը այն ցույց չի տալիս

Խափանման առաջացման հնարավոր պատճառները	Խափանման վերացման ուղիները
Հնարավոր է, որ փակված լինեն արևային կոլեկտոր – բաք շղթայում փականները	Պետք է բացել փականները և ձեռնարկել միջոցներ, որպեսզի դրանք պատահաբար չփակվեն
Աղտոտված է ֆիլտրը	Մաքրել ֆիլտրը
Հետադարձ հոսքի կանխարգելիչ փականը վնասված է	Ստուգել հետադարձ հոսքի կանխարգելիչ փականը, վերանորոգել կամ փոխարինել նորով
Առկա են օդի կուտակումներ արևային կոլեկտոր – բաք շղթայի բարձրադիր տեղամասերում	Վերալիցքավորել արևային կոլեկտոր – բաք շղթան (գոլորշու հասցրած հնարավոր վտանգներից խուսափելու համար, այդ աշխատանքը պետք է կատարել վաղ առավոտյան կամ ուշ երեկոյան ժամերին)

Գիշերային ժամերին ջերմակուտակիչ բաքը զգալի կերպով սառչում է, առանց տաք ջրի սպառման

Խափանման առաջացման հնարավոր պատճառները	Խափանման վերացման ուղիները
Ջերմակուտակիչ բաքի և դրան մախցված դետալների ջերմամեկուսացումը վնասված է	Ստուգել ջերմամեկուսացումը և անհարաժեշտության դեպքում այն վերականգնել
Պոմպն աշխատում է գիշերային ժամերին	Ստուգել ավտոմատ կարգավորիչը և ջերմաստիճանային տվիչները
Հետադարձ հոսքի կանխարգելիչ փականը վնասված է	Ստուգել հետադարձ հոսքի կանխարգելիչ փականը, վերանորոգել կամ փոխարինել նորով

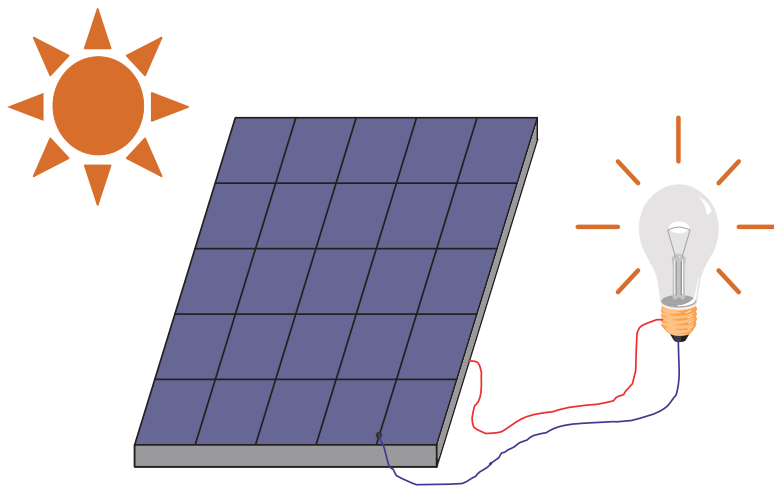
4.5. Ստուգողական հարցեր

1. Որո՞նք են արևային ջրատաքացման կայանքների խափանումների հիմնական աղբյուրները:
2. Որքա՞ն է կազմում մոնտաժային աշխատանքների հետևանքով առաջացած խափանումների մասնաբաժինը:
3. Որո՞նք են արևային ջերմային համակարգի սպասարկման աշխատանքները:
4. Պետք է արդյոք ստուգել ջերմատար հեղուկի ցրտադիմացկունությունը սպասարկման ընթացքում:
5. Ի՞նչ սարքով/երով կարելի է ստուգել ջերմատար հեղուկի ցրտադիմացկունությունը սպասարկման ընթացքում:
6. Ի՞նչ է բնութագրում լուծույթի pH – արժեքը:
7. Ի՞չի միջոցով և ինչպես է չափվում լուծույթի pH – ի արժեքը:
8. Ինչպիսի՞ մոնտաժային սխալներ կարող են լինել: Որո՞նք են մոնտաժային սխալների հետևանքները և վերացման ուղիները:
9. Բերել խափանումների աղբյուրի բացահայտման և վերացման օրինակներ:

5. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՖՈՏՈՎՈԼՏԱՅԻՆ ԿԵՐՊԱՓՈԽԻՉՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՍԿՉԲՈՒՆՔԸ

5.1. Ֆոտովոլտային կերպափոխիչների աշխատանքի սկզբունքը և հիմնական բնութագրերը

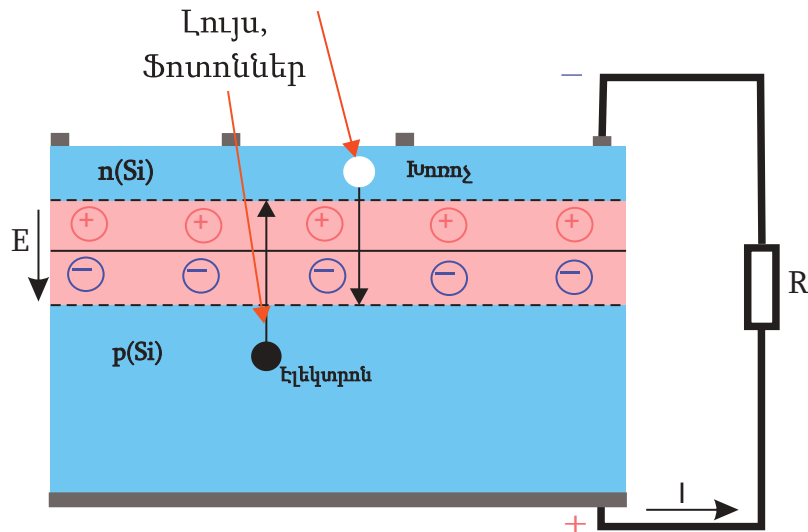
Արեգակնային էներգիայի փոխակերպման ֆոտովոլտային (ՖՎ) մեթոդը արևային էներգիայի ուղղակի փոխակերպումն է էլեկտրականի: Էներգիայի փոխակերպումը կատարվում է ֆոտոէֆեկտի միջոցով, որն առաջանում է արևային էներգիայի ՖՎ կերպափոխիչներում, այսինքն՝ արևային կիսահաղորդչային մարտկոցներում, որոնցից կազմված են արևային մոդուլները (նկ. 5.1.1):



Նկ. 5.1.1. Արևային էներգիայի հարթ պանելային ֆոտովոլտային կերպափոխիչ մոդուլ (վահանակ)

Արեգակնային մարտկոցների պատմությունը սկսվում է 1839 թվականից, երբ Ֆրանսիացի ֆիզիկոս Էդմոնդ Բեքուերելը հայտնաբերեց ֆոտովոլտային երևույթը: Դրան հաջորդեցին հետագա բացահայտումները: 1876 - ին պատրաստվեցին արեգակնային մարտկոցներ սելենից, որոնք արևային ճառագայթման տեսանելի տիրույթում լույսը վերածում էին էլեկտրականության և ունեին 1-2% արդյունավետություն: 1950-ականների սկզբին ստեղծվեց կիսահաղորդիչների մոնոբյուրեղների աճեցման Չոխրալսկու մեթոդը, որը ներկայումս էլ օգտագործվում է միկրոէլեկտրոնային արդյունաբերությունում, մոնոբյուրեղային սիլիցիում աճեցնելու համար: 1954 թ.-ին ԱՄՆ – ում պատրաստվեց 4% արդյունավետությամբ սիլիցիումային արևային մարտկոց, որի արդյունավետությունը հետագայում հասավ 11%-ի: Անցյալ դարի կեսերից արևային ֆոտովոլտային մարտկոցները սկսեցին կիրառվել տիեզերական արբանյակների էլեկտրասնուցումն ապահովելու նպատակով: Ընդհանուր առմամբ, տիեզերական հետազոտությունը կարևոր դեր է խաղացել արևային մարտկոցների զարգացման մեջ: 1973-74 թվականների նավթային ճգնաժամի տարիներին մի քանի երկրներ սկսեցին գործարկել ֆոտոէլեկտրական ծրագրեր, ինչը հանգեցրեց տարբեր երկրներում ՖՎ համակարգերի տեղադրմանը: Ներկայումս արտադրվող արևային էներգիայի ՖՎ կերպափոխիչներն ունեն բավականին բարձր արդյունավետություն (17-22%) և մեծ կիրառություն: Դիտարկենք արևային մարտկոցների աշխատանքի սկզբունքը:

Ֆոտովոլտային կերպավորիչները կամ արևային մարտկոցները պատրաստվում են կիսահաղորդչային նյութից, հիմնականում սիլիցիումից: Բարձր ջերմաստիճանային վառարանում (մոտավորապես 1100 °C), դիֆուզիայի միջոցով սիլիցիումի մեջ ներմուծելով ֆոսֆորի և բորի ատոմներ, ստացվում են համապատասխանաբար n (negative) և p (positive) տիպի հաղորդականություններով օժտված տիրույթներ (նկ. 5.1.2): Այնուհետև, վերևի n տիրույթը ծածկվում է սանրածն կառուցվածքի մետաղական էլեկտրոդով (կոնտակտով), որը հնարավորություն է տալիս արևի ճառագայթներին թափանցելու սիլիցիումի մեջ: Իսկ ներքևի p տիրույթը ամբողջապես է ծածկվում մետաղական էլեկտրոդով: Այսպիսով, արևային մարտկոցը կիսահաղորդչային դիոդ է՝ օժտված դիոդին հատուկ բնութագրերով: Այն միաժամանակ լուսազգայուն է և այդ առումով նման է կիսահաղորդչային ֆոտոդիոդին:



Նկ.5.1.2. Արևային մարտկոցի լայնական հատույթը

Արևային մարտկոցի p և n տիպի հաղորդականություններով օժտված տիրույթների միջև ստեղծվում է որոշակի E լարվածությամբ ներքին էլեկտրական դաշտ, որը կարևոր նշանակություն ունի մարտկոցի կոնտակտների վրա լարման և արտաքին շղթայում էլեկտրական հոսանքի առաջացման խնդրում: Այդ դաշտի առաջացման բացատրությունը հետևյալն է: Քանի որ p տիրույթը հագեցված է խոռոչներով (դրական լիցքակիրներով), իսկ n տիրույթը՝ էլեկտրոններով (բացասական լիցքակիրներով), ապա p–n անցման ստեղծման պահից սկսած, կոնցենտրացիաների տարբերության պատճառով, որոշակի քանակությամբ խոռոչներ դիֆուզիայի միջոցով տեղափոխվում են n տիրույթ, որտեղ հանդիսանալով ոչ հիմնական լիցքակիրներ, ենթարկվում են ռեկոմբինացիայի, այսինքն՝ չեզոքանում են, միանալով էլեկտրոնների հետ: Հեռացած խոռոչների տեղերում մնում են բորի իոնացված ատոմները՝ բացասական լիցքով (նկ.5.1.2): Նույն ձևով էլեկտրոնները n տիրույթից տեղափոխվում են p տիրույթ, իսկ հեռացած էլեկտրոնների տեղերում մնում են ֆոսֆորի իոնացված ատոմները՝ դրական լիցքով (նկ.5.1.2): Այսպիսով p - n կոնտակտի անցումային տիրույթում առաջանում է ազատ լիցքակիրներ չպարունակող, սակայն անշարժ իոնացված ատոմներ պարունակող տիրույթ, ներքին E լարվածությամբ էլեկտրական դաշտով:

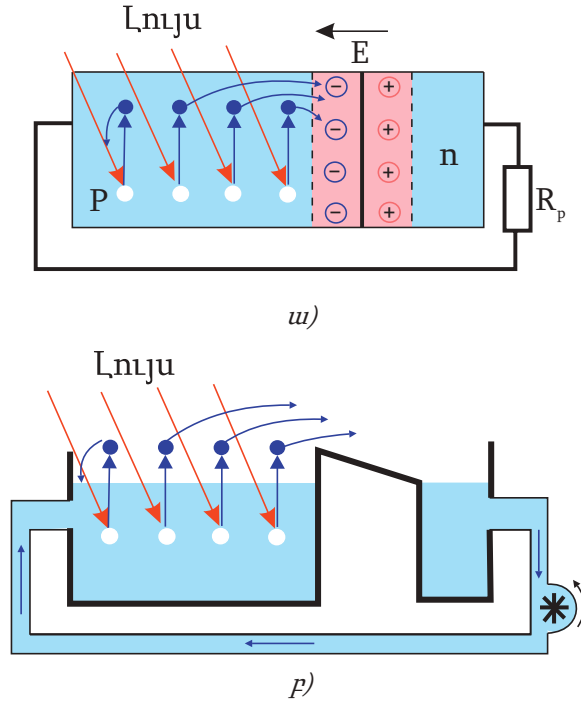
Արևի ճառագայթները (ֆոտոնները), ընկնելով արևային մարտկոցի մակերևույթին և կլանվելով վերջինիս ծավալում, ստեղծում են (զենեքացնում են) նոր, լրացուցիչ էլեկտրական լիցքակիրներ - էլեկտրոններ և խոռոչներ: Այսինքն՝ էլեկտրոնը, ստանալով լույսի էներգիան, պոկ-

վում է իր ատոմից, դառնալով ազատ լիցքակիր (բացասական), իսկ իր տեղը մնում է դատարկ, ստեղծվում է խոռոչ, որին վերագրում ենք դրական լիցքի գաղափարը: Ներքին E լարվածությամբ էլեկտրական դաշտի ազդեցության տակ խոռոչները ու տիրույթից տեղափոխվում են դեպի p տիրույթ (հոսանքի խոռոչային բաղադրիչ), իսկ էլեկտրոնները՝ p – ից ու (հոսանքի էլեկտրոնային բաղադրիչ),: Արևային մարտկոցի վերին ու տիրույթի կոնտակտը լիցքավորվում է բացասական, իսկ ներքևի p տիրույթի կոնտակտը՝ դրական լիցքով, այսինքն՝ առաջանում է պոտենցիալների տարբերություն, և արտաքին շղթայով՝ բեռի դիմադրության միջով անցնում է էլեկտրական հոսանք:

Արևային մարտկոցի աշխատանքի սկզբունքը ավելի պարզ նկարագրելու համար դիտարկենք միայն հոսանքի էլեկտրոնային բաղադրիչը՝ p – ից դեպի ու տիրույթ: Այդ մոտեցումը հիմնավորվում է նրանով, որ լույսի էներգիան կլանվում է հիմնականում արևային մարտկոցի p տիրույթում, քանի որ այն շատ ավելի լայն է ու տիրույթի համեմատ: Այսպես, արևային մարտկոցի ընդհանուր, մոտավորապես 0.2 մմ հաստության դեպքում, որը կազմում է 200 մկմ, ու տիրույթի հաստությունը մոտ 1 մկմ է: Այսինքն՝ արևային մարտկոցի ֆոտոհոսանքը հիմնականում պայմանավորված է p տիրույթում լույսի կլանման հետևանքով գեներացված նոր ազատ էլեկտրոններով և դրանց հոսքով (դիֆուզիա) դեպի ու տիրույթ, ներքին էլեկտրական դաշտի ազդեցության տակ (նկ. 5.1.3 ա): Նշենք, որ այն էլեկտրոնները, որոնք p – ու կոնտակտի անցումային տիրույթից գտնվում են մեծ հեռավորության վրա, որոշակի ժամանակահատվածում նորից միանում են իրենց ատոմներին (այս պրոցեսը կոչվում է ռեկոմբինացիա) և չեն մասնակցում ֆոտոհոսանքի առաջացմանը (նկ. 5.1.3 ա): Ռեկոմբինացիայի հետևանքով նվազում է արևային մարտկոցի արդյունավետությունը:

Այժմ, հետագա պարզեցման նպատակով, լիցքակիրների դիտարկված տեղաշարժը նկարագրենք՝ օգտվելով արևային մարտկոցի հետևյալ ջրային մոդելից: Կիսահաղորդչային p և ու տիրույթները, որոնք պատկերված են նկ. 5.1.3 ա – ում, ներկայացնենք ջրով լցված անոթների - թասերի տեսքով, բաժանված միմյանցից թեք հարթությամբ և կապված միմյանց արտաքին ջրատար խողովակով, ստեղծելով հաղորդակից անոթներով կազմված համակարգ, ինչպես պատկերված է նկ.5.1.3 բ – ում: Ակնհայտ է, որ հավասարակշռված վիճակում ջրի մակարդակը p և ու տիրույթներում կլինի նույնը և արտաքին ջրատար խողովակով ջրի հոսք չի լինի: Ենթադրենք, որ Արևի ճառագայթները կլանվում են միայն ձախակողմյան p տիրույթում, ինչպես պատկերված է նկարում: Ստանալով Արևի էներգիան՝ ջրի ատոմները կգոլորշիանան և կբարձրանան դեպի վեր՝ ձեռք բերելով որոշակի պոտենցիալ էներգիա: Քանի որ աջ կողմից գոլորշիներ չկան, ուստի դիֆուզիայի շնորհիվ ջրի որոշ ատոմներ կտեղափոխվեն դեպի աջ, այսինքն՝ դեպի ու տիրույթ, և կոնդենսանալով, թեք հարթության վրայով կհոսեն դեպի ու տիրույթ՝ լցնելով աջակողմյան թասը: Նույն ձևով, ինչպես պատկերված է նկ. 5.1.3 ա – ում, լույսի կլանման հետևանքով p տիրույթում էլեկտրոնները ստանալով լրացուցիչ էներգիա, պոկվում են իրենց ատոմներից (գեներացիա) և դիֆուզիայի միջոցով տեղափոխվում են ու տիրույթ: Արդյունքում հաղորդակից անոթներից աջ անոթի մակարդակը կբարձրանա, և անոթները միմյանց կապող արտաքին խողովակի միջով ջուրը կհոսի դեպի ձախակողմյան անոթը (նկ. 5.1.3 բ): Այդ ջրային հոսքը կստեղծվի նաև այն պատճառով, որ գոլորշացման հետևանքով ձախակողմյան անոթում ջրի մակարդակը կնվազի: Այսպիսով, ստեղծված ջրային հոսքը կպտտեցնի թիակավոր անիվը, որի առանցքը, ենթադրենք, միացված է էլեկտրական գեներատորին, որն էլ կարտադրի էլեկտրական էներգիա:

Որոշ ստոմներ, որոնք գտնվում են բաժանիչ թեք հարթությունից մեծ հեռավորության վրա, կոնդենսանալով հետ են վերադառնում (նկ. 5.1.3 բ) և չեն մասնակցում ջրի հոսքի և էլեկտրաէներգիայի ստեղծմանը: Փաստորեն նույն ձևով, ինչպես պատկերված է նկ. 5.1.3 ա – ում, այն էլեկտրոնները, որոնք գտնվում են մեծ հեռավորության վրա p - n կոնտակտի անցումային տիրույթից, ենթարկվում են ռեկոմբինացիայի և չեն մասնակցում ֆոտոհոսանքի ստեղծմանը:



Նկ. 5.1.3. Արևային մարտկոցի սխեմատիկ կառուցվածքը (ա) և աշխատանքը բացատրող ջրային մոդել (բ)

Վերը դիտարկված, լույսի կլանման շնորհիվ ստեղծված նոր լիցքակիրների տեղաշարժի արդյունքում արևային մարտկոցի p և n տիրույթների մետաղական կոնտակտների վրա առաջանում է լարում և եթե միացնենք բեռի դիմադրություն, ապա վերջինիս միջով կանցնի էլեկտրական հոսանք: Արևային մարտկոցի վոլտամպերային բնութագիրը (հոսանքի կախվածությունը լարումից) ունի հետևյալ տեսքը՝

$$I = I_S(e^{V/\varphi_T} - 1) - I_{\phi}, \quad (1)$$

որտեղ I – արևային մարտկոցի էլեկտրական հոսանքն է,

e – ն իռացիոնալ թիվ է և հավասար է մոտավորապես 2,7 – ի,

I_S – ը հակառակ ուղղությամբ հոսանքն է կամ այսպես կոչված ջերմագեներացիոն հոսանքը,

V – ն մարտկոցի էլեկտրոդների վրայի լարումն է,

φ_T – ն կոչվում է ջերմային պոտենցիալ և որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\varphi_T = \frac{kT}{q},$$

որտեղ k – ն Բոլցմանի հաստատունն է,

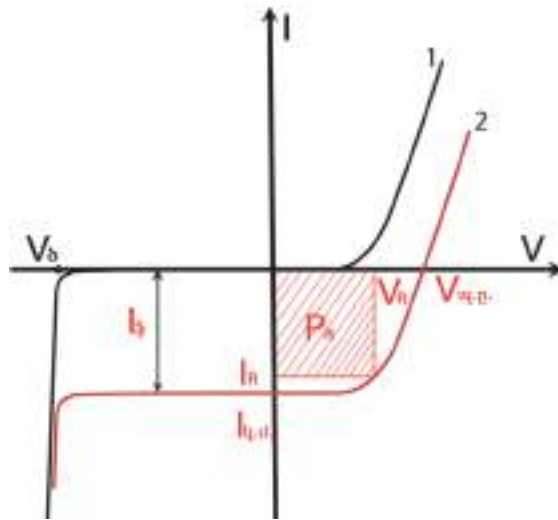
T – ն՝ բացարձակ ջերմաստիճանը,

q – ն էլեկտրոնի լիցքն է (սենյակային ջերմաստիճանի պայմաններում, երբ $T = 300K$ $\varphi_T = 0,025$ Վ),

I_{ϕ} – ը լույսով պայմանավորված ֆոտոհոսանքն է:

Արևային մարտկոցի վոլտամպերային բնութագրի տեսքը պատկերված է նկ. 5.1.4 – ում:

Ինչպես երևում է գրաֆիկից, լուսավորության բացակայության դեպքում (1) արևային մարտկոցի վոլտամպերային բնութագրի (ՎԱԲ) նման է կիսահաղորդչային դիոդի բնութագրին: Ուղիղ ուղղությամբ շեղման դեպքում, կիրառելով p – տիրույթին արտաքին աղբյուրի դրական բևեռ, իսկ n – ին՝ բացասականը, դիոդով անցնում է մեծ հոսանք: Հակառակ շեղման դեպքում, երբ p – ին կիրառված է արտաքին աղբյուրի բացասական բևեռ, իսկ n – ին՝ դրականը, դիոդով գրեթե հոսանք չի անցնում: Դիոդով անցնում է միայն հակառակ ուղղությամբ I_s հոսանքը, որը որպես կանոն շատ փոքր է և կարելի է անտեսել: Նկարում այն չի պատկերված, քանի որ փոքր է, իսկ ՎԱԲ – ը, մինչև V_0 ծակման լարումը, անցնում է լարման հորիզոնական առանցքին շատ մոտ և կարելի է համարել զուգահեռ այդ առանցքին:



Նկ. 5.1.4. Արևային մարտկոցի վոլտամպերային բնութագրի առանց լուսավորության (1) և լուսավորության (2) դեպքերում

Այս նույն հետևությանը կարող ենք գալ՝ դիտարկելով բանաձև (1) – ը: Հաշվի առնելով, որ լույսի բացակայության դեպքում ֆոտոհոսանքը բացակայում է, այսինքն՝ $I_{\phi} = 0$, (1) արտահայտությունը վերածվում է կիսահաղորդչային դիոդի վոլտամպերային բնութագրի:

Լույսի ազդեցության հետևանքով դիոդի (ֆոտովոլտային կերպափոխիչի) վոլտամպերային բնութագրի ամբողջությամբ իջնում է ներքև՝ հոսանքի առանցքով I_{ϕ} չափով: Օրինակ, $V = 0$ արժեքի դեպքում, տեղադրելով բանաձև (1)-ի մեջ $V = 0$, կստանանք $I = -I_{\phi} = I_{կ.մ.}$: Դա արևային մարտկոցի կարճ միացման հոսանքն է, այսինքն՝ այն առավելագույն հոսանքը, որն անցնում է մարտկոցով արտաքին բեռի բացակայության դեպքում ($R = 0$):

Օգտվելով բանաձև (1) – ից՝ արևային մարտկոցի լարման արտահայտությունը կարող ենք գրել հետևյալ տեսքով՝

$$V = \varphi_T \ln\left[\left(\frac{I + I_{\phi}}{I_s}\right) + 1\right]: \quad (2)$$

Արևային մարտկոցի պարապ ընթացքի (բաց շղթայի) ռեժիմում, երբ բեռի դիմադրությունն անսահման մեծ է և $I = 0$, մարտկոցի կոնտակտների վրայի լարումն ընդունում է առավելագույն $V_{պ.ը.}$ արժեքը (նկ. 5.1.4)՝

$$V_{պ.ը.} = \varphi_T \ln\left[\left(\frac{I_{\phi}}{I_s}\right) + 1\right]: \quad (3)$$

Բեռի դիմադրության առկայության դեպքում վերջինիս միջով անցնում է I_R հոսանքը և բեռի վրա ստեղծվում է V_R լարման անկում: Բեռի վրա անջատվող օգտակար հզորությունը կլինի՝

$$P_R = I_R \cdot V_R: \quad (4)$$

Նկ. 5.1.4 – ում օգտակար հզորությունը պատկերված է ուղղանկյան տեսքով: Որքան մեծ լինի այդ ուղղանկյան մակերեսը, այնքան մեծ կլինի արևային մարտկոցի կողմից ստեղծված օգտակար էներգիան:

Արևային մարտկոցի ՕԳԳ – ն (արդյունավետությունը) որոշվում է ստացված օգտակար էլեկտրական հզորության և մարտկոցի մակերեսին ընկնող Արևի ճառագայթների հզորության հարաբերությամբ՝

$$\eta = P_R / P_{արև} = I_R \cdot V_R / P_{արև}: \quad (5)$$

Արևային մարտկոցի մյուս կարևոր բնութագրիչ պարամետրը լցման գործակիցն է (Fill Factor)՝

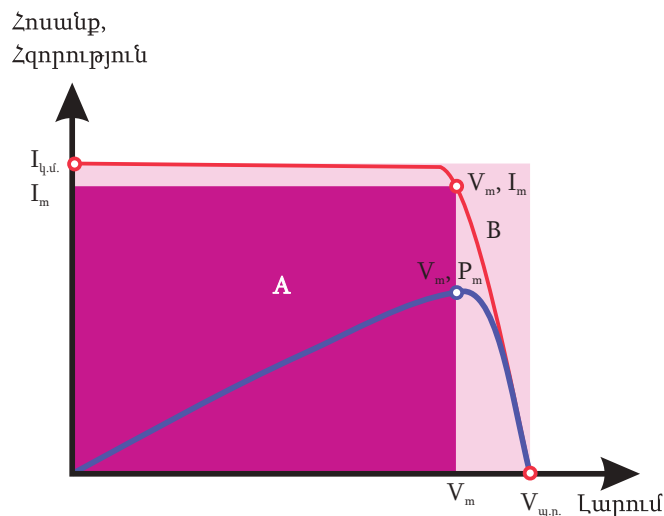
$$FF = \frac{\text{մակերես } A}{\text{մակերես } B} = \frac{I_m V_m}{I_{կ.մ.} \cdot V_{կ.ը.}}: \quad (6)$$

Այստեղ I_m - ը և V_m - ը 4-րդ քառորդում հոսանքի ու լարման այն արժեքներն են, որոնց դեպքում ստացվում է առավելագույն մակերեսով ուղղանկյուն, այսինքն օգտակար հզորության առավելագույն $P_m = I_m \times V_m$ արժեքը (նկ. 5.1.5):

Օգտվելով (5) և (6) արտահայտություններից՝ մարտկոցի ՕԳԳ – ն կարող ենք գրել հետևյալ տեսքով՝

$$\eta = FF \cdot I_{կ.մ.} \cdot V_{կ.ը.} / P_{արև}: \quad (7)$$

Այսպիսով, ինչպես երևում է նկ. 5.1.4 – ից, արևային մարտկոցի բոլոր պարամետրերը պատկերվում են վոլտ – ամպերային բնութագրի IV քառորդի միջոցով: Հատկապես, պարզության համար, սովորաբար դիտարկվում է միայն գրաֆիկի այդ հատվածը, հոսանքի առանցքը շրջված դեպի վեր, ինչպես պատկերված է նկ. 5.1.5 – ում կարմիր գծով:



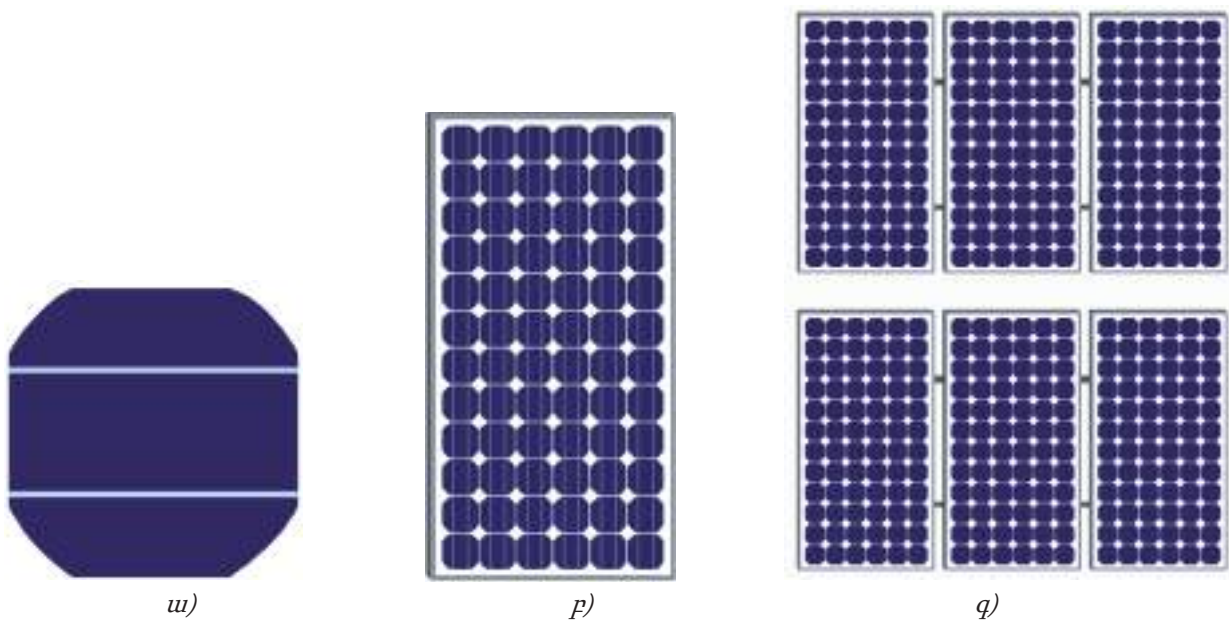
Նկ. 5.1.5. Արևային մարտկոցի վոլտամպերային բնութագրիչը IV քառորդում

Բեռի դիմադրության տարբեր արժեքների դեպքում ՎԱԲ - ի վրա կլինեն տարբեր աշխատանքային կետեր, բեռի վրա անջատվող հզորության տարբեր արժեքներով, ինչպես պատկերված է նկ. 5.1.5 – ում կապույտ գծով: Բեռի դիմադրության որոշակի արժեքի դեպքում բեռի վրա անջատվում է առավելագույն P_m հզորությունը և A ուղղանկյան մակերեսը ընդունում է իր առավելագույն արժեքը: Աշխատանքային այդ կետը կոչվում է «Առավելագույն հզորության կետ» (ԱՀԿ): Հաճախ պրակտիկ գործունեության ընթացքում, ԱՀԿ հասպավման փախարեն օգտագործվում է դրա անգլերեն համարժեքը՝ MPP (Maximum Power Point):

Արևային մարտկոցների դիտարկված վոլտամպերային (I-V) և հզորություն–Վոլտ (P-V) բնութագրերի նման կախվածություններով են բնութագրվում նաև արևային ֆոտոէլեկտրական մոդուլները, քանի որ դրանք կազմված են հաջորդաբար միացված արևային մարտկոցներից:

5.2. Արևային մարտկոցների տիպերը և արտադրության հիմնական գործընթացները

Արևային էներգիայի ֆոտովոլտային (ՖՎ) մոդուլները (վահանակները) կազմված են միմյանց հաջորդաբար միացված արևային կիսահաղորդչային մարտկոցներից, որոնց համախումբը, զանգվածը արևային կայանքի հիմնական հանգույցն է (նկ. 5.2.1): ՖՎ կայանքի մոդուլների զանգվածի միջոցով արևային էներգիան կերպափոխվում է էլեկտրականի:

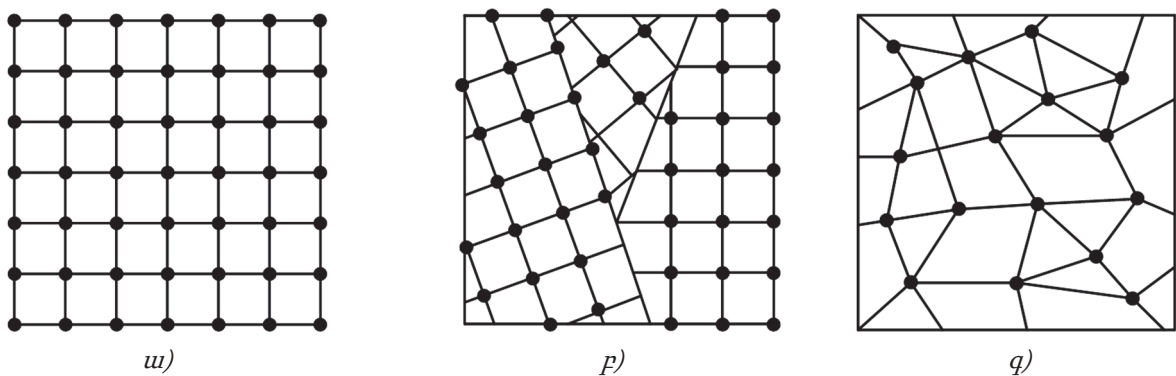


Նկ. 5.2.1. Արևային ֆոտովոլտային մարտկոց (ա), մոդուլ (բ) և մոդուլների զանգված (գ)

ՖՎ կերպափոխիչ մոդուլների տիպերը բազմազան են: ՖՎ մոդուլների դասակարգումը կատարվում է հիմնականում ըստ դրանցում օգտագործվող արևային մարտկոցների կիսահաղորդչային նյութի ներքին կառուցվածքի - միաբյուրեղային, բազմաբյուրեղային և բարակ թաղանթային (ամորֆ): Միաբյուրեղային և բազմաբյուրեղային ՖՎ մոդուլների արդյունավետությունը, ինչպես նաև ծառայության ժամկետը բարակ թաղանթային մոդուլների համեմատ ավելի մեծ է: Այդ պատճառով արևային ՖՎ կայանքներում հիմնականում օգտագործվում են միաբյուրեղային և բազմաբյուրեղային մոդուլներ: Թե՛ միաբյուրեղային և թե՛ բազմաբյուրեղային արևային մարտկոցները պատրաստվում են սիլիցիումից: Դիտարկենք միաբյուրեղային և բազմաբյուրեղային արևային մարտկոցների, ինչպես նաև ՖՎ մոդուլների արտադրության գործընթացները:

Սիլիցիումը (Si) կիսահաղորդչային նյութ է, որը թթվածնից հետո երկրորդ ամենատարածված նյութն է Երկրի վրա: Սիլիցիումի միջոցով պատրաստվում են նաև բոլոր հիմնական կիսահաղորդչային սարքերը, ինտեգրալ սխեմանը, որոնք հանդիսանում են էլեկտրոնային սարքերի, հաշվողական տեխնիկայի հիմնական տարրերը: Բնության մեջ սիլիցիումը տարածված է օքսիդի տեսքով՝ SiO_2 , որը քվարցային ավազն է: Սիլիցիում ստանալու համար SiO_2 – ը տաքացվում է մինչև $1500\text{--}2000\text{ }^\circ\text{C}$ բարձր ջերմաստիճանային էլեկտրոդային աղեղային վառարանում, ինչի արդյունքում թթվածինը հեռանում է և ստացվում է 98% մաքրությամբ Si: Այդ աստիճանի մաքրությամբ սիլիցիումն օգտագործվում է մետաղաձուլման ոլորտում: Էլեկտրոնային սարքերի և արևային կերպափոխիչների համար սիլիցիումը ենթարկվում է հետագա մաքրման, սկզբում քիմիական եղանակով, ստանալով SiHCl_3 , իսկ հետո՝ $1100\text{ }^\circ\text{C}$ ջերմաստիճանի պայմաններում ստացվում է 99,99% մաքրությամբ սիլիցիում (քլորիդային մեթոդ): Ստացված սիլիցիումն օգտագործվում է միաբյուրեղային և բազմաբյուրեղային արևային մարտկոցներ արտադրելու նպատակով: Նախքան արևային մարտկոցների արտադրության գործընթացները դիտարկելը, նշենք, թե ինչպես են նյութերը դասակարգվում՝ համաձայն ատոմների դասավորության:

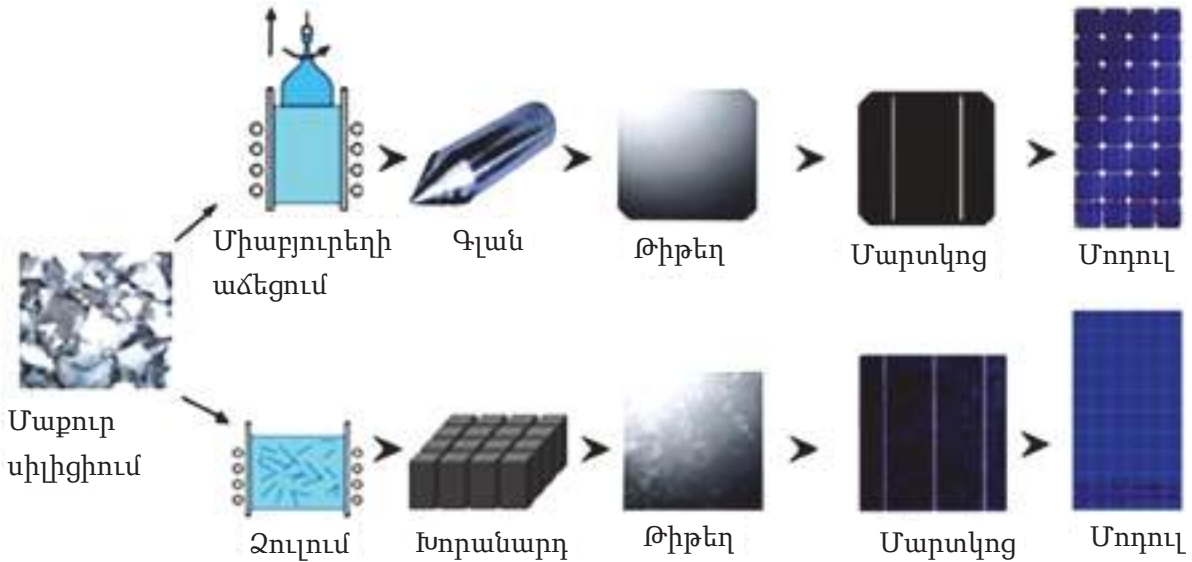
Ինչպես հայտնի է, պինդ մարմիններում, նյութի ատոմները տեղաբաշխված են բյուրեղային ցանցի հանգույցներում: Այդ դասավորությունը կարող է լինել խիստ կանոնավոր, այսինքն՝ տարածության երեք ուղղությամբ էլ ատոմները կարող են դասավորված լինել միմյանցից միևնույն հաստատուն հեռավորության վրա (նկ. 5.2.2 ա): Այս տիպի կառուցվածքով նյութը կոչվում է միաբյուրեղ (միաբյուրեղ - monocrystal): Ատոմների նշված կանոնավոր դասավորվածությունը կարող է լինել նաև որոշակի փոքր սահմաններում, այսինքն՝ նյութը կարող է կազմված լինել առանձին փոքրիկ միաբյուրեղներից, դասավորված միմյանց նկատմամբ անկանոն ձևով (նկ. 5.2.2 բ): Այս տիպի նյութը կոչվում է բազմաբյուրեղ (բազմաբյուրեղ - polycrystal): Իսկ եթե նյութի ատոմները տեղաբաշխված են անկանոն ձևով, միմյանցից տարբեր հեռավորությունների վրա, նյութը կոչվում է ամորֆ (նկ. 5.2.2 գ): Այսպիսով, համաձայն ատոմների դասավորության, նյութերը կարող են լինել միաբյուրեղ, բազմաբյուրեղ և ամորֆ: Նշենք, որ միաբյուրեղ կառուցվածքով նյութի վառ օրինակ է ադամանդը, բազմաբյուրեղ նյութի օրինակ է կերակրի - աղը կամ բազմաթիվ միներալներ, իսկ ամորֆի օրինակ է՝ սովորական ապակին:



Նկ. 5.2.2. Միաբյուրեղ (ա), բազմաբյուրեղ (բ) և ամորֆ (գ) նյութեր

Այժմ դիտարկենք միաբյուրեղ և բազմաբյուրեղ արևային մարտկոցների արտադրության հիմնական գործընթացները: Արևային մարտկոցների համար միաբյուրեղ կառուցվածքով սիլիցիումը ստացվում է Չոխրալսկու մեթոդով, որը հետևյալն է: Անհրաժեշտ աստիճանի

մաքրված սիլիցիումի կտորները հալեցվում են բարձր ջերմաստիճանային վառարանում, հալույթի մեջ ընկղմվում է միաբյուրեղ սիլիցիումի փոքր կտոր (սերմնային միաբյուրեղ) և դանդաղ պտտեցնելով այն վեր է բարձրացվում (նկ. 5.2.3 – ի վերևի շարքի ձախակողմյան պատկերը): Տեղի է ունենում սիլիցիումի ատոմների կանոնավոր աճ, որի արդյունքում ձևավորվում է միաբյուրեղ կառուցվածքով գլան (նկ. 5.2.3): Այդ գլանը հետագայում կտրատվում է, ստացվում են բարակ, մոտավորապես 0,2 մմ հաստությամբ սիլիցիումային թիթեղներ, պսևոթ քառակուսիներ, որոնց անկյունների փոխարեն շրջանագծի հատվածներն են (նկ. 5.2.3): Նշենք, որ քտիպի հաղորդականություն ստանալու համար հալույթի մեջ ներմուծվում են բորի ատոմներ:



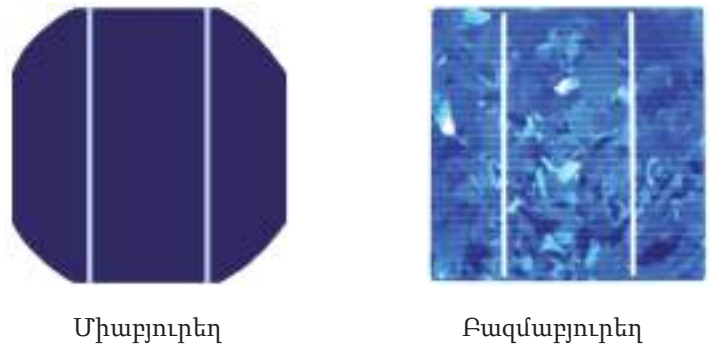
Նկ. 5.2.3. Միաբյուրեղ և բազմաբյուրեղ կառուցվածքով սիլիցիումային թիթեղների և մոդուլների ստացման գործընթացները

Բազմաբյուրեղ կառուցվածքով արևային մարտկոցների համար սիլիցիումային թիթեղները ստացվում են հետևյալ կերպ: Սիլիցիումի կտորները լցվում են ուղղանկյուն հրակայուն անոթի մեջ և ձուլվում են (նկ. 5.2.3 – ի ներքևի շարքի ձախակողմյան պատկերը): Սառչելուց հետո ստացվում է բազմաբյուրեղ կառուցվածքով սիլիցիումը խորանարդի տեսքով, որոնցից էլ հետագա կտրատման միջոցով ստացվում են բարակ, քառակուսի թիթեղներ (նկ. 5.2.3):

Արևային մարտկոցներ ստանալու համար նշված մեթոդներով պատրաստված միաբյուրեղ և բազմաբյուրեղ սիլիցիումային թիթեղները ենթարկվում են հետագա մշակումների: Ստացված միաբյուրեղ և բազմաբյուրեղ ք - տիպի հաղորդականությամբ օժտված սիլիցիումի թիթեղները տեղադրվում են բարձ ջերմաստիճանային (1100 – 1200 °C) վառարանում: Կատարվում է ֆոսֆորի ատոմների դիֆուզիա (ներթափանցում) թիթեղների մեջ, որի շնորհիվ ձևավորվում է n տիպի հաղորդականությամբ բարակ շերտը: Այնուհետև պատրաստվում են մետաղական կոնտակտներ ներքևից p տիպային և վերևի n տիպային՝ ցանցի տեսքով (նկ. 5.2.4):

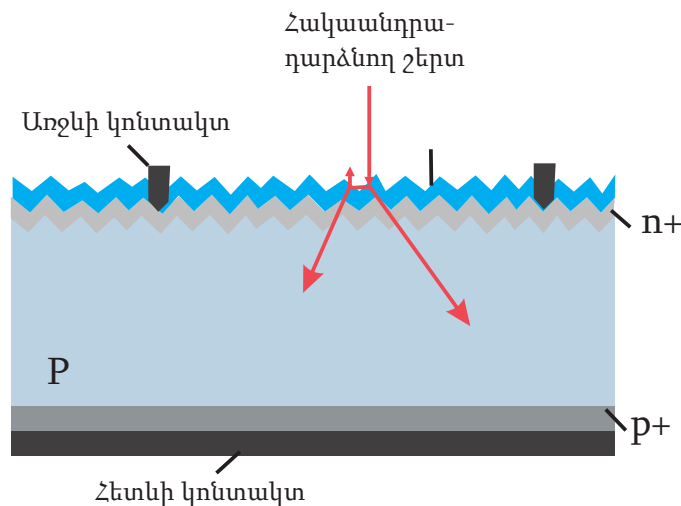
Արևային մարտկոցները պատրաստելու ընթացքում, նախքան ֆոսֆորի դիֆուզիայով n - տիպի շերտի ստացումը, կիսահաղորդչային թիթեղը ենթարկվում է քիմիական խաճատման, ինչի հետևանքով մակերեսի վրա ձևավորվում են փոքրիկ բուրգեր, որոնք նպաստում են մակերեսից արևի ճառագայթների անդրադարձման նվազեցմանը և հետևաբար, դրանց արդյունավետ կլանմանը: Ինչպես պատկերված է նկ. 5.2.5 – ում, արևի ճառագայթն ընկնելով բուրգի կողմնային մակերեսին, մասամբ կլանվում է, իսկ մյուս մասը անդրադառնալով հարվածում է

դիմացի բուրգին, նույնպես կլանվելով արևային մարտկոցի ծավալում: Լուսային էներգիայի միայն փոքր մասն է հետ վերադառնում արտաքին միջավայր:



Նկ. 5.2.4. Միաբյուրեղ և բազմաբյուրեղ սիլիցիումային արևային մարտկոցներ

Կատարվում է նաև համապատասխան հակաանդրադարձնող թաղանթի նստեցում արևային մարտկոցի մակերեսի վրա, ինչի շնորհիվ նույնպես մեծանում է Արևի ճառագայթների կլանումը և հետևաբար՝ կերպափոխիչ արդյունավետությունը (նկ. 5.2.5):



Նկ. 5.2.5. Արևային մարտկոցի հատույթը

Սովորաբար, n տիպի (ազատ էլեկտրոններ պարունակող) բարակ շերտը ստանում են ֆոսֆորի մեծ քանակությամբ (մեծ կոնցենտրացիայով) ատոմների դիֆուզիայի միջոցով: Արդյունքում, էլեկտրոնների կոնցենտրացիան այդ շերտում լինում է մեծ, ինչի շնորհիվ շերտի հաղորդականությունն ընդունում է մեծ արժեքներ, մոտավորապես հավասարվող մետաղների (արծաթ, ալյումին) հաղորդականություններին: Մեծ հաղորդականությամբ օժտված լինելու հատկությունը նշելու համար դրվում է “+” նշանը, ինչպես պատկերված է նկ. 5.2.5 – ում: Այս գործընթացը հնարավորություն է տալիս իրականացնել կիսահաղորդիչի կոնտակտը մետաղների հետ, այսինքն՝ ստանալ օհմական, այլ ոչ ուղղիչ (դիոդի հատկություններով օժտված) կոնտակտ: Նույն ձևով, հետևի մետաղական կոնտակտը ստանալուց առաջ, կատարվում է մեծ կոնցենտրացիայով բորի ատոմների դիֆուզիա, ձևավորվում է p⁺ տիպային, որն ապահովում է օհմական կոնտակտ ներքևի մետաղի շերտի հետ:

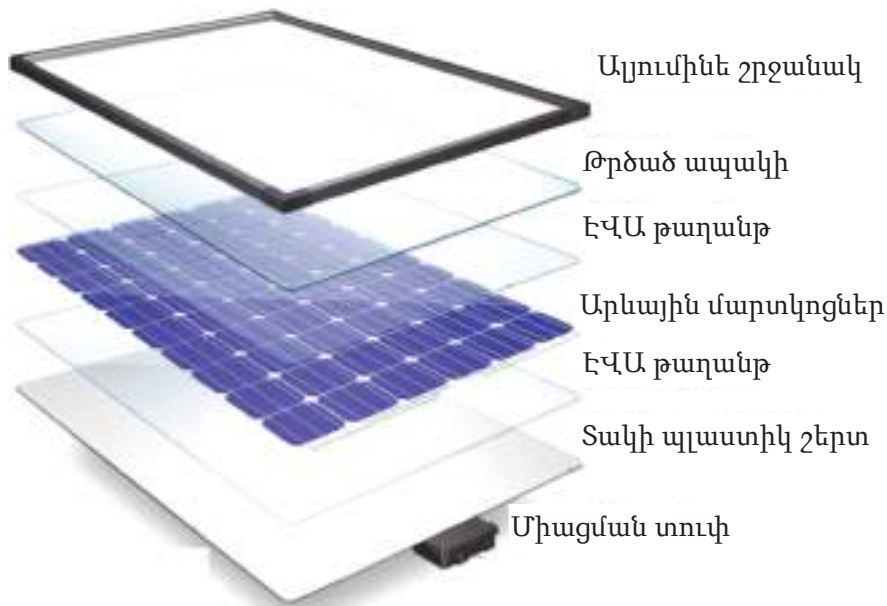
Այսպիսով, արտադրական գործընթացներով պայմանավորված, միաբյուրեղ արևային մարտկոցները իրենց տեսքով տարբերվում են բազմաբյուրեղ կառուցվածքով մարտկոցներից:

Միաբյուրեղ մարտկոցները, հանդիսանալով զլանից ստացված թիթեղներ, անկյուններում ունեն հատկանշական շրջանագծային կտրվածք, իսկ բազմաբյուրեղ կառուցվածքով մարտկոցները քառակուսիներ են (նկ. 5.2.4):

5.3. Ֆոտովոլտային մոդուլների տիպերը

Արևային էներգիայի կերպափոխիչ ՖՎ մոդուլներ պատրաստելու համար միաբյուրեղ կամ բազմաբյուրեղ արևային մարտկոցները լամինացիայի միջոցով ամրացվում են ապակու տակ և ստացվում են համապատասխան տիպի ՖՎ մոդուլները, որոնք արտաքինից տարբերվում են միմյանցից արևային մարտկոցների տեսքով:

Արևային մոդուլների արտադրության գործընթացը հիմնականում հետևյալումն է: Անհրաժեշտ թվով արևային մարտկոցներ (հիմնականում օգտագործվում են 60 կամ 72 մարտկոցներ), կախված պահանջվող էլքային լարման արժեքից, գոդման միջոցով միացվում են միմյանց հաջորդաբար: Դրանից հետո մարտկոցների համախումբը տեղադրվում է ապակու տակ և հերմետիկացվում է, այսինքն՝ պաշտպանվում է արտաքին միջավայրի ազդեցություններից լամինացիայի միջոցով: Այդ նպատակով, որպես կանոն, օգտագործվում է էթիլեն-վինիլ-ացետատային (ԷՎԱ) թաղանթ: Արևային մոդուլի բաղկացուցիչ շերտերը ցույց են տրված նկ. 5.3.1 - ում: Բոլոր շերտերը հերթականությամբ տեղադրվում են ապակու վրա, որից հետո, ամբողջ հավաքածուն դրվում է լամինացիայի սարքավորման մեջ, որտեղ ստեղծվում է վակուում և հավաքածուն տաքացվում է: Պոլիմերային թաղանթները հալվում են և տեղի է ունենում լամինացիա: Դրանից հետո, հետևի կողմից ստանձվում է միացումների տուփը, կատարվում են էլեկտրական միացումները և ապակու եզրերին ամրացվում է այլումինից պատրաստված շրջանակ, որը տալիս է կառուցվածքին ամրություն և ստեղծում է հարմարություն հետագա մոնտաժային աշխատանքների համար:



Նկ. 5.3.1. Արևային ֆոտովոլտային մոդուլի բաղկացուցիչ շերտերը

Կախված օգտագործված արևային ՖՎ մարտկոցների տիպից, տարբերակվում են մոդուլների հետևյալ երեք հիմնական տիպերը. միաբյուրեղային, բազմաբյուրեղային և բարակ թաղանթային (ամորֆ) ՖՎ մոդուլներ (նկ. 5.3.2):



Միաբյուրեղային



Բազմաբյուրեղային



Բարակ թաղանթային

Նկ. 5.3.2. Արևային ֆոտովոլտային մոդուլների հիմնական տիպերը

Դիտարկենք տարբեր տիպի ՖՎ արևային մոդուլների առանձնահատկությունները:

Միաբյուրեղային ֆոտովոլտային մոդուլներ

Միաբյուրեղային արևային ՖՎ մոդուլների (նկ. 5.3.2) ՕԳԳ – ն որոշ չափով գերազանցում է բազմաբյուրեղային մոդուլների ՕԳԳ – ին և էապես մեծ է բարակ թաղանթային մոդուլների արդյունավետությունից: Միաբյուրեղային մոդուլների լավագույն նմուշների ՕԳԳ – ն կարող է լինել 22% և դա վերջնական սահմանը չէ: Մեծ արդյունավետության ստացումը այս մոդուլներում բացատրվում է արևային մարտկոցների միաբյուրեղ կառուցվածքով, որի ծավալում Արևի էներգիայի կլանման շնորհիվ գեներացված (ստեղծված) նոր լիցքակիրները համեմատաբար ուշ են չեզոքանում և անցնելով ավելի մեծ ճանապարհ, բաժանվում են p-n անցման միջով՝ ստեղծելով համեմատաբար մեծ ֆոտոհոսանք:

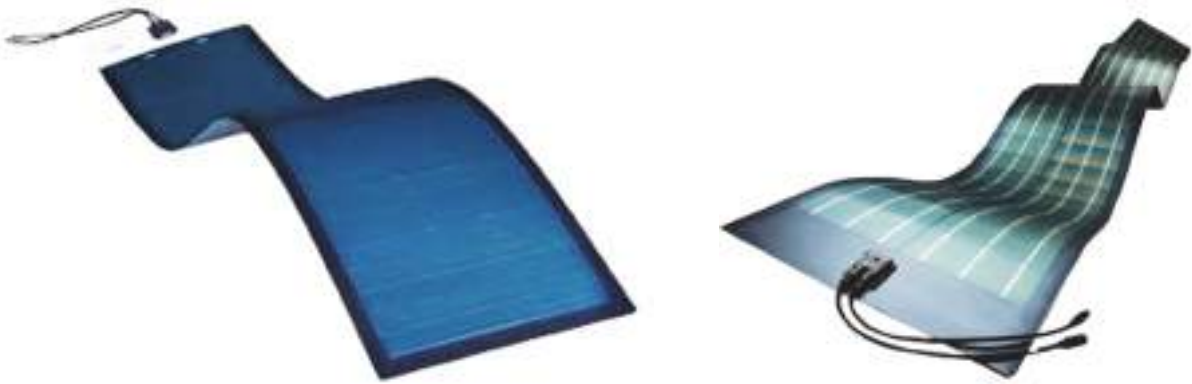
Բազմաբյուրեղային ֆոտովոլտային մոդուլներ

Բազմաբյուրեղային արևային ՖՎ մոդուլների (նկ. 5.3.2) ՕԳԳ – ն փոքր է միաբյուրեղային մոդուլների ՕԳԳ – ից մոտավորապես 1 – 2% - ով: Այստեղ առանձին բյուրեղիկների սահմանի վրա տեղի է ունենում գեներացված լիցքակիրների ակտիվ չեզոքացում (ռեկոմբինացիա), ինչի հետևանքով նվազում է ֆոտոհոսանքը և հետևաբար՝ մոդուլի արդյունավետությունը:

Բարակ թաղանթային ֆոտովոլտային մոդուլներ

Բացի նշված միաբյուրեղային և բազմաբյուրեղային արևային էներգիայի ՖՎ կերպափոխիչներից, գոյություն ունեն նաև բարակ թաղանթային կերպափոխիչներ, որոնք պատրաստվում են տարբեր տիպի կիսահաղորդչային թաղանթային նյութերից և ունեն հիմնականում ամորֆ կառուցվածք: Բարակ թաղանթային կերպափոխիչները պատրաստվում են ամորֆ սիլիցիումից (a-Si), պղնձ - ինդիում - գալիումի սելենիդ նյութերից (CIGS), ինչպես նաև կադմիումի թելուրիդից (CdTe): Այս տիպի կերպափոխիչները օժտված են համեմատաբար փոքր ՕԳԳ-ով, սակայն դրանք ավելի թեթև են, կարող են պատրաստվել ճկուն թաղանթների տեսքով և ունեն ցածր ինքնարժեք: Բարակ թաղանթային արևային ՖՎ մոդուլների ՕԳԳ – ն զգալի չափով փոքր է բազմաբյուրեղային և մոնոբյուրեղային մոդուլների ՕԳԳ – ից:

Նկ. 5.3.2 – ում պատկերված է բարակ թաղանթային ՖՎ մոդուլ, որը ծածկված է ապակով, ինչպես միաբյուրեղային, բազմաբյուրեղային ՖՎ մոդուլները: Բացի դրանից, լինելով ճկուն, բարակ թաղանթային ՖՎ մոդուլները պատրաստվում են նաև առանց ապակու, ճկուն հիմքի վրա, ինչպես պատկերված է նկ. 5.3.3 – ում:

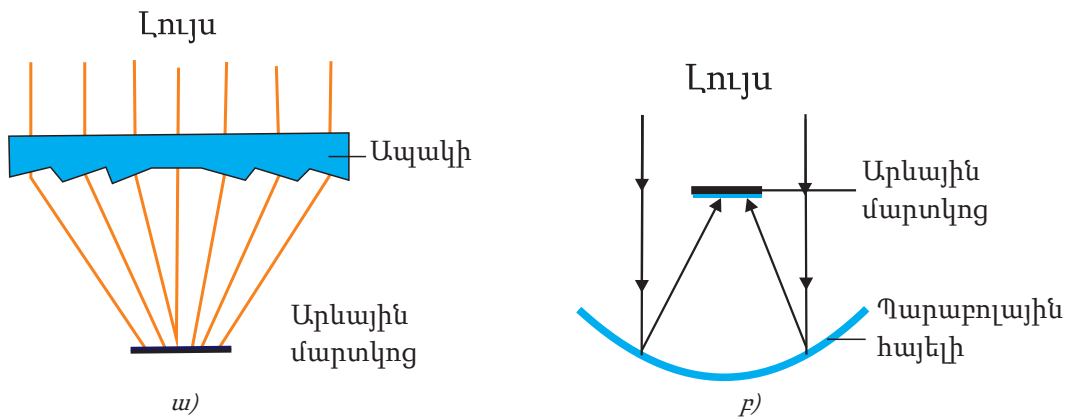


Նկ 5.3.3. Ճկուն բարակ թաղանթային ֆոտովոլտային կերպափոխիչներ

Կոնցենտրատորային ֆոտովոլտային կերպափոխիչներ

Կոնցենտրատորային ՖՎ համակարգերը կազմված են Արևի ճառագայթների կոնցենտրատորներից և ֆոկուսում տեղաբաշխված կիսահաղորդչային կերպափոխիչներից:

Կառուցվածքային առումով արևային էներգիայի կոնցենտրատորները, հիմնականում կուտակիչ հայելիներ են կամ ոսպնյակներ, որոնց միջոցով կիզակետվում (ֆոկուսացվում) են արևի ճառագայթները, որտեղ էլ տեղադրվում են կիսահաղորդչային արևային մարտկոցները: Արևային էներգիան կոնցենտրացնելու նպատակով, հիմնականում օգտագործվում է լույսի բեկումը Ֆրենելային ոսպնյակների (նկ. 5.3.4 ա), կամ լույսի անդրադարձումը պարաբոլային հայելիների միջոցով (նկ. 5.3.4 բ):



Նկ. 5.3.4. Լույսի բեկումը Ֆրենելային ոսպնյակների (ա) և անդրադարձումը ֆոկուսացնող հայելիների (բ) միջոցով

Կոնցենտրացնող ոսպնյակները և հայելիները կարող են լինել ինչպես փոքրիկ մակերեսով արևային մարտկոցի վրա կիզակետող (կետային ֆոկուսացումով), այնպես էլ գծի երկայնքով՝ արևային մարտկոցների շարքի վրա կիզակետող (գծային ֆոկուսացումով):

Կոնցենտրատորային համակարգերը լինում են տարբեր՝ կախված Արևի ճառագայթների կոնցենտրացիայի աստիճանից, որը ցույց է տալիս, թե կոնցենտրացիայի շնորհիվ կիզակետում քանի անգամ է ուժեղացված Արևի ճառագայթների հզորությունը: Այդ առումով, կոնցենտրա-

տորները լինում են ցածր կոնցենտրացիայի աստիճանով, որտեղ կոնցենտրացիայի աստիճանը հասնում է մինչև 10 – ի, միջին՝ 10 – ից մինչև 200 կոնցենտրացիայի աստիճանով և բարձր՝ 200 – ից 1000:

Ցածր կոնցենտրացիայի աստիճանով կոնցենտրատորներում օգտագործվում են սովորական արևային մարտկոցներ, տեղաբաշխված հովացնող (ջրային կամ օդային) համակարգի վրա: Նկ. 5.3.5 – ի ձախ կողմում պատկերված է «ՍոլՎար Սիսթեմս» (Հայաստան) կազմակերպության կողմից մշակված գծային ֆոկուսացումով ՖՎ համակարգ, որտեղ օգտագործվել են բարձր ՕԳԳ – ով սովորական կառուցվածքի արևային մարտկոցներ: Նշենք, որ մարտկոցները տեղաբաշխված են ֆոկուսում երկու շարքով և հովացումը կատարվում է օդի կոնվեկցիայի միջոցով:



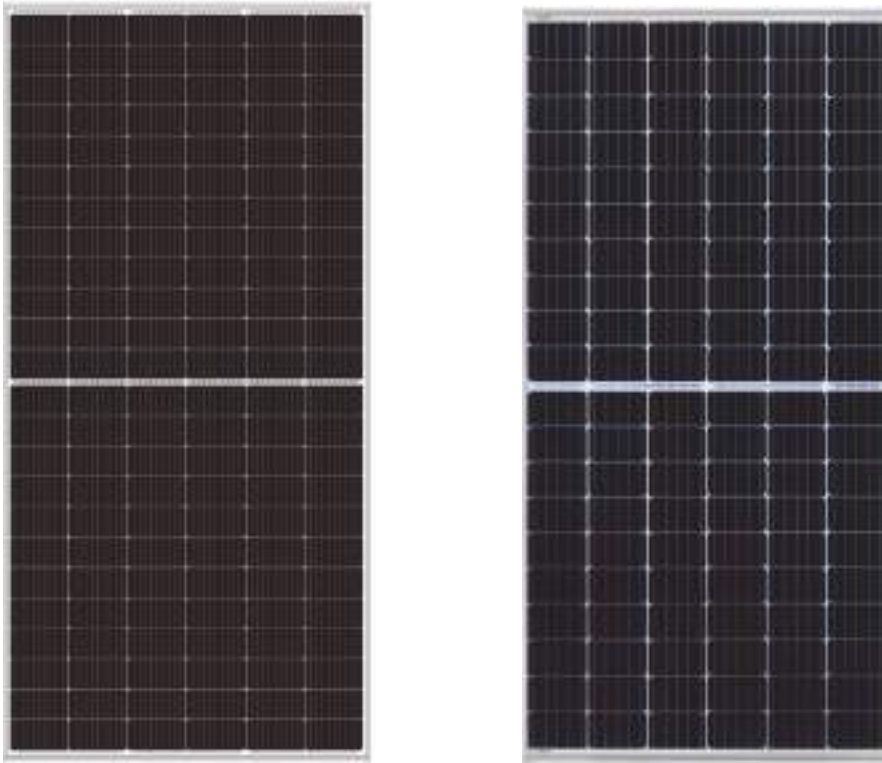
Նկ. 5.3.5. Գծային ֆոկուսացումով «ՍոլՎար Սիսթեմս», Հայաստան (ձախից) և Ֆրենեշային ոսպնյակներով կետային ֆոկուսացումով «Ամոնիքս», ԱՄՆ (աջից) ֆոտովոլտային կոնցենտրատորային համակարգեր

Միջին և բարձր կոնցենտրացիայի աստիճանով ՖՎ կերպափոխիչ համակարգերում օգտագործվում են բազմանցումային (multijunction) արևային մարտկոցներ, որոնք ունեն ռեկորդային մեծ ՕԳԳ – ի արժեքներ՝ 40% և ավել: Մեծ արդյունավետության ստացումը այս մարտկոցներում պայմանավորված է նրանով, որ ի տարբերություն մեկ p – n անցում պարունակող սովորական արևային մարտկոցների, այս դեպքում պատրաստվում են երկու, կամ երեք p – n անցումներ, ինչով էլ պայմանավորված է այդ մարտկոցների անվանումը: Այդ p – n անցումները տեղաբաշխվում են միմյանց վրա և դրանցից յուրաքանչյուրը կլանում է արևային ճառագայթների սպեկտրի համապատասխան տիրույթի էներգիան: Վերին p – n անցումը զգայուն է արևի ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների տիրույթում, հաջորդը՝ տեսանելի տիրույթում, իսկ երրորդը՝ ճառագայթների ինֆրակարմիր տիրույթում: Այսպիսով, բազմանցումային արևային մարտկոցը բավականին մեծ արդյունավետությամբ կլանում է արևային էներգիան սպեկտրի լայն տիրույթում և փոխակերպում է այն էլեկտրականի: Սակայն այս տիպի մարտկոցները համեմատաբար թանկ են: Այդ պատճառով բազմանցումային արևային մարտկոցները որպես կանոն օգտագործվում են արևային ճառագայթների կոնցենտրատորներում: Նկ. 5.3.5 – ի աջ կողմում ցույց է տրված «Ամոնիքս» (ԱՄՆ) ֆիրմայի արտադրության կոնցենտրատորային ՖՎ կերպափոխիչ, որտեղ օգտագործվել են ֆրենեշային կետային ֆոկուսացումով ոսպնյակներ և դրանց ֆոկուսում տեղաբաշխված բազմանցումային արևային մարտկոցներ:

Վիսված մարտկոցներով մոդուլներ

Արևային ՖՎ մոդուլների ելքային հզորությունը մեծացնելու նպատակով օգտագործվում են կիսով չափ կտրված մարտկոցներից կազմված մոդուլներ: Այստեղ մարտկոցների թիվը,

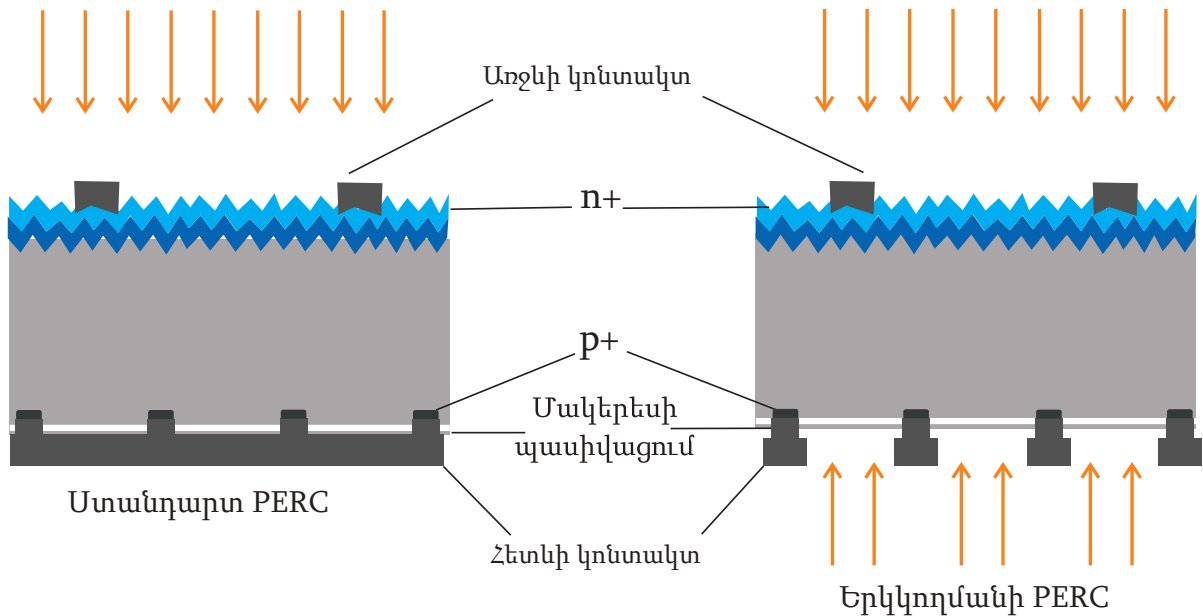
ավանդական 60 կամ 72 – ի փոխարեն կազմում է 120 և 144 համապատասխանաբար (նկ. 5.3.6): Մարտկոցները կիսելու արդյունքում հոսանքը նունպես կիսվում է: Մոդուլի լարումը կրկնապատկվում է, ինչի հետևանքով մոդուլի հզորությունը այդ առումով չի փոխվում, քանի որ հզորությունը հավասար է հոսանքի և լարման արտադրյալին: Մակայն մոդուլի հզորությունը որոշ չափով մեծանում է, հոսանքի նվազեցման և հետևաբար ջերմային կորուստների փոքրացման հաշվին (ենթաբաժին 6.6):



Նկ. 5.3.6. Կիսված մարտկոցներով բազմաբյուրեղային (ձախ) և միաբյուրեղային (աջ) ֆոտովոլտային մոդուլներ

PERC մարտկոցներ և ֆոտովոլտային մոդուլներ

Արևային մարտկոցների արդյունավետության բարձրացման նպատակով օգտագործվում է արտադրության այսպես կոչված PERC տեխնոլոգիան, որը նշանակում է՝ Passivated Emitter and Rear Contact, այսինքն՝ պասսիվացված էմիտերային և հետևի կոնտակտով մարտկոց: Այս տիպի արևային մարտկոցների p – տիրույթը ներքևի կողմից ծածկվում է դիէլեկտրիկ թաղանթով (պասսիվացնող շերտ), որի վրա բացվում են կետային պատուհաններ մետաղական կոնտակտի համար (նկ. 5.3.7 ձախ): Եթե համեմատենք այդ կոնստրուկցիան նկ. 5.2.5 – ում պատկերված սովորական մարտկոցի կառուցվածքի հետ, ապա կնկատենք, որ հիմնական տարբերությունն այն է, որ PERC տեխնոլոգիայի դեպքում, հետևի կոնտակտը կետային կառուցվածք ունի, իսկ կետերի միջև կիսահաղորդիչի մակերեսը ծածկված է «պասսիվացնող» դիէլեկտրիկ շերտով: Այդ շերտը հանարավորություն է տալիս նվազեցնելու լիցքակիրների չեզոքացումը (ռեկոմբինացիան), ինչը տեղի է ունենում սովորական մարտկոցում՝ կիսահաղորդիչ – մետաղական կոնտակտ սահմանի վրա:



Նկ. 5.3.7. PERC տեխնոլոգիայով պատրաստված ստանդարտ և երկկողմանի արևային մարտկոցներ

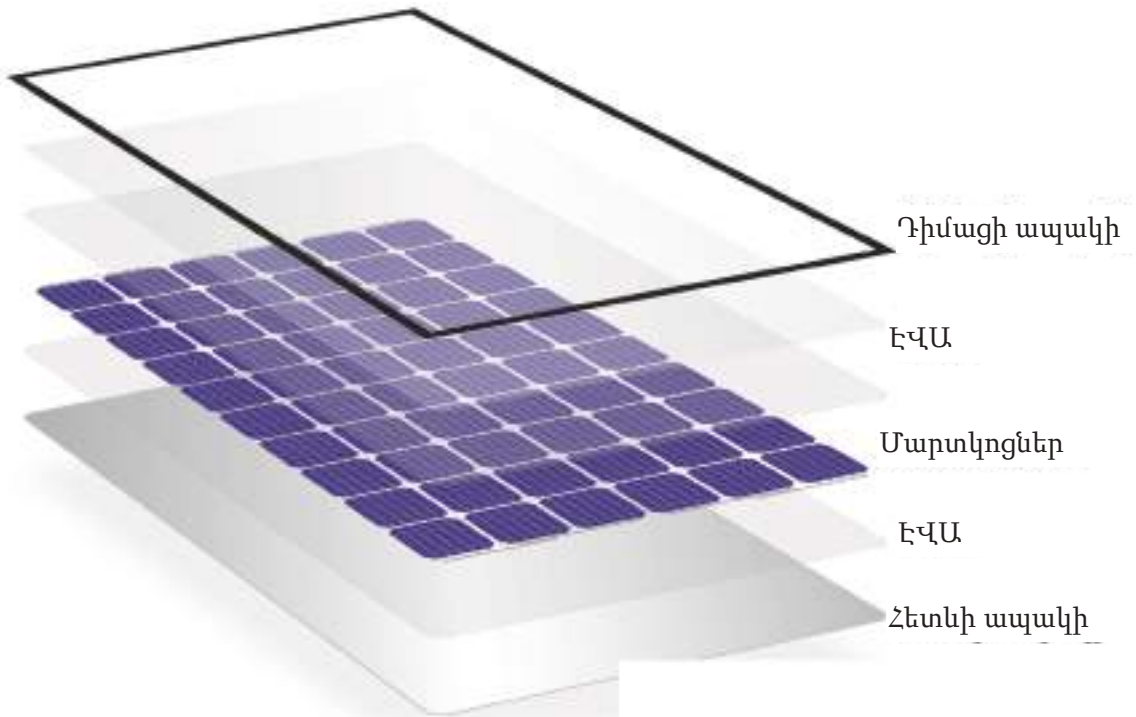
PERC մարտկոցների կիրառությամբ պատրաստված ֆոտովոլտային մոդուլներն ունեն բավականին բարձր ՕԳԳ (մոտ 21%):

Երկկողմանի արևային մարտկոցներ և մոդուլներ

Արևային մարտկոցների արդյունավետության բարձրացման նպատակով օգտագործվում են նաև այսպես կոչված երկկողմանի (Bifacial) արևային մարտկոցներ, որոնց երկու կողմերն էլ զգայուն են լույսի նկատմամբ: Երկկողմանի մարտկոցները պատրաստվել են դեռևս 1960 – ականներին: Դրանք 1970 – ական թվերին օգտագործվել են տիեզերքում: Սկսած 2010 – ից՝ երկկողմանի մարտկոցների կիրառությունը արևային ՖՎ կայանքներում բավականին ակտիվացել է և կանխատեսվում է, որ դրանց կիրառությունը մեծ ծավալների կհասնի 2030 – ականներին:

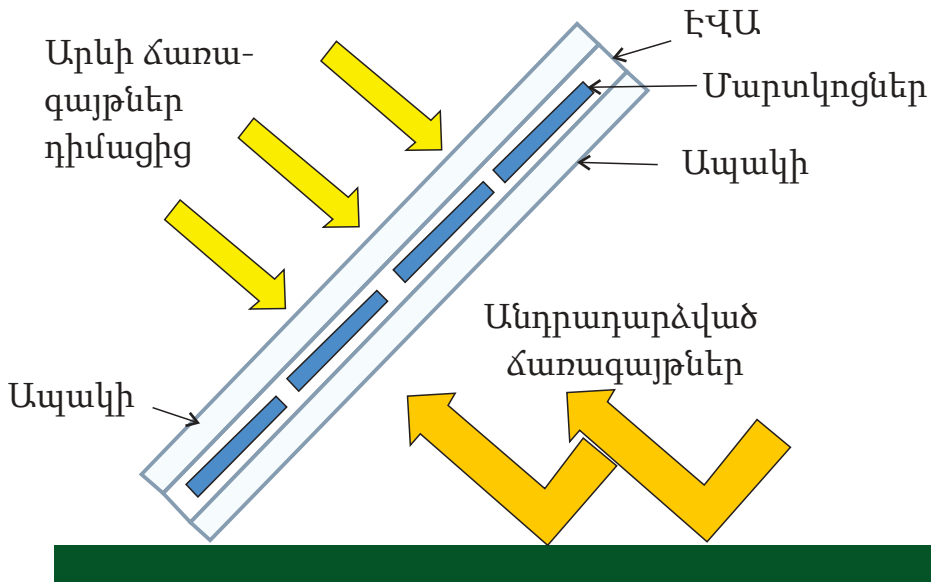
Նկ. 5.3.7 – ի աջ կողմում ներկայացված է լայնորեն օգտագործվող PERC տեխնոլոգիայով պատրաստված երկկողմանի արևային մարտկոց: Երկկողմանի մարտկոցը կարող է պատրաստված լինել նաև առանց PERC տեխնոլոգիայի կիրառության, մարտկոցների սովորական տեխնոլոգիայի հիման վրա (նկ. 5.2.5): Ինչպես երևում է նկ. 5.3.7 – ից (աջ) երկկողմանի արևային մարտկոցի առնձնահատկությունն այն է, որ հետևի մետոդական կոնտակտը պատրաստված է վերևի սանրաձև կոնտակտի նման, ինչի շնորհիվ Արևի ճառագայթները ներթափանցում են կիսահաղորդիչի ծավալի մեջ նաև հետևի կողմից՝ մեծացնելով գեներացվող լիցքակիրների թիվը և հետևաբար, մարտկոցի ՕԳԳ – ն:

Երկկողմանի արևային մարտկոցներով կազմված ՖՎ մոդուլի հետևի կողմը, դիմացի կողմի նման, ծածկվում է լուսաթափանց ապակով, որպեսզի ապահովվի Արևի ճառագայթների ներթափանցման հնարավորությունը: Այսպիսով, ստացվում է ՖՎ մոդուլ, որտեղ արևային մարտկոցները տեղաբաշխված են երկու ապակիների միջև (նկ. 5.3.8):



Նկ. 5.3.8. Երկկողմանի արևային մարտկոցներով ֆոտովոլտային մոդուլի բաղադրիչ շերտերը

Երկկողմանի արևային մարտկոցներով պատրաստված ՖՎ մոդուլը դիմացից կլանում է արևի ուղիղ ճառագայթները, իսկ ներքևի, հետևի կողմից կլանում է այլ մակերեսներից և առարկաներից անդրադարձված ճառագայթները (նկ. 5.3.9): Դրա շնորհիվ մեծացնում է կլանվող արևային էներգիայի չափը և ՖՎ կերպափոխիչի հզորությունը 20 – 30% - ով:



Նկ. 5.3.9. Երկկողմանի արևային մարտկոցներով ֆոտովոլտային մոդուլ

Երկկողմանի արևային մարտկոցներով ՖՎ մոդուլներն ունեն հետևյալ առավելություններ:

- Մեծ արդյունավետություն:
- Ավելի քիչ մակերես՝ մեկ վատտ հզորություն ստանալու համար:
- Հողանցման անհրաժեշտություն չկա:

- Անխափան աշխատանքի երաշխավորված երկար ժամկետ:
 - Երկկողմանի ՖՎ մոդուլների թերությունները հետևյալն են:
 - Գնի թանկություն (մոտ 5% - ով ավելի թանկ են միակողմանի, սովորական կառուցվածքով մարտկոցներով կազմված մոդուլներից):
 - Ծանր կշիռ, երկու շերտ ապակի օգտագործելու պատճառով
 - Մոնտաժային աշխատանքների ավելի թանկ գին (պետք է հաշվի առնել տեղանքի առանձնահատկությունները հետևի կողմից հնարավորինս շատ լուսավորվածություն ապահովելու նպատակով):
- Տեղակայված երկկողմանի ՖՎ կայանքի օրինակ պատկերված է նկ. 5.3.10 – ում:



Նկ. 5.3.10. Երկկողմանի արևային մոդուլներով ֆոտովոլտային կայանք

Ինչպես նշված է վերևում, երկկողմանի ՖՎ մոդուլների մոնտաժային աշխատանքները պահանջում են լրացուցիչ գնահատումներ և հմտություններ, կայանքը արդյունավետ կերպով տեղադրելու համար: Այդ աշխատանքներից են՝ տեղանքի ճիշտ ընտրությունը: Օրինակ, անապատային տեղանքը նպատակահարմար է երկկողմանի ՖՎ մոդուլների տեղակայման համար: Երկկողմանի մոդուլներով կայանքի արդյունավետ աշխատանքին նպաստում է նաև ձյան ծածկույթը և տանիքների ծածկի անդրադարձման հատկությունը: Պետք է հաշվի առնել նաև հարևան շինությունների առկայությունը և ճառագայթների անդրադարձը դրանց մակերեսներից: Մոնտաժը պատշաճ կերպով իրականացնելու համար շատ կարևոր է նաև ճիշտ ընտրել մոդուլների բարձրությունը տանիքից կամ գետնից, հորիզոնի նկատմամբ մոդուլների թեքվածության անկյունը, ինչպես նաև շարքերի միջև անհրաժեշտ հեռավորությունը:

Այսպիսով, արևային ՖՎ կերպափոխիչների տիպերը բազմազան են: Դիտարկված տարբեր տիպի անային ՖՎ մոդուլների հիմնական հատկանիշները բերված են աղյուսակում:

Ֆոտովոլտային մոդուլի տիպը	Առավելությունները	Թերությունները
Միաբյուրեղային (Mono-Si)	Բարձր արդյունավետություն, երկարակյաց	Բազմաբյուրեղայինի և թաղանթայինի համեմատ բարձր գին
Բազմաբյուրեղային (Poly-Si)	Համեմատաբար ցածր գին	Քիչ ավելի փոքր ՕԳԳ
Բարակ թաղանթային	Ցածր գին, ճկուն	Փոքր արդյունավետություն, ոչ երկարակյաց
Կոնցենտրատորային	Շատ մեծ արդյունավետություն, բարձր գին	Պահանջվում են կոնցենտրատորներ, արևի ընթացքին հետևող և հովացման համակարգեր, բարձր գին
Կիսավաճ մարտկոցներով մոդուլներ	Մեծ հզորություններ, բարձր արդյունավետություն	
PERC տեխնոլոգիայով մոդուլներ	Բարձր արդյունավետություն	
Երկկողմանի մոդուլներ	Բարձր արդյունավետություն, մեծ հզորություններ, երկար ծառայության ժամկետ	Ավելի ծանր կշիռ, ավելի բարդ մոնտաժ, բարձր գին

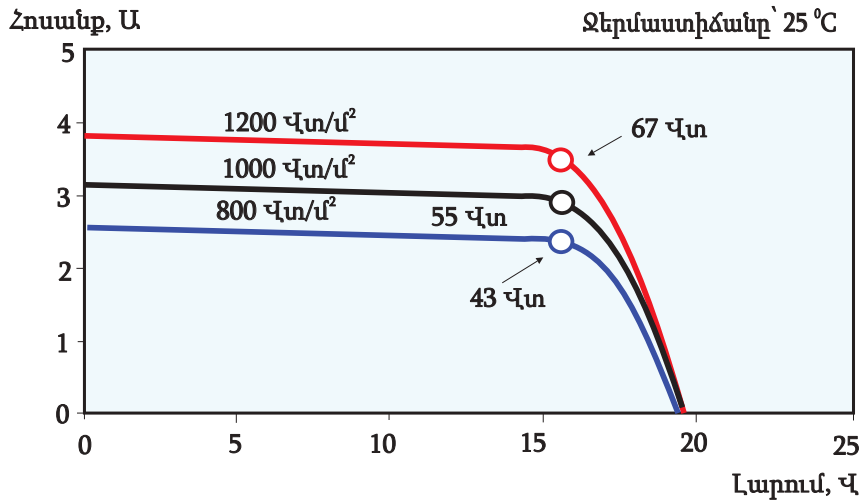
Վերջում նշենք, որ արևային ՖՎ կայանքներ կառուցելու համար, մեծ շուկայական պահանջարկ ունեն աղյուսակում նշված վերջին երեք տիպի մոդուլները, պատրաստված միաբյուրեղ, ինչպես նաև բազմաբյուրեղ կառուցվածքով սիլիցիումից:

5.4. Ֆոտովոլտային կերպափոխիչների բնութագրերի կախվածությունը արտաքին միջավայրի ազդեցություններից

Արևային մարտկոցի և հետևաբար, արևային մոդուլի բնութագրերը խիստ կերպով կախված են կիսահաղորդչային կառուցվածքի ներքին էլեկտրաֆիզիկական պարամետրերից, որոնց բարելավման և արդյունավետության մեծացման նպատակով կատարվում են լայնածավալ հետազոտական աշխատանքներ: Արևային մոդուլի բնութագրերը կախված են նաև արտաքին ազդեցություններից, այսինքն՝ այն միջավայրի պայմաններից, որում գտնվում է ֆոտովոլտային (ՖՎ) մոդուլը: Այդպիսի ազդեցություններից են Արևի ճառագայթման հզորությունը, արտաքին միջավայրի ջերմաստիճանը, մոդուլների մակերեսի վրա կուտակվող փոշին և ստվերումը: Միջավայրի նշված ազդեցությունները անհրաժեշտ է հաշվի առնել ՖՎ կայանքի մոնտաժի և տեխնիկական սպասարկման ընթացքում: Դիտարկենք թվարկված արտաքին ազդեցությունները ՖՎ մոդուլների բնութագրերի վրա:

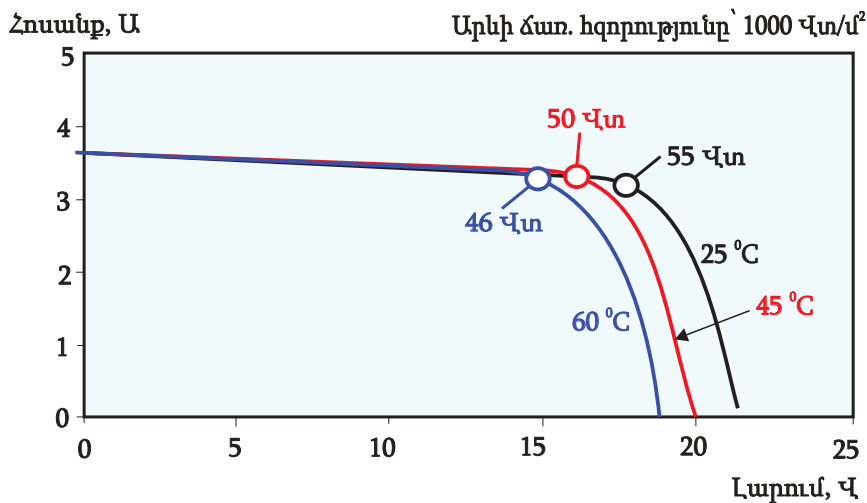
Արևի ճառագայթման հզորության մեծացմանը զուգընթաց աճում է հիմնականում արևային մարտկոցի և մոդուլի ֆոտոհոսանքը (տես 5.1 ենթաբաժին բանաձև (1) – ը): Նշենք, որ I_{ph} -ը աճում է կախված $P_{\text{արև}}$ - ից ուղիղ համեմատական ձևով: Դրա հետևանքով մեծանում է արտադրվող հզորությունը: Նկ. 5.4.1 – ում ցույց են տրված արևային մոդուլի տարբեր վոլտապերային բնութագրեր (ՎԱԲ), Արևի ճառագայթման տարբեր հզորությունների դեպքում:

Ինչպես երևում է նկարից, ճառագայթների հազորության մեծացման դեպքում (1200 Վտ/մ²) մեծանում է նաև մոդուլի հզորությունը (67 Վտ), և հակառակը, ճառագայթների ինտենսիվության նվազման դեպքում (800 Վտ/մ²) նվազում է մոդուլի հզորությունը (43 Վտ):



Նկ. 5.4.1. Արևային ֆոտովոլտային մոդուլի վոլտամպերային բնութագրի և հզորության փոփոխությունը՝ կախված Արևի ճառագայթների ինտենսիվությունից

Արևային մարտկոցի և մոդուլի կողմից արտադրվող օգտակար հզորության մեծությունը խիստ կերպով կախված է նաև արտաքին միջավայրի ջերմաստիճանից: Այն նվազում է արտաքին միջավայրի ջերմաստիճանի մեծացմանը զուգընթաց: Օրինակ, ամառային շոգ պայմաններում, արևի բարձր ինտենսիվության ճառագայթման դեպքում արևային մարտկոցները կարող են տաքանալ մինչև 85 - 100 °C: Դրա հետևանքով մարտկոցի ՕԳԳ-ն (արդյունավետությունը) կարող է նվազել 30 - ից 40 % - ով (ջերմաստիճանի յուրաքանչյուր 1 °C աճի հետ սիլիցիումային միաբյուրեղային մարտկոցների ՕԳԳ - ն նվազում է մոտավորապես 0,5 % - ով), ինչը բավականին մեծ կորուստ է: Ինչպես երևում է նկ. 5.4.2 - ից, 25 °C - ջերմաստիճանի դեպքում, որը մոդուլների նորմալ թեստավորման պայման է, մոդուլի օգտակար հզորությունը կազմում է 55 Վտ, որը տաքանալով նվազում է և ընդունում է 46 Վտ արժեքը 60 °C - ի դեպքում:



Նկ. 5.4.2. Արևային ֆոտովոլտային մոդուլի վոլտամպերային բնութագրի և հզորության փոփոխությունը՝ կախված ջերմաստիճանից

Այսպիսով ջերմաստիճանի ազդեցությամբ պայմանավորված կորուստները էական են: Այդ պատճառով՝ մշակվում են արևային մոդուլների հովացումն ապահովող տարբեր տիպի համակարգեր:

Արևային մարտկոցների հզորությունը նվազում է նաև մոդուլների մակերեսի վրայի փոշու և աղտոտվածության հետևանքով (նկ. 5.4.3): Փոշու և աղտոտվածության ազդեցությունը խիստ է արտահայտվում տարվա սակավ անձրևային ամիսներին: Փոշու առկայությունը կարող է հանգեցնել ՖՎ համակարգի հզորության նվազման մինչև 30 - 50%:



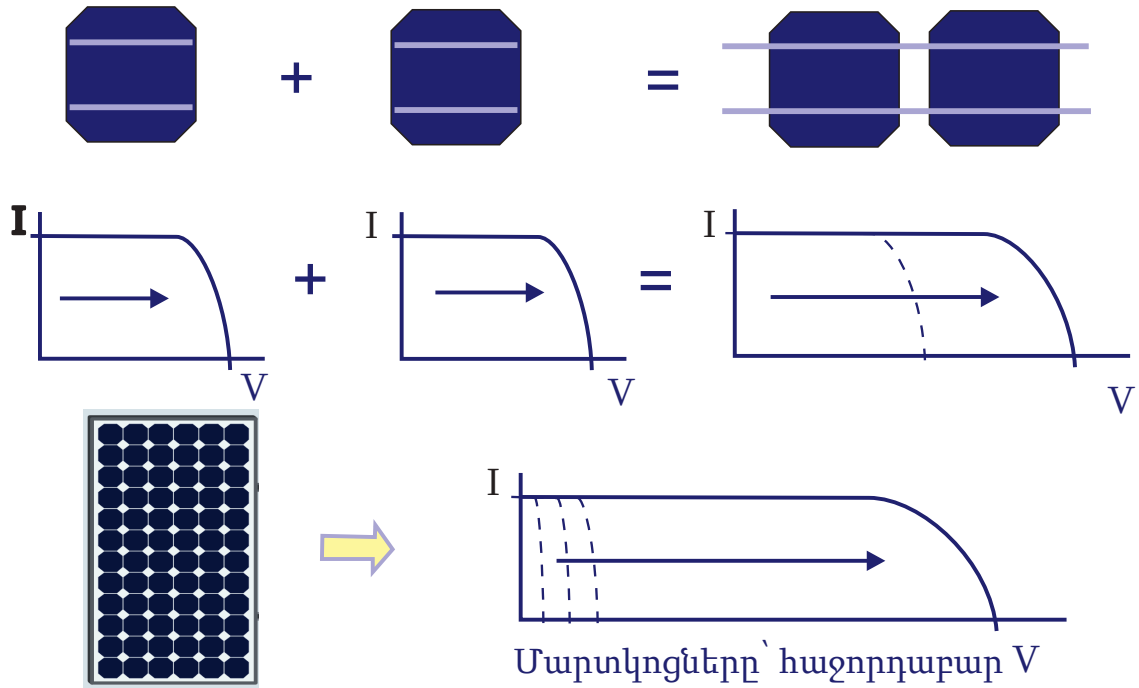
Նկ. 5.4.3. Ֆոտովոլտային մոդուլ փոշոտված և կիսով չափ մաքրված մակերեսով՝ նկարահանված ամռանը (2021 թ.), Երևանում

Փոշու ազդեցությունից խուսափելու համար տեխնիկական սպասարկման ընթացքում անհրաժեշտ է պարբերաբար մաքրել ՖՎ մոդուլների մակերեսը: Այդ նպատակով օգտագործվում են տարբեր տիպի մաքրման մեթոդներ և սարքեր: Լայնորեն օգտագործվում է ձեռքով մաքրման մեթոդը, որն աշխատատար է և վտանգավոր: Օգտագործվում են նաև տարբեր կիսաավտոմատ սարքեր և ավտոմատացված ռոբոտներ:

Արտաքին ազդեցությունների թվին է պատկանում նաև ՖՎ մոդուլների ստվերումը, որն առաջանում է շրջապատի ծառերից կամ շինություններից և ունենում է մեծ բացասական ազդեցություն: Նախքան ստվերման ազդեցությունը գնահատելը դիտարկենք արևային ՖՎ մոդուլների վոլտամպերային բնութագիծը, էլքային լարումը և հոսանքը, արևային մարտկոցների հաջորդական և գուրգահեռ միացումների դեպքում:

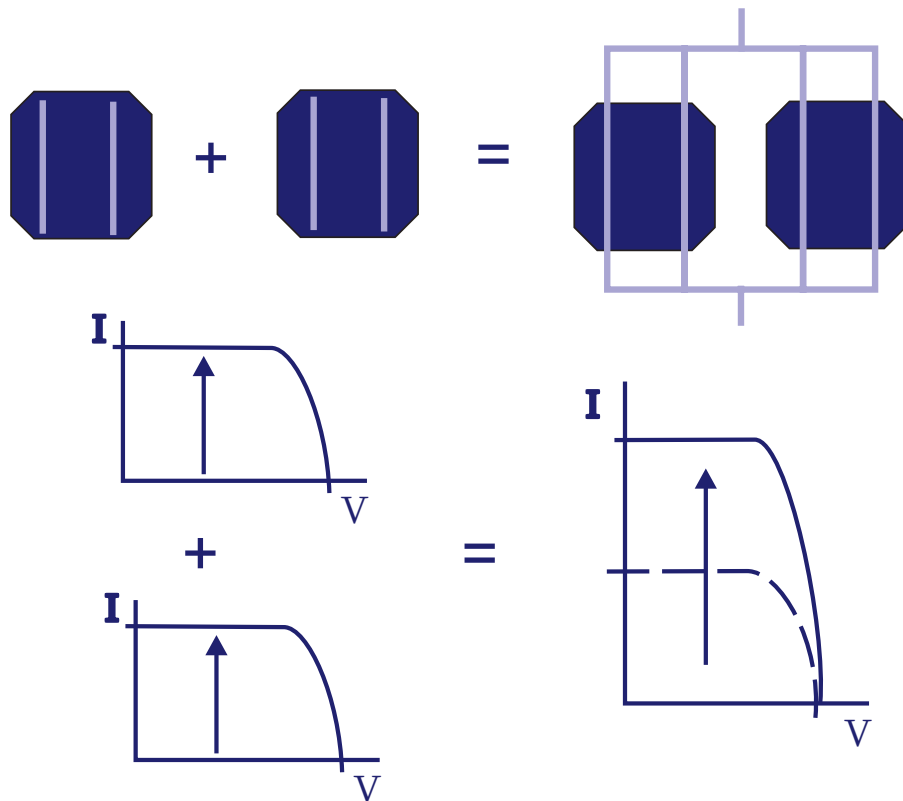
Ինչպես նշել ենք, արևային ՖՎ մոդուլները կազմված են հաջորդաբար միացված արևային մարտկոցներից (նկ. 5.2.1): Հաջորդաբար միացման դեպքում մարտկոցների լարումները գումարվում են, իսկ հոսանքը չի աճում: Արդյունքում, ՖՎ մոդուլի էլքային լարումը աճում է՝ կախված օգտագործված մարտկոցների թվից (նկ. 5.4.4): Օրինակ, եթե ֆոտոէլեկտրական մոդուլը կազմված է հաջորդաբար միացված 72 հատ մարկոցից, որոնցից յուրաքանչյուրն ապա-

հովում է 5 Ա կարճ միացման հոսանք և 0,5 Վ պարապ ընթացքի լարում, ապա, մոդուլի ընդհանուր լարումը կլինի $72 \times 0,5 = 36$ Վ, իսկ հոսանքը՝ 5 Ա:



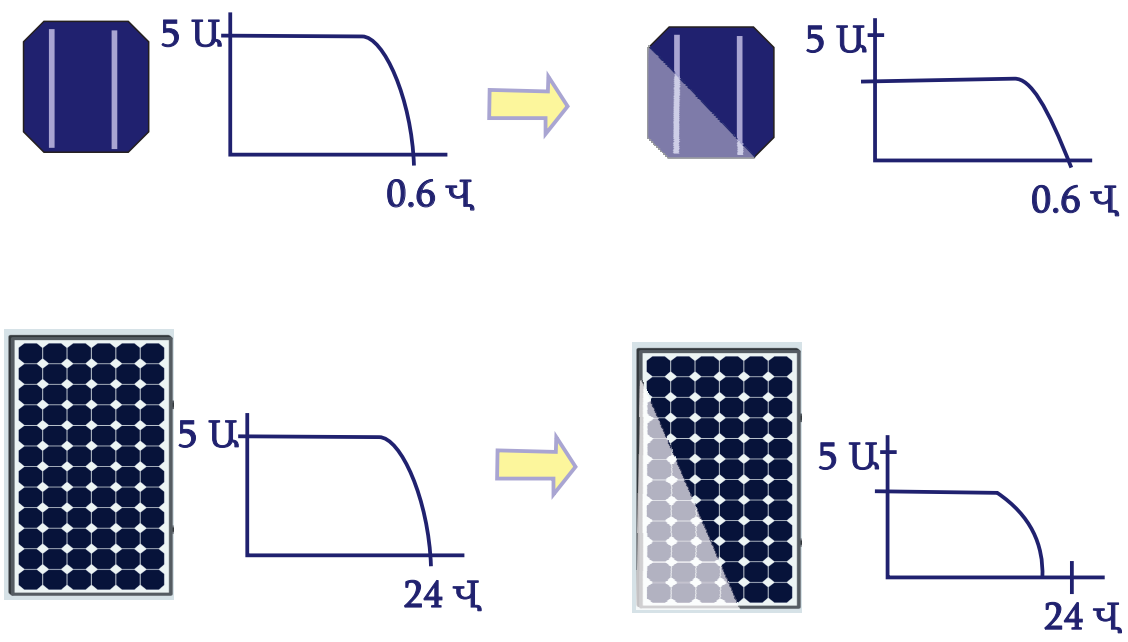
Նկ. 5.4.4. Հաջորդաբար միացված արևային մարտկոցներ

Արևային մարտկոցների զուգահեռ միացման դեպքում հոսանքը մեծանում է՝ կախված մարտկոցների թվից, իսկ լարումը չի աճում (նկ. 5.4.5):



Նկ. 5.4.5. Զուգահեռ միացված արևային մարտկոցներ

Արևային մարտկոցի մասնակի ստվերման դեպքում կարճ միացման հոսանքը նվազում է՝ կախված ստվերի մակերեսի մեծությունից (ուղիղ համեմատական կերպով), իսկ լարման արժեքը մնում է նույնը (նկ. 5.4.6): ՖՎ մոդուլի մասնակի ստվերման դեպքում նույնպես հոսանքի արժեքը նվազում է, քանի որ ստվերում հայտնված մարտկոցների հոսանքը նվազում է: Այդ մարտկոցները, հաջորդաբար միացված մարտկոցների շարքում, խոչընդոտ են հանդիսանում հոսանքի համար: Հոսանքի զգալի նվազում է լինում նաև այն դեպքում, երբ միայն մեկ մարտկոց է ստվերված: Նշենք, որ նվազում է նաև լարման արժեքը՝ կախված ստվերված մարտկոցների թվից: Ստվերման հետևանքով հոսանքի նվազեցումը առաջ է բերում մոդուլի օգտակար հզորության զգալի կրճատում:



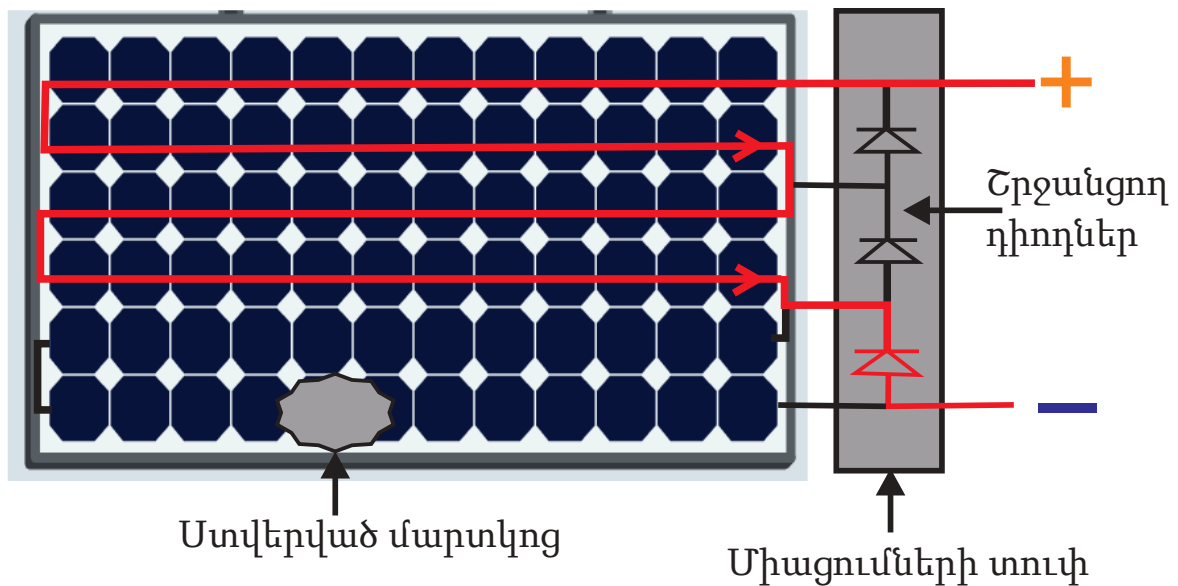
Նկ. 5.4.6. Արևային մարտկոցի և մոդուլի մասնակի ստվերումը

Ստվերման պատճառով հոսանքի նվազեցման երևույթը հեշտությամբ բացատրվում է ջրատար խողովակի մոդելի միջոցով: Այսպես, եթե հաջորդաբար միացված մարտկոցներով հոսող էլեկտրական հոսանքը համեմատենք խողովակաշարով հոսող ջրի հոսքի հետ, ապա ստվերված մարտկոցը կարելի է դիտարկել որպես խցանում խողովակի մեջ, ինչի պատճառով ջրի հոսքը ամբողջ խողովակով նվազում է:

Ստվերման բացասական ազդեցությունից հնարավորինս խուսափելու նպատակով արևային ՖՎ մոդուլներում տեղադրվում են այսպես կոչված շրջանցող դիոդներ: Նշենք, որ դիոդը կիսահաղորդչային սարք է, արևային մարտկոցի նման կազմված p և n տիպի հաղորդականություններով օժտված տիրույթներից: Դիոդի միջով էլեկտրական հոսանքը անցնում է միայն մեկ ուղղությամբ: Դիոդի պայմանական նշանը պատկերված է Հավելված 3 – ում, որտեղ եռանկյունով նշվում է դրական հաղորդականությամբ օժտված p տիրույթը, իսկ հաղորդիչ գծին ուղղահայաց գծիկով՝ բացասական հաղորդականությամբ օժտված n տիրույթը: Եթե էլեկտրական աղբյուրի դրական բևեռը միացվի եռանկյան կողմից, իսկ բացասականը գծիկի կողմից (դիոդի ուղիղ շեղում), ապա շղթայով կանցնի հոսանք: Իսկ եթե էլեկտրական աղբյուրը միացվի հակառակ բևեռականությամբ՝ բացասական բևեռը եռանկյանը, իսկ դրականը՝ գծիկին, ապա

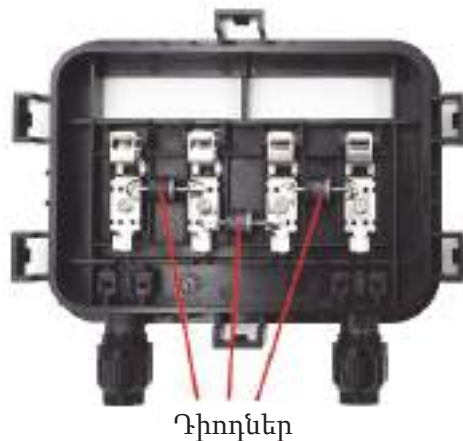
շղթայով հոսանք չի անցնի: Նշենք, որ դիողի այս հատկությունը բացատրվում է վոլտամպերային բնութագրի միջոցով, որը պատկերված է նկ. 5.1.4. – ում:

Այսպիսով, արևային ՖՎ մոդուլներում տեղադրված դիողները ծառայում են հոսանքի համար որպես լրացուցիչ ուղիներ, ստվերված տեղամասերը շրջանցելու համար (նկ. 5.4.7): Ինչպես երևում է նկ. 5.4.7 – ից, քանի որ ստվերված մարտկոցը խոչընդոտ է էլեկտրական հոսանքի համար, ապա հոսանքն անցնում է մարտկոցների վերևի չորս շարքով, պատկերված կարմիր գույնով, և ներքևի դիողով, շրջանցելով մարտկոցների ներքևի երկու շարքը: Փաստորեն, ստվերված մարտկոցով պայմանավորված, ներքևի երկու շարքի արևային մարտկոցները չեն մասնակցում օգտակար հզորության ստեղծմանը: Որպեսզի դա տեղի չունենա, ցանկալի կլինի, որ բոլոր մարտկոցներին զուգահեռ միցված լինեին դիողներ: Սակայն այդ մոտեցումը կլինի ծախսատար և ոչ նպատակահարմար: Այդ պատճառով, արևային ՖՎ մոդուլներում տեղադրում են հիմնականում երեք դիող, որոնցից յուրաքանչյուր շունտում է մարտկոցների երկու շարք, ինչպես պատկերված է նկ. 5.4.7 – ում:



Նկ. 5.4.7. Ստվերված մարտկոցով արևային ֆոտովոլտային մոդուլում հոսանքի ուղին (կարմիր գծով)

Կոնստրուկտիվ առումով, շրջանցող դիողները տեղակայվում են միացումների տուփի մեջ, որը ստանձվում է ՖՎ մոդուլի հետևի կողմին (նկ. 5.4.8):



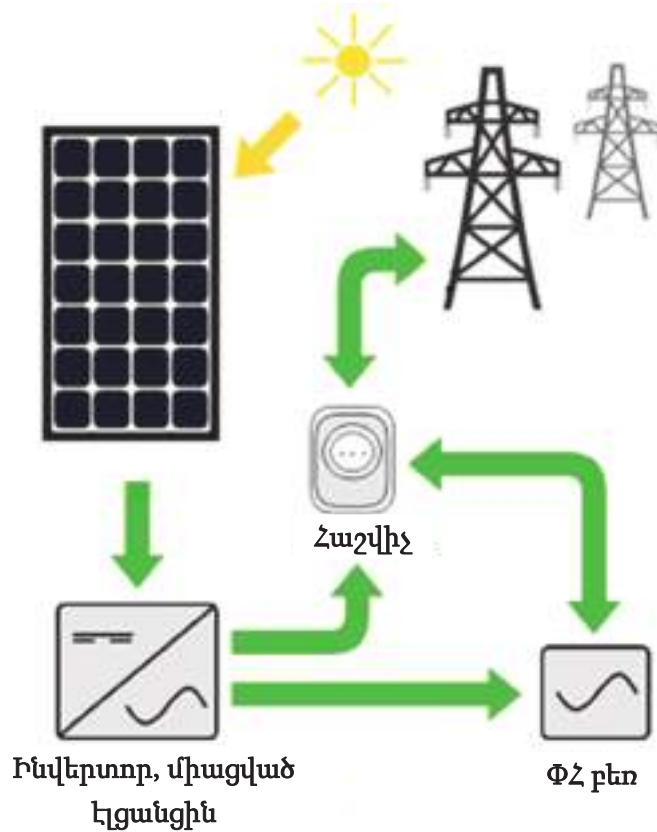
Նկ. 5.3.8. Շրջանցող դիողները միացումների տուփի մեջ

Ստվերված ՖՎ մոդուլը կայանքի բոլոր մոդուլների զանգվածի վրա թողնում է նույն տիպի բացասական ազդեցություն, ինչպես որ մեկ ստվերված արևային մարտկոցը տվյալ մոդուլի վրա: Հետևաբար, կայանքի մոնտաժի և տեխնիկական սպասարկման ընթացքում պետք է հատուկ ուշադրություն դարձնել մոդուլների հնարավոր ստվերման խնդրին և բացառել ստվերումը շրջապատի առարկաների և բուսականության կողմից:

5.5. Ֆոտովոլտային կայանքների տիպերը

Ֆոտովոլտային կայանքներն ըստ կառուցվածքի կարելի է բաժանել երկու հիմնական խմբի. էլեկտրական ցանցին միացված և էլեկտրական ցանցին չմիացված (ինքնավար) համակարգեր: Դրանցից յուրաքանչյուրն ունի իր տարբերակները:

Էլեկտրական ցանցին միացված համակարգերն ունեն առավելություններ ցանցին չմիացված, ինքնավար համակարգերի համեմատ և բավականին տարածված են: Այս համակարգերը լինում են երկու տիպի. առանց էլեկտրական կուտակիչ մարտկոցի (նկ. 5.5.1) և մարտկոցով (նկ. 5.5.2):



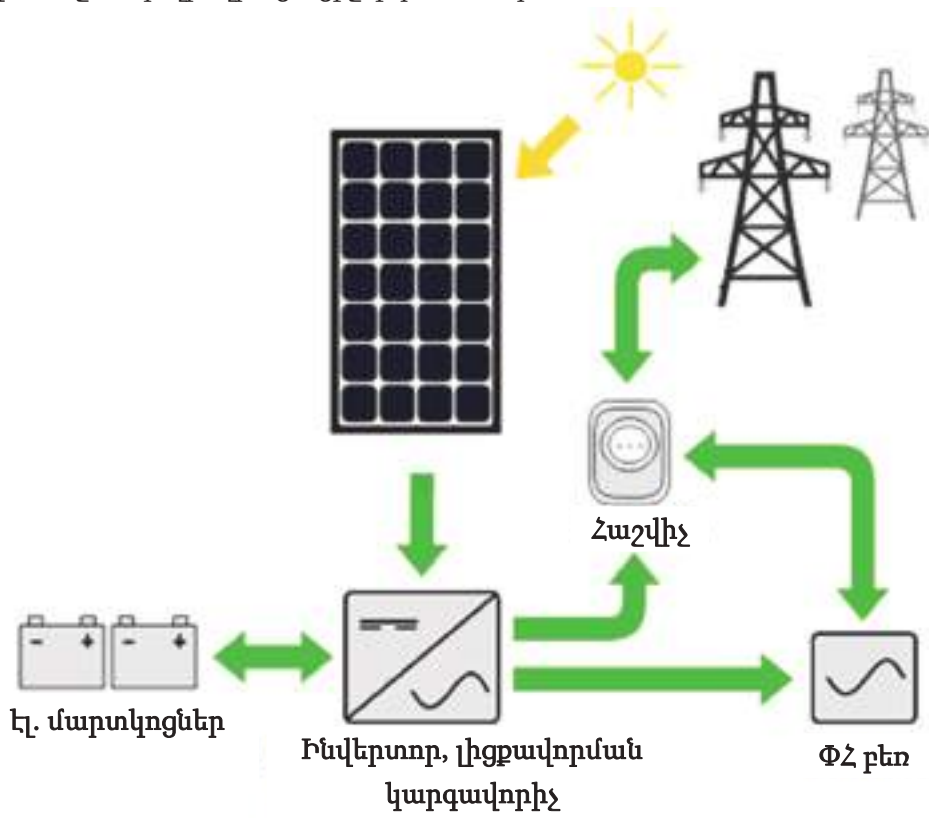
Նկ. 5.5.1. Էլեկտրական ցանցին միացված արևային ֆոտովոլտային համակարգ

Ինչպես երևում է նկ. 5.5.1 – ից, արևային էներգիան, ՖՎ մոդուլների զանգվածի միջոցով փոխակերպվելով էլեկտրականի, հաստատուն հոսանքի (ՀՀ) ձևով մուտք է գործում ինվերտոր, որը այն փոխակերպում է փոփոխական հոսանքի (ՓՀ): Այստեղ կարևոր է նշել, որ ինվերտորը միացված է էլեկտրական ցանցին և աշխատում է ցանցի հետ սինքրոն: Արևի պայծառ ճառագայթման ընթացքում, երբ ՖՎ մոդուլն արտադրում է ավելի շատ էներգիա, քան սպառվում է ՓՀ բեռի կողմից, էներգիայի ավելցուկը ուղղվում է դեպի ցանց: Իսկ այն պահերին, երբ բեռը ծախսում է ավելի շատ էներգիա, քան մատակարարվում է արևային մոդուլների

կողմից, կամ գիշերային ժամերին, էներգիան ցանցից տրվում է բեռին: Էլեկտրական էներգիայի այդպիսի երկկողմանի հոսքը գրանցվում է էլեկտրական հաշվիչի միջոցով, որն աշխատում է երկու ուղղությամբ՝ կայանքից դեպի ցանց և ցանցից դեպի բեռ:

Էլեկտրական կուտակիչ մարտկոցով էլեկտրական ցանցին միացված համակարգը (նկ. 5.5.2) նախորդի համեմատ ունի այն առավելությունը, որ համակարգը գործում է անխափան կերպով ցանցի էլեկտրասնուցումը անջատվելու դեպքում: Այսինքն, եթե ցանցի լարումը ընդհատվում է, ինվերտորը անմիջապես փոխանջատվում է և սկսում է ստանալ էլեկտրասնուցումը մարտկոցից: Կուտակիչ մարտկոցով համակարգն ապահովում է նաև ՓՀ բեռի սնման լարման կայուն արժեքը ցանցի լարման տատանումների դեպքում:

Վերը նշված առավելությունների հետ մեկտեղ, կուտակիչ մարտկոցով էլեկտրական ցանցին միացված համակարգն ունի նաև թերություններ: Այս տիպի արևային կայանքը տնտեսապես թանկ է, քանի որ էլեկտրական մարտկոցները լրացուցիչ ծախս են պահանջում: Մարտկոցների առկայության դեպքում բարդանում են նաև տեխնիկական սպասարկման և վերանորոգման աշխատանքները: Բացի այդ, մարտկոցների ծառայության ժամկետի ավարտից հետո անհրաժեշտ է դրանք փոխարինել նոր մարտկոցներով, ինչը նույնպես լրացուցիչ ծախս է պահանջում: Նշենք նաև, որ էլեկտրական մարտկոցներով համակարգերի ընդհանուր արդյունավետությունը 10 – 15 % ավելի ցածր է առանց մարտկոցների ցանցին միացված համակարգերի համեմատ, քանի որ մարտկոցներում էներգիայի կուտակման և հետագա օգտագործման պատճառով առաջ են գալիս լրացուցիչ կորուստներ:

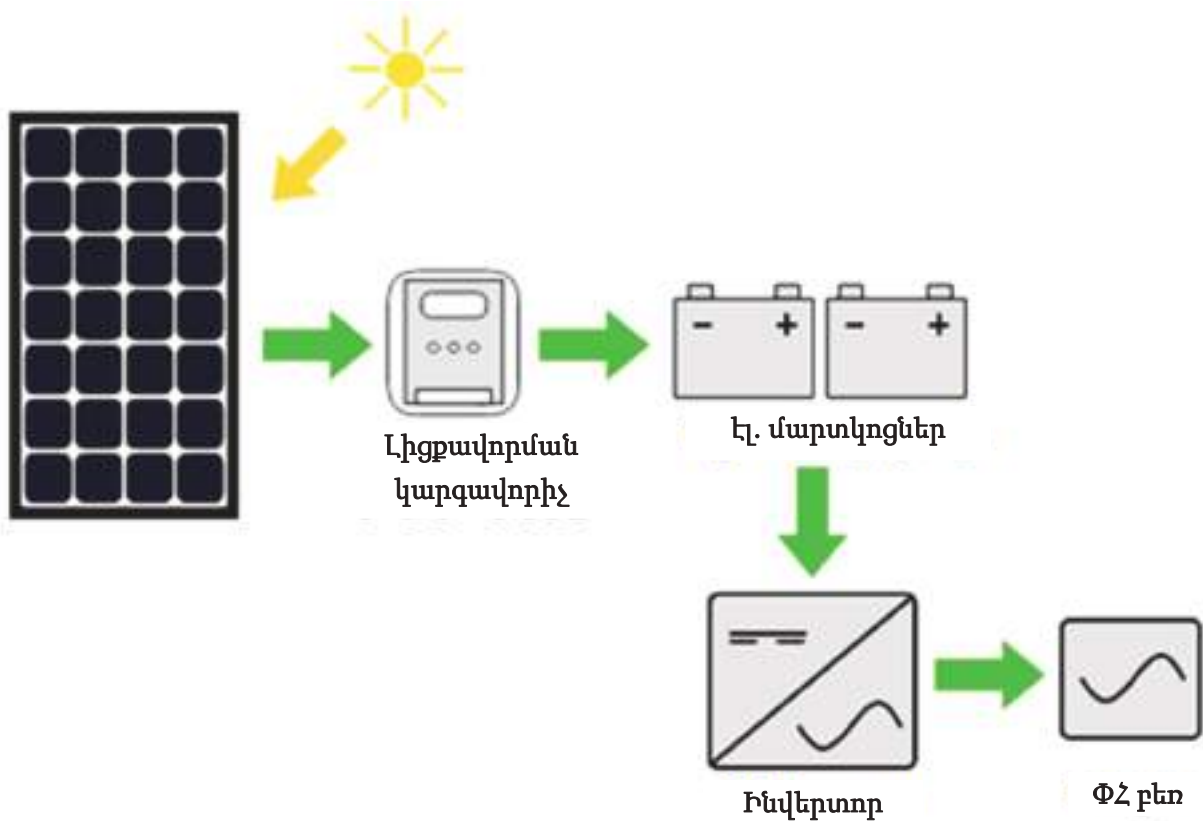


Նկ. 5.5.2. Էլեկտրական ցանցին միացված, կուտակիչ էլեկտրական մարտկոցով արևային ֆոտովոլտային համակարգ

Այսպիսով, կարող ենք եզրակացնել, որ կուտակիչ մարտկոցով էլեկտրական ցանցին միացված համակարգը նպատակահարմար է կիրառել այն վայրերում, որտեղ հաճախ են

պատահում էլեկտրական ցանցի անջատումներ, և որտեղ մշտապես անհրաժեշտ է պահպանել հոսանքի սպառիչների անխափան աշխատանքը:

ՖՎ կայանքների մյուս կառուցվածքային խմբին են պատկանում էլեկտրական ցանցին չմիացված, ինքնավար համակարգերը (նկ. 5.5.3): Այստեղ արևային մոդուլների զանգվածից հաստատուն հոսանքը լիցքավորման կարգավորիչի միջոցով տրվում է էլեկտրական մարտկոցին, որտեղ կուտակվում է էլեկտրաէներգիան, որը ինվերտորի միջոցով փոխակերպվելով ՓՀ – ի, տրվում է բեռին և սպառվում է անհրաժեշտ պահերին: Նշենք, որ ՀՀ բեռի առկայության դեպքում այն միացվում է էլեկտրական մարտկոցին: Այսպիսով, այս տիպի համակարգերը կապված չեն էլեկտրական ցանցին և գործում են ինքնավար կերպով: Դրանք օգտագործվում են հիմնականում այն վայրերում, որտեղ բացակայում է էլեկտրասնուցման ցանցը:



Նկ. 5.5.3. Էլեկտրական ցանցին չմիացված, կուտակիչ էլեկտրական մարտկոցով ինքնավար արևային ֆոտովոլտային համակարգ

Գոյություն ունի ինքնավար համակարգերի մի քանի տարբերակ: Օրինակ, համակարգը կարող է կազմված լինել միայն ՖՎ մոդուլների զանգվածից և հաստատուն հոսանքի սպառիչից, առանց մարտկոցների և ինվերտորի: Այդպիսի համակարգի օրինակ է արևի էներգիայով աշխատող ջրի պոմպը կամ ՀՀ - ով աշխատող օդամղիչ սարքը: Կարող է նաև նկ. 5.5.3 – ում պատկերված ինքնավար համակարգը հագեցված լինել քամու կամ դիզելային գեներատորով նույնպես: Այս դեպքում կայանքը համարվում է հիբրիդային:

Ինքնավար համակարգերի հիմնական թերություն կարելի է համարել էլեկտրական մարտկոցների առկայությունը: Ինչպես նշված է վերևում, մարտկոցների կիրառումը թանկացնում է համակարգի գինը: Մակայն այն վայրերում, որտեղ բացակայում է էլեկտրասնուցման ցանցը, ինքնավար արևային ՖՎ կայանքների կիրառությունը տնտեսապես արդարացված է:

5.6. Ֆոտովոլտային կայանքների բաղադրիչ պարագաներ

Արևային ՖՎ կայանքները, կախված կիրառվող համակարգի տիպից, կազմված են տարբեր բաղադրիչ պարագաներից, որոնցից յուրաքանչյուրն ունի իր հատուկ նշանակությունը: Նկ 5.6.1 – ում պատկերված է լայն կիրառություն ունեցող կենցաղային օգտագործման համար արևային ՖՎ համակարգը, իր բաղադրիչ պարագաներով, և դրանց տեղաբաշխումը: Այսպիսի համակարգերը հաջողությամբ տեղադրելու համար մասնագետին անհրաժեշտ է իմանալ այդ բաղադրիչների կարևորությունը, դրանց գործառույթները համակարգի ներսում և ինչպես են դրանք փոխկապակցված: Դիտարկենք արևային ՖՎ կայանքների բաղադրիչ պարագաները և դրանց գործառույթները:



Նկ. 5.6.1. Էլեկտրական ցանցին միացված արևային ֆոտովոլտային համակարգ. 1 - արևային մոդուլների զանգված, 2 - ինվերտոր, 3 - անջատիչ տուփ, 4 - կենցաղային էլեկտրական տեխնիկա, 5 - երկկողմանի էլեկտրահաշվիչ, 6 - էլեկտրացանց

5.6.1. Արևային ֆոտովոլտային մոդուլներ



Արևային ՖՎ մոդուլների աշխատանքի սկզբունքը, բնութագրերը և արտադրության գործընթացները դիտարկել ենք 5.1, 5.2 և 5.3 ենթաբաժիններում: Այժմ դիտարկենք մոդուլների պարամետրերը կիրառական տեսանկյունից և փոխկապակցվածությունը համակարգում:

Յուրաքանչյուր արևային ՖՎ մոդուլի վրա, միացումների տուփի մոտ, ստանձված է տվյալ մոդուլի անվանական պիտակը, որտեղ նշված են մոդուլի կարևորագույն պարամետրերը, չափված արտադրող կազմակերպությունում Ստանդարտ Փորձարկումների Պայմաններում (ՄՓՊ): Նշենք, որ այդ հապավումը անգլերենով գրվում է (STC– Standart Test Conditions):

Հայտնի է, որ ՖՎ մոդուլներն արտադրվում են ամբողջ աշխարհում: Որպեսզի ճիշտ կարգավորվի այդ ոլորտի գործունեությունը, մշակվել են փորձարկումների համար ստանդարտ պայմաններ (STC), որին պարտավոր են հետևել բոլոր արտադրողները: STC պայմանները հետևյալն են.

- Լույսի ինտենսիվություն՝ 1000 Վտ/մ²,
- Շրջակա միջավայրի ջերմաստիճան՝ 25 °C,
- Մթնոլորտային զանգված (AM)՝ 1.5:

Այսպիսով, տվյալ մոդուլի անվանական պիտակի վրա նշված պարամետրերը չափված են վերը նշված պայմաններում: Նկ. 5.6.2 – ում պատկերված է ՖՎ մոդուլի անվանական պիտակի օրինակ:

Solar Module	
Rated Maximum Power (Pmax)	120W
Current at Pmax (Imp)	3.44A
Voltage at Pmax (Vmp)	18V
Sort Circuit Current (Isc)	3.67A
Open-Circuit Voltage (Voc)	21.42V
Nominal Operating Cell Temp	-40°C to +85°C
Module Efficiency	16.7%
Weight	10kg
Dimension	1480 mm x 510 mm x 35 mm
Maximum System V	1000V
Max Series Fuse Rating	15A
Maximum Load	
Application	Class A
All technical data at standart test conditions AM=1.5 E=1000W/m ² Tc=25°C	
 	

Նկ. 5.6.2. Ֆոտովոլտային մոդուլի անվանական պիտակի տեսքը

Նշված պարամետրերի բացատրությունները տրված են ստորև:

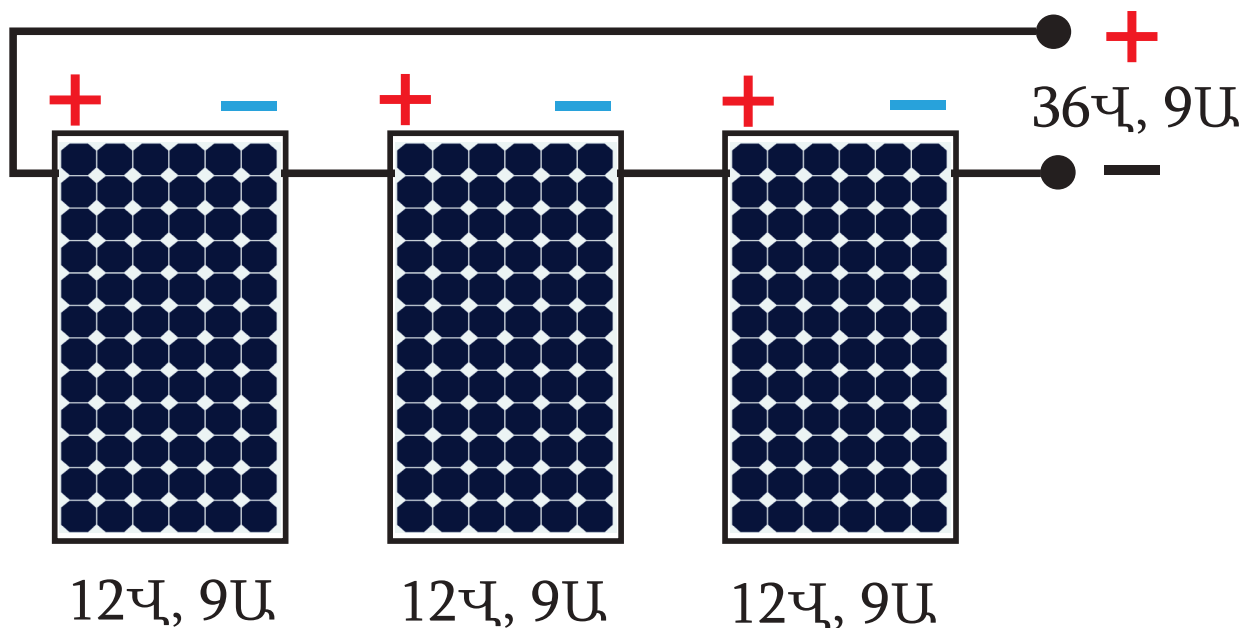
Պարամետր	Մեծությունը	Բացատրություն
Rated Maximum Power (Pmp)	120 W	Գնահատված առավելագույն հզորությունը՝ չափված STC պայմաններում
Current at Pmp (Imp)	3.44 A	Առավելագույն հզորության աշխատանքային կետում հոսանքի արժեքը
Voltage at Pmp (Vmp)	18 V	Առավելագույն հզորության աշխատանքային կետում լարման արժեքը
Short—circuit Current (Isc)	3.67 A	Կարճ միացման հոսանքը (հոսանքի արժեքը էլուստների միջև առանց բեռի, չափվում է ամպերմետրով)
Open-circuit Voltage (Voc)	21.42 V	Բաց շղթայի (պարապ ընթացքի) լարումը (լարման արժեքը էլուստների վրա առանց բեռի, չափվում է վոլտմետրով)
Nominal Operating Cell Temp	-40°C to +85°C	Արևային մարտկոցի աշխատանքային ջերմաստիճանը
Module Efficiency	16.7 %	Մոդուլի արդյունավետությունը (ՕԳԳ – ն)
Weight	10 kg	Մոդուլի կշիռը
Dimention	1480mm*510m m*35mm	Մոդուլի չափերը՝ երկարություն, լայնություն և ալյումինե շրջանակի բարձրություն
Maximum System V	1000 V	Տվյալ տիպի մոդուլներով կազմված զանգվածում լարման թույլատրելի առավելագույն արժեքը
Maximum Series Fuse Rating	15 A	Ապահովիչի առավելագույն հոսանքի չափը, որը պաշտպանում է հաջորդաբար միացված մոդուլները
Application	Class A	A դասի արևային մոդուլները անթերի են

All technical data at standard test condition AM = 1.5 E=1000W/m ² Tc = 25 °C		Բոլոր տեխնիկական բնութագրերը չափված են ստանդարտ փորձարկումների պայմաններում
CE		(Conformité Européenne) նշանը ցույց է տալիս, որ ապրանքը համապատասխանում է Եվրոպական ստանդարտներին
		Միմվորը բնութագրում է ապրանքի անվտանգության կարգը՝ համաձայն միջազգային ստանդարտի (IEC 61140)

Արևային մոդուլների և մարտկոցների որակի ընդհանուր գնահատման համար գոյություն ունեն տարբեր դասեր՝ A, B և C: Ինչպես նշված է աղյուսակում, A դասի արևային մոդուլները (մարտկոցները) գերծ են թերություններից: B դասի արևային մարտկոցները պարունակում են տեսողական թերություններ, որոնք չեն ազդում հզորության վրա, դրանց գինը մի փոքր ցածր է, քան A դասի մոդուլներինը: C դասի արևային մարտկոցներն ունեն արատներ, որոնք ազդում են մոդուլների ելքային հզորության վրա, որն ավելի ցածր է, քան A և B դասի կարգի մոդուլներինը, իսկ գինը՝ ամենացածրն է:

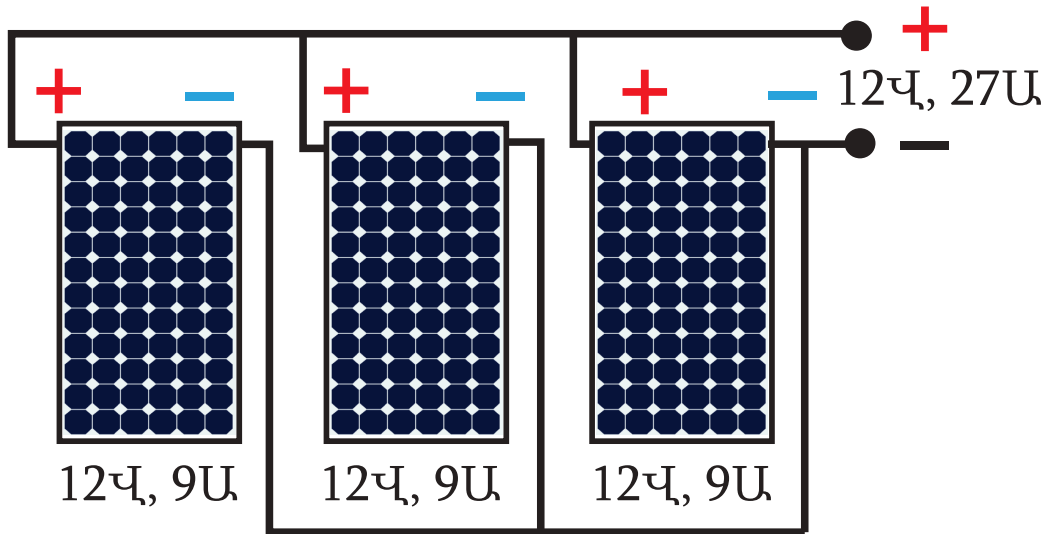
Արևային ՖՎ մոդուլների հզորության 90 տոկոսը, որպես կանոն, երաշխավորված կերպով արտադրողի կողմից, պահպանվում է աշխատանքի առաջին 10 տարիներից հետո: Հաջորդ 15 տարվա համար երաշխավորվում է հզորության պահպանման 80 տոկոսը: ՖՎ մոդուլի աշխատանքի երաշխիքը սովորաբար տևում է 5 տարի, որի ընթացքում արտադրողը պարտավորվում է վերացնել ցանկացած թերություն:

Արևային ՖՎ համակարգում մոդուլները միացվում են հաջորդաբար, զուգահեռ կամ այդ երկուսը միասին, այսինքն հաջորդաբար և զուգահեռ: Հաջորդաբար միացման դեպքում մոդուլների լարումները գումարվում են, իսկ հոսանքը հավասար է լինում մեկ մոդուլի հոսանքին (նկ. 5.6.3):



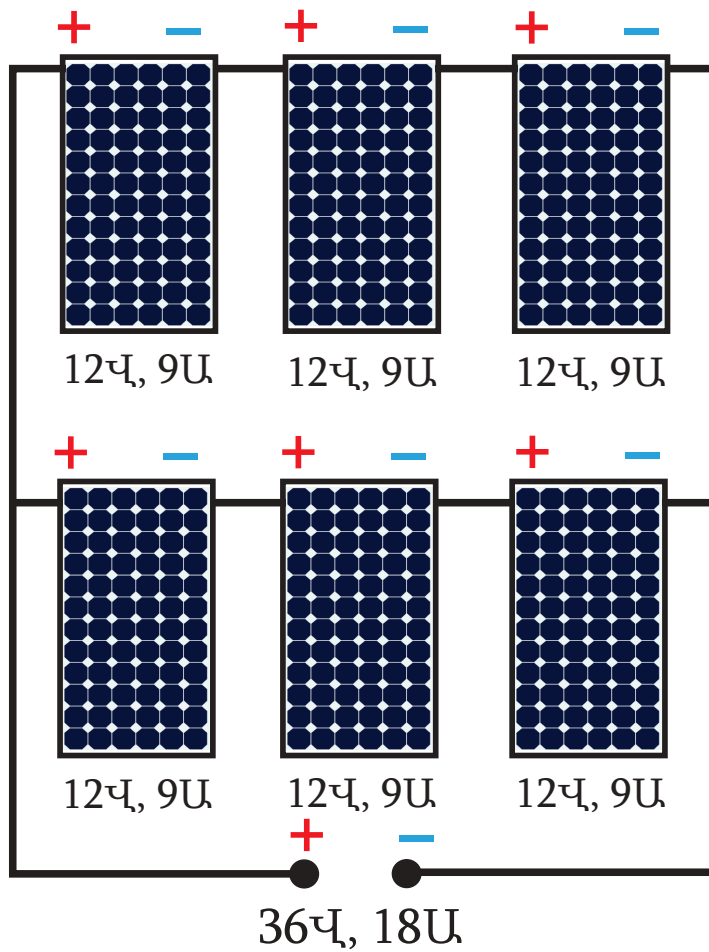
Նկ. 5.6.3. Ֆոտովոլտային մոդուլների միացումը հաջորդաբար

Ջուլահեռ միացման դեպքում հոսանքները գումարվում են, իսկ լարումը մնում է մեկ մոդուլի լարման արժեքին հավասար (նկ. 5.6.4):



Նկ. 5.6.4. Ֆոտովոլտային մոդուլների միացումը զուգահեռ

Հաջորդաբար և զուգահեռ միացման դեպքում հաջորդաբար միացված մոդուլների մի քանի շարքեր, որտեղ լարումները գումարվում են, միացվում են զուգահեռ, որը բերում է շարքերի հոսանքների գումարման (նկ. 5.6.5):



Նկ.5.6.5. Ֆոտովոլտային մոդուլների հաջորդաբար և զուգահեռ միացում

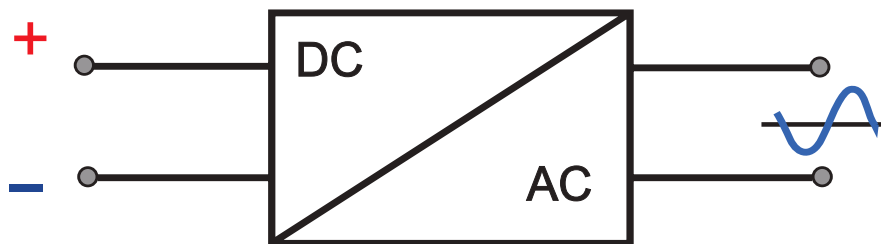
Արևային մոդուլների զանգվածի ընդհանուր հզորությունը որոշվում է բոլոր մոդուլների հզորությունների գումարով, անկախ նրանից, թե ինչ կերպ են միացված մոդուլները: Օրինակ, նկ. 5.6.3. – ում պատկերված մոդուլների հաջորդական միացման դեպքում, զանգվածի ընդհանուր հզորությունը կազմում է $36 \text{ Վ} \times 9 \text{ Ա} = 324 \text{ Վտ}$: Նկ. 5.6.4 – ում պատկերված գուգահեռ միացման դեպքում հզորությունը նույնպես կազմում է $12 \text{ Վ} \times 27 \text{ Ա} = 324 \text{ Վտ}$:

Արևային ՖՎ մոդուլների բնութագրերը հաճախ տարբերվում են միմյանցից: Հետևաբար, կայանքների մոնտաժի ընթացքում անհրաժեշտ է հաշվի առնել, թե մոդուլները որքանով են համապատասխանում միմյանց: Օրինակ, եթե մոդուլների լարումները տարբեր են, իսկ հոսանքները՝ նույնը, ապա դրանց հաջորդական միացման դեպքում խնդիրներ չեն առաջանա: Այսինքն մոդուլների լարումները կգումարվեն, հոսանքը կլինի մեկ մոդուլի հասանքի արժեքին հավասար, և ընդհանուր օգտակար հզորությունը կլինի բոլոր մոդուլների հզորությունների գումարին հավասար: Սակայն եթե տարբեր լինեն մոդուլների հոսանքները, ապա հաջորդական միացման դեպքում փոքր հոսանքով մոդուլը կհանդիսանա բեռ մյուսների համար, շղթայով կհոսի փոքր հոսանք, և ընդհանուր հզորությունը կփոքրանա:

Եթե գուգահեռ միացման դեպքում մոդուլների լարումները նույնն են, իսկ հոսանքները տարբեր, ապա նույնպես խնդիրներ չեն առաջանա: Այսինքն մոդուլների հոսանքները կգումարվեն, լարումը կլինի մեկ մոդուլի լարման արժեքին հավասար, և ընդհանուր օգտակար հզորությունը կլինի բոլոր մոդուլների հզորությունների գումարին հավասար: Իսկ եթե լարումները տարբեր լինեն, ապա գուգահեռ միացման դեպքում, փոքր լարումով մոդուլը բեռ կհանդիսանա մյուսների համար, շղթայում լարման արժեքը կփոքրանա, և ընդհանուր հզորությունը կլինի փոքր:

5.6.2. Ինվերտոր

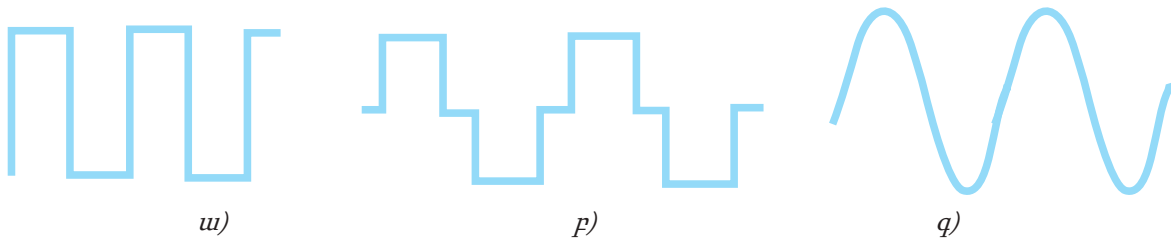
Ինվերտորը էլեկտրոնային սարք է, որը փոխակերպում է արևային ՖՎ մոդուլներից ստացվող հաստատուն հոսանքը (ՀՀ, DC) փոփոխական հոսանքի (ՓՀ, AC): Ինվերտորը, զգալով էլեկտրական ցանցի լարումը և հաճախությունը, ՀՀ – ը փոխակերպում է ՓՀ – ի ցանցի նույն լարումով, հաճախությամբ և ֆազով: Էլեկտրական սխեմաներում ինվերտորի պայմանական նշանակումը ցույց է տրված նկ. 5.6.6 – ում:



Նկ. 5.6.6. Սխեմաներում ինվերտորի պայմանական նշանակումը

Ինվերտորի մուտքին միացվում է արևային մոդուլների զանգվածի էլքային հաստատուն լարումը, որն աստիճանավորված է 12 Վ քայլերով (12 Վ, 24 Վ, 48 Վ, 60 Վ, և այլն): Ինվերտորի էլքում ստացվում է փոփոխական 220 -ից 240 Վ լարում, որը տրվում է սպառիչին, ինչպես նաև էլեկտրական ցանցին:

Ինվերտորների կարևորագույն պարամետր է էլքային լարման տեսքը: Տարբերակվում են ինվերտորների էլքային լարման տեսքի հետևյալ երեք տիպերը (նկ. 5.6.7):



Նկ. 5.6.7. Ինվերտորների տարբեր էլքային լարումներ. ա) ուղղանկյունաձև, բ) մոդիֆիկացված սինուսային, գ) մաքուր սինուսային

1. **Ուղղանկյունաձև տեսքի էլքային լարումով** (նկ. 5.6.7 ա) ինվերտորներ, որոնք ունեն պարզ կառուցվածք և էժան են: Դրանք օգտագործվում են պարզագույն սարքերի էլեկտրասնուցումն ապահովելու նպատակով: Այդպիսի սարքեր են օրինակ լուսավորության կամ էլեկտրական ջեռուցման սարքերը:

2. **Մոդիֆիկացված սինուսի տեսքի լարումով** (նկ. 5.6.7 բ) ինվերտորներ, որոնց էլքային լարման տեսքը միջանկյալ դիրք է գրավում ուղղանկյունաձև և մաքուր սինուսի տեսքով լարումների միջև: Այս տիպի լարումով կարելի է սնուցել կենցաղային կամ գրասենյակային փոքր սարքավորումներ, որոնց համար սնման լարման տեսքը կարևոր նշանակություն չունի: Համենայն դեպս, այս տիպի ինվերտորները չեն կարող կիրառվել տպիչների, պատճենահանող սարքերի էլեկտրասնուցման համար:

3. **Մաքուր սինուսի տեսքի լարումով** (նկ. 5.6.7 գ) ինվերտորներ, որոնց էլքային լարման տեսքը շատ նման է էլեկտրական ցանցի լարմանը: Այս տիպի ինվերտորներով կարելի է ապահովել բարձրորակ սարքերի էլեկտրասնուցումը: Այս ինվերտորները ամենաթանկն են:

Կենցաղային օգտագործման և փոքր բիզնես նպատակների համար նախատեսված արևային էներգետիկ կայանքները որպես կանոն պարունակում են մեկ «կենտրոնական» ինվերտոր, որը միացվում է արևային մոդուլների զանգվածին և տեղադրվում է անջատիչ տուփի (էլեկտրական վահանակի) և էլեկտրական հաշվիչի մոտ, ինչպես պատկերված է նկ. 5.6.1 - ում: Արևային մոդուլների զանգվածը սովորաբար կազմված է լինում հաջորդաբար միացված 6 կամ 12 մոդուլներից: Ավելի մեծ կայանքներում, եթե հաջորդաբար միացված մոդուլների շարքերի թիվը մեկից ավելի է, ապա յուրաքանչյուր շարք կարող է ունենալ իր ինվերտորը: Որպես օրինակ, նկ. 5.6.8 –ում պատկերված է «կենտրոնական» ինվերտորի արտաքին տեսքը:



Կենտրոնական ինվերտոր

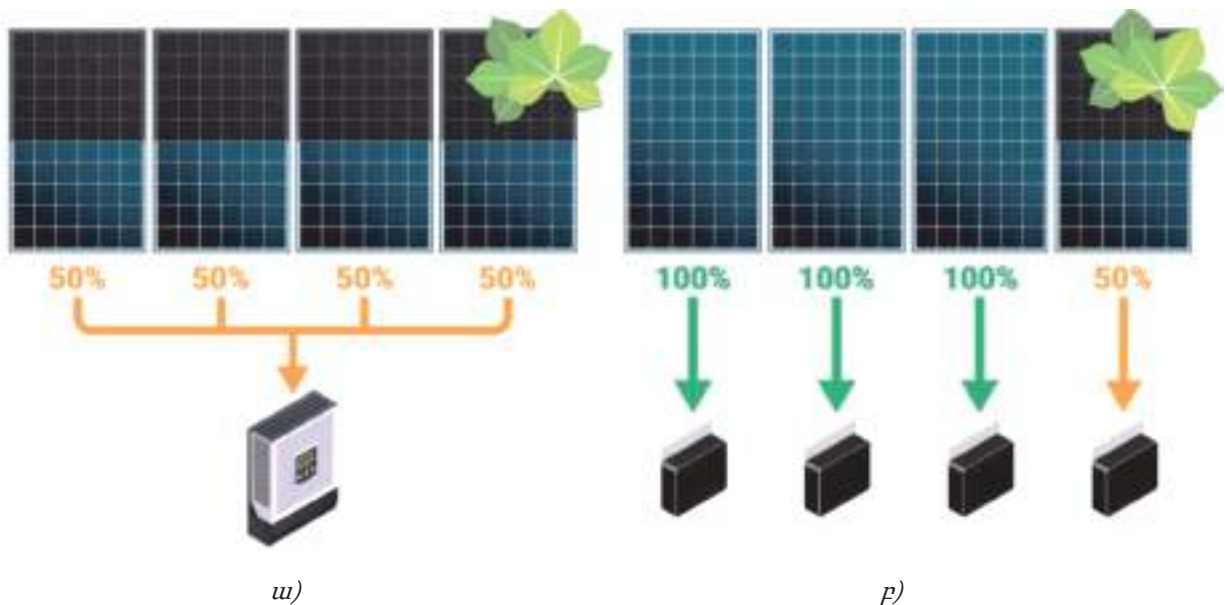


Միկրոինվերտոր

Նկ. 5.6.8. Ինվերտորներ

Բացի «կենտրոնական» ինվերտորից, գոյություն ունեն նաև այսպես կոչված միկրոինվերտորներ, որոնք միացվում են յուրաքանչյուր մոդուլին: Դրանք տեղակայվում են մոդուլի տակ,

ամրացվելով մոդուլի տակ տեղադրված ռելսին կամ այլումինե շրջանակին: Միկրոինվերտորները յուրաքանչյուր մոդուլի հաստատուն հոսանքը փոխակերպում են փոփոխականի՝ ելքում ապահովելով էլեկտրական ցանցի լարմանը հավասար արժեքով լարում: Այս տիպի ինվերտորները կենտրոնականի համեմատ ունեն այն առավելությունը, որ յուրաքանչյուր մոդուլից վերցնում են առավելագույն հզորությունը: Օրինակ, եթե օգտագործվում է կենտրոնական ինվերտոր, ապա դրա մուտքին տրվում է հաջորդաբար միացված մոդուլների շարքի հոսանքը, որը կարող է բավականին փոքրանալ մոդուլներից մեկի թեկուզև մասնակի ստվերման դեպքում, ինչի հետևանքով էապես նվազում է ստացվող օգտակար հզորությունը (նկ 5.6.9 ա): Սակայն միկրոինվերտորների կիրառության դեպքում ընդհանուր հոսանքատար գծին միացվում են յուրաքանչյուր մոդուլից ստացված առավելագույն հզորությունները, որը բերում է օգտակար հզորության ավելի մեծ արժեքների (նկ 5.6.9 բ): Ստվերման բացակայության դեպքում նույնպես կենտրոնական ինվերտորով ստացվում է օգտակար հզորության որոշակի նվազում միկրոինվերտորների համեմատ, քանի որ որպես կանոն, ոչ բոլոր մոդուլներն են ապահովում միանման հոսանքներ, իսկ հաջորդաբար միացման դեպքում շղթայում հոսանքը հավասար է լինում նվազագույն հոսանք ապահովող մոդուլի հոսանքին:



Նկ. 5.5.9. Մասնակի ստվերման հետևանքով առաջացող կորուստները կենտրոնական (ա) և միկրոինվերտորների (բ) դեպքերում

Չնայած միկրոինվերտորների նշված առավելություններին, դրանք ավելի թանկ են: Բացի այդ, միկրոինվերտորներով կազմված համակարգի սպասարկումը և վերանորոգումը ավելի բարդ է մեկ կենտրոնացված ինվերտորի համեմատ: Այդ պատճառով ներկայումս ավելի լայն կիրառություն ունեն կենտրոնական տիպի ինվերտորները:

5.6.3. Էլեկտրական մարտկոց

Ինչպես նշել ենք նախորդ ենթաբաժնում, որոշ տիպի ՖՎ կայանքների կազմում պարունակում են էլեկտրական մարտկոցներ (տե՛ս նկ. 5.5.2 և 5.5.3): Էլեկտրական մարտկոցները կուտակում են իրենց մեջ էլեկտրական լիցքեր, որոնք օգտագործվում են հետագայում: ՖՎ համակարգերում էլեկտրական մարտկոցներում կուտակվում է մոդուլների կողմից արտադրված

Էլեկտրաէներգիան Արևի առկայության ժամերին, որը հետագայում կարող է օգտագործվել գիշերային ժամերին:

Արևային ՖՎ համակարգերում օգտագործվում են հետևյալ տիպի մարտկոցներ.

- Կապարաթթվային մարտկոցներ,

- Հեղուկ օդափոխվող,

- Փակված (VRLA – Valve Regulated Lead Acid – կարգավորվող փականով կապարաթթվային)

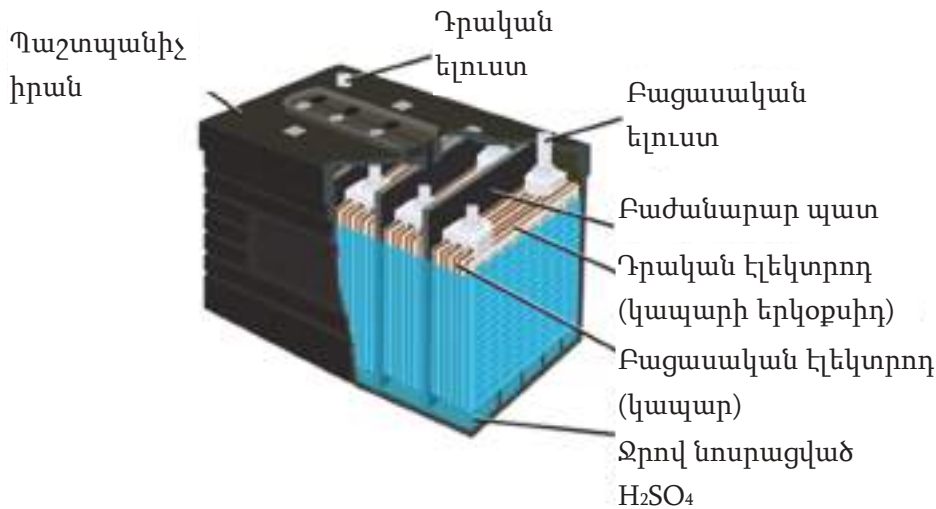
- Ալկալային մարտկոցներ,

- Նիկել – կադմիումային,

- Նիկել – երկաթային,

- Լիթիում – իոնային:

Կապարաթթվային մարտկոցները ավտոմեքենաներում օգտագործվող մարտկոցներից են: Դրանք կազմված են դրական և բացասական թիթեղներից, պատրաստված կապարի երկօքսիդից և կապարից համապատասխանաբար: Նկ. 5.6.10 – ում պատկերված է լայն տարածում ստացած 12 Վ լարումով կապարաթթվային մարտկոցի կտրվածքը: Այն կազմված է 6 հատ առանձին մարտկոցներից, յուրաքանչյուրը 2 Վ լարումով: Մարտկոցը լիցքավորելիս, երբ լիցքի քանակը մոտենում է առավելագույն արժեքին, անջատվում է ջրածին, որը դուրս է մղվում մարտկոցից: Հաշվի առնելով, որ ջրածինը խիստ պայթուցիկ գազ է, արգելվում է մարտկոցների մոտ կրակի կամ կայծի առկայությունը:



Նկ. 5.6.10. Կապարաթթվային մարտկոցի տեսքը կտրվածքով

Կապարաթթվային մարտկոցներն ունեն խնամքի կարիք: Մասնավորապես դրանց մեջ պետք է ավելացնել թորած ջուր, քանի որ աշխատանքի ընթացքում գազերի անջատման հետ լինում է նաև ջրի կորուստ:

Փակված կապարաթթվային մարտկոցներում էլեկտրոլիտը գտնվում է այնպիսի վիճակում, որ չի կարող թափվել, նույնիսկ մարտկոցի իրանի վնասման դեպքում (VRLA - Valve Regulated Lead Acid – «փականով» կարգավորվող կապարաթթվային): Կախված մարտկոցի ներսում էլեկտրոլիտի գտնվելու ձևից՝ VRLA տեխնոլոգիան բաժանվում է երկու խմբի՝ Gel և AGM: Դրանցից առաջինը արևային ՖՎ համակարգերում օգտագործվող մածուցիկ էլեկտրոլիտով մարտկոցներ են, որտեղ էլեկտրոլիտը խառնված է մածուցիկ (գել) սիլիկոնի հետ: AGM

(Absorbed Glass Mat – ներծծված ապակե մանրաթելով) տեխնոլոգիայով պատրաստված մարտկոցներում էլեկտրոլիտը ներծծված է ծակոտկեն ապակե մանրաթելերից պատրաստված հյուսվածքի մեջ: Նշված տիպի մարտկոցները չեն պահանջում խնամք, այսինքն՝ կարիք չկա պարբերաբար ավելացնել թորած ջուր: Մակայն պետք է նշել, որ այդ մարտկոցներն ավելի թանկ են, քան կապարաթթվային հեղուկ էլեկտրոլիտով մարտկոցները:

Ալկալային մարտկոցները նույնպես ունեն դրական և բացասական էլեկտրոդներ, ընկղմված էլեկտրոլիտի մեջ: Էլեկտրոդները պատրաստված են նիկելից և կադմիումից կամ նիկելից և երկաթից, իսկ էլեկտրոլիտը՝ կալիումի հիդրօքսիդից: Յուրաքանչյուր մարտկոցի ելքային լարումը 1,2 Վ է: Այս տիպի մարտկոցները թանկ են: Այս մարտկոցների առավելությունը նախորդների համեմատ այն է, որ դրանց վրա չեն ազդում արտաքին միջավայրի ջերմաստիճանային փոփոխությունները: Այդ պատճառով ալկալային մարտկոցներն օգտագործվում են հիմնականում հատուկ արտադրական նպատակներով այն վայրերում, որտեղ աշխատանքային ջերմաստիճանները շատ ցածր են ($- 10^{\circ}\text{C}$, կամ ավելի ցածր):

Լիթիում-իոնային մարտկոցները պատրաստված են համեմատաբար նոր տեխնոլոգիայով: Դրանք առավել հաճախ օգտագործվում են բարձրակարգ էլեկտրոնային սարքերում, ինչպիսիք են համակարգիչները, բջջային հեռախոսները և էլեկտրատրանսպորտը: Այնուամենայնիվ, թանկության պատճառով դրանք սահմանափակ կիրառություն ունեն ֆոտոէլեկտրականության ոլորտում, սակայն վերջերս սկսել են շուկա ներթափանցել:

Էլեկտրական մարտկոցների կարևորագույն բնութագիր է մարտկոցի ունակությունը, որը չափվում է Ամպեր – ժամերով (Աժ): Մարտկոցի անվանական պիտակի վրա արտադրողի կողմից նշվում է (Ah - Amp-hour, կամ AH): Այն բնութագրում է լիցքի քանակը, որը կուտակվում է մարտկոցի մեջ և ցույց է տալիս, թե բեռի միջով որքան հոսանք և ինչ տևողությամբ կարող է ապահովել տվյալ մարտկոցը: Օրինակ, 100 Աժ մարտկոցը կարող է մեկ ամպեր հոսանք ապահովել բեռի միջով 100 ժամ շարունակ, կամ երկու ամպեր հոսանք՝ 50 ժամ տևողությամբ, մինչ այն կլինի ամբողջապես լիցքաթափված:

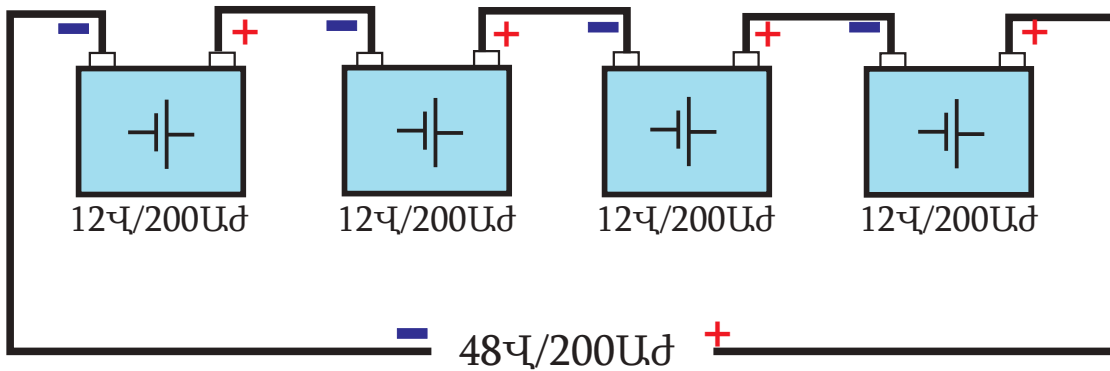
Սովորաբար խորհուրդ չի տրվում աշխատանքի ընթացքում մարտկոցներն ամբողջովին լիցքաթափել, քանի որ այդ դեպքում նվազում է մարտկոցի կյանքի տևողությունը: Եթե մարտկոցը աշխատանքի ընթացքում լիցքաթափվում է 10 % - ով, ապա այն մոտավորապես 5 անգամ ավելի երկար ժամանակ կծառայի, քան այն մարտկոցը, որի լիցքաթափման չափը 50 % է: Կարևոր է նաև մարտկոցի լիցքաթափման արագությունը: Լիցքաթափման արագության մեծացման հետ փոքրանում է մարտկոցի ունակությունը:

Մարտկոցների բնութագրերի վրա խիստ կերպով ազդում են եղանակային պայմանները: Մարտկոցի ունակությունը նվազում է ցուրտ պայմաններում և մեծանում է տաք պայմաններում: Մակայն բարձր ջերմաստիճանները նվազեցնում են մարտկոցի կյանքի տևողությունը:

Էլեկտրական մարտկոցների միացման ձևերը

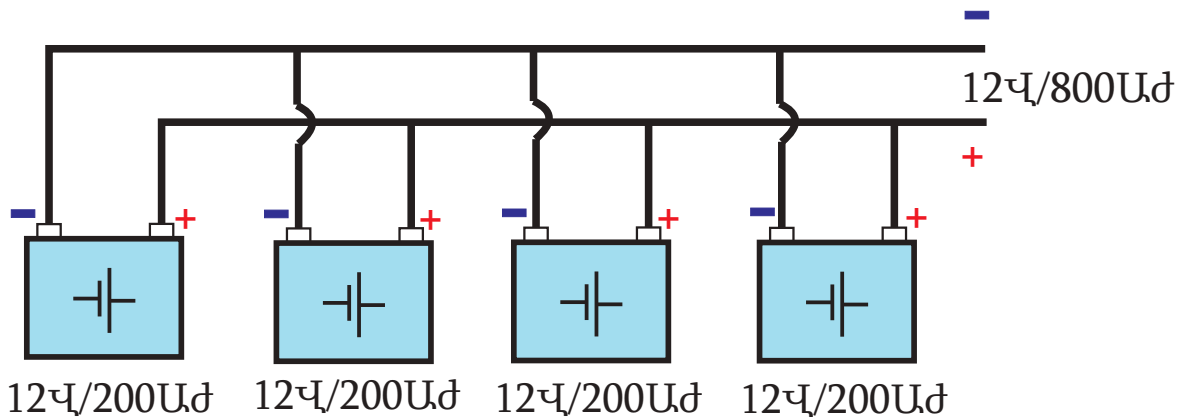
Տվյալ արևային ՖՎ կայանքի համար անհրաժեշտ լարումով և ունակությամբ մարտկոց ունենալու նպատակով ստեղծվում է մարտկոցների հավաքածու, համապատասխան էլեկտրական միացումների միջոցով: Կան մարտկոցների միացման հետևյալ երեք եղանակները. հաջորդական, գուգահեռ և խառը (հաջորդական և գուգահեռ):

Հաջորդական միացման դեպքում լարումները գումարվում են, մեծանում է ելքային լարումը: Հարևան մարտկոցների հակառակ բևեռականությամբ կոնտակտները միացվում են միմյանց (նկ. 5.5.11):



Նկ. 5.6.11. Հաջորդաբար միացված էլեկտրական մարտկոցներ

Էլեկտրական մարտկոցների զուգահեռ միացման դեպքում գումարվում են ունակությունները: Մարտկոցների դրական բևեռները միացվում են դրականներին, իսկ բացասականները՝ բացասականներին (նկ. 5.5.12):



Նկ. 5.6.12. Չուգահեռ միացված էլեկտրական մարտկոցներ

Խառը (հաջորդական և զուգահեռ) միացումն օգտագործվում է մեծ ծավալով մարտկոցների հավաքածու ունենալու անհրաժեշտության դեպքում: Այստեղ, հաջորդաբար միացված մարտկոցների որոշակի քանակություն միացվում է զուգահեռաբար նմանատիպ հաջորդական շարքի կամ շարքերի հետ: Ելքային լարումը և ունակությունը որոշվում է վերը նկարագրված մեթոդներով:

5.6.4. Լիցքավորման կարգավորիչ

Արևային ՖՎ համակարգերում օգտագործվում է մարտկոցների լիցքավորման կարգավորիչ, որը էլեկտրոնային սարք է: Էլեկտրական միացումներով լիցքավորման կարգավորիչի օրինակ պատկերված է նկ. 5.5.13 – ում:

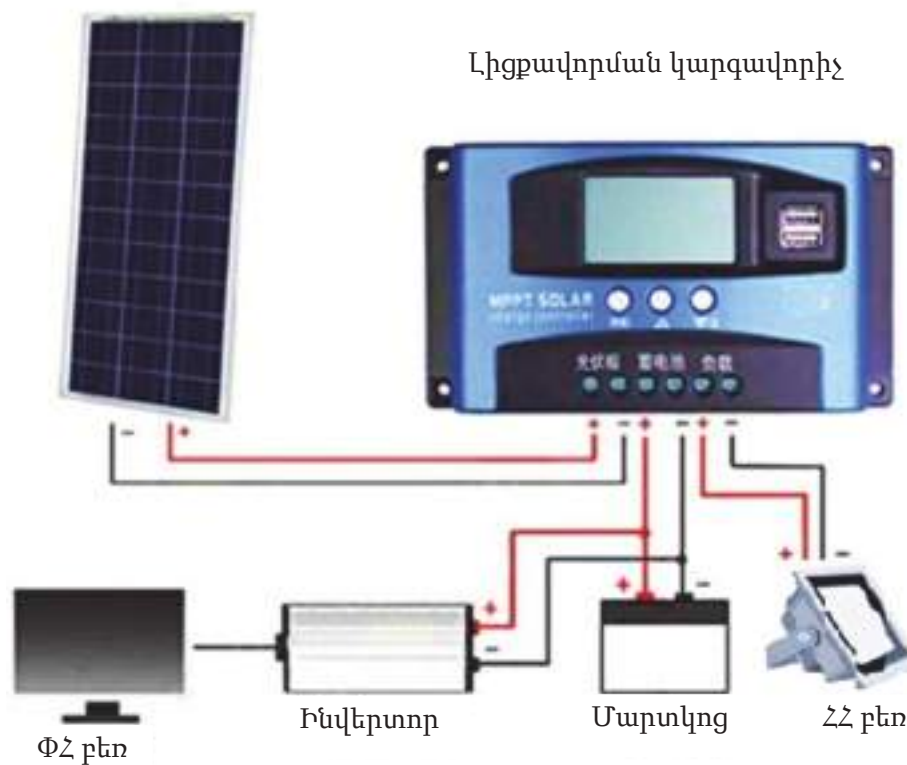
Լիցքավորման կարգավորիչն իրականացնում է հետևյալ ֆունկցիաները.

- Մարտկոցների արագ, ապահով և լիարժեք լիցքավորում:
- Մարտկոցների պաշտպանություն գերլիցքավորումից:
- Մարտկոցների պաշտպանություն խորը լիցքաթափումից, եթե կարգավորիչը իրականացնում է բեռի սնուցման ֆունկցիան նույնպես:

- Մարտկոցից դեպի արևային մոդուլներ հակառակ հոսանքի կանխարգելում:

Լիցքավորման կարգավորիչները դասակարգվում են ըստ իրենց լարման և հոսանքի: Շուկայում տարածված լիցքավորման կարգավորիչները լինում են երկու տիպի:

Արևային մոդուլ



Նկ. 5.6.13. MPPT տիպի լիցքավորման կարգավորիչը էլեկտրական շղթայում

Առաջինը այսպես կոչված իմպուլսի լայնական մոդուլյացիայով (PWM – Pulse Width Modulation) տիպի կարգավորիչներն են: Այստեղ լիցքավորման հոսանքի իմպուլսի տևողության փոփոխության միջոցով կարգավորվում է լիցքավորման պրոցեսը: Երբ մարտկոցի լարումը մեծանում է, իմպուլսի տևողությունը նվազում է:

Լիցքավորման կարգավորիչի մյուս տիպը առավելագույն հզորության կետին հետևող (MPPT – Maximum Power Point Tracking) կարգավորիչներն են: Այս կարգավորիչները օրվա ընթացքում արևային մոդուլների զանգվածի վոլտամպերային բնութագրի վրա որոնում և գտնում են այնպիսի առավելագույն հզորության աշխատանքային կետ, որի դեպքում արևային մոդուլներից ստացվող հզորության առավելագույն մեծությունն է տրվում մարտկոցներին, կամ այլ տիպի սպառիչի (տես նկ. 5.1.5): Օրինակ, 12 Վ լարումով մարտկոցը արդյունավետ լիցքավորելու համար MPPT հատկությամբ օժտված կարգավորիչն ապահովում է 17 - 18 Վ լարում: Իսկ առանց MPPT – ի, մարտկոցին կտրվեր 12 Վ լարմանը մոտ արժեքով լարում, մարտկոցը արդյունավետ չէր լիցքավորվի, այսինքն՝ արևից ստացված էլեկտրական էներգիան նպատակին չէր ծառայի:

5.7. Ֆոտովոլտային համակարգի այլ պարագաներ

ՖՎ համակարգերը, բացի նախորդ ենթաբաժնում նշված բաղկացուցիչ հանգույցներից, կազմված են նաև տարբեր պարագաներից, ինչպիսիք են ՖՎ մոդուլների միացման տուփեր, մալուխները, ապահովիչները, անջատիչները, ավտոմատ անջատիչները: Այս ամենը միասին անգլերեն կոչվում է Balance of System (BOS).

Միացման տուփ

ՖՎ համակարգերում արևային մոդուլները միացվում են հաջորդաբար, որոնց քանակությունը որոշվում է համաձայն ինվերտորի մուտքային լարման: Այդպիսի հաջորդական միացված շարքերի քանակությունը համակարգում կարող է լինել մեկից ավելի՝ կախված ՖՎ կայանքի հզորությունից:

ՖՎ համակարգի արևային մոդուլների հաջորդական միացված շարքերը միմյանց միացնելու համար օգտագործվում է միացման (համակցման) տուփ (նկ. 5.7.1): Տուփից դուրս է գալիս սնուցման հիմնական մալուխը, որը միացվում է ինվերտորի մուտքին կամ լիցքավորման կարգավորիչին, կախված կայանքի տիպից:



Նկ. 5.7.1. Միացման տուփ, ֆոտովոլտային մոդուլների 4 հաջորդական շարքերի համար

Միացման տուփը իր մեջ կարող է պարունակել նաև ապահովիչներ և ավտոմատ անջատիչներ, մեծ հոսանքներից և բարձր լարումներից ինվերտորը պաշտպանելու համար: Նշենք, որ միացման տուփի անգլերեն անվանումն է՝ Junction box: Որոշ արտադրողներ այն անվանում են նաև Combiner box, կամ DC switch board:

Միացման տուփերի հիմնական հատկանիշները.

- Միացման տուփերը մոնտաժվում են ՖՎ մոդուլներին հնարավորինս մոտ,
- Արտադրվում են միացման տուփի տարբեր լուծումներ, նախատեսված բնակելի տների, բիզնես կազմակերպությունների և մեծ մասշտաբի ՖՎ համակարգերի համար, մեկ մուտքից մինչև 32 մուտքերով, 1000Վ և 1500Վ ՀՀ (DC) աշխատանքային լարումներով,
- Միացման տուփերի իրանը պատրաստված է արտաքին միջավայրի ազդեցություններին դիմակայող պլաստիկ նյութից,
- Տուփը, շնորհիվ իր մեխանիկական հատկանիշների, պաշտպանված է փոշուց, ջրի հզոր շիթերից, քիմիական նյութերից և ուլտրամանուշակագույն ճառագայթներից:

Միացման տուփերի կիրառության շնորհիվ հեշտանում է ՖՎ համակարգի մոնտաժը, համակարգը դառնում է հուսալի:

Մալուխներ

Մալուխներն օգտագործվում են ՀՀ (DC) հոսանքը ՖՎ մոդուլներից մինչև ինվերտոր տեղափոխելու համար: Մալուխը պետք է ունենա համապատասխան չափը, այսինքն լայնական կտրվածքի մակերեսը, որպեսզի անհրաժեշտ հոսանքը տեղափոխի, առանց էական կորուստների իր իսկ դիմադրության վրա: Մովորաբար ՖՎ կայանքների մոնտաժի ընթացքում օգտագործվում են 4 կամ 6 մմ² լայնական կտրվածքի մակերեսով միամիջուկ պղնձե մալուխներ, որոնք օգտագործվում են մինչև 1800 Վ լարման համար, ՖՎ մոդուլներից մինչև միացման տուփ տեղամասի լարային միացումների համար (նկ. 5.7.2): Որպես կանոն, ՖՎ համակարգերում, հաղորդալարերը չպետք է առաջացնեն ավելի քան 2 տոկոս էներգիայի կորուստ:



Նկ. 5.7.2. Հաստատուն հոսանքի մալուխ

Տարածված պրակտիկա է կարմիր գույնի պատյանով մալուխը օգտագործել լարերի դրական տերմինալի համար և սև գույնի պատյանով մալուխը՝ բացասական տերմինալի համար:

Արևային կայանքներում օգտագործվող մալուխները մոնտաժվում են MC4 (multi-contact 4 մմ²) տիպի կցորդիչների միջոցով: Քանի որ այս կցորդիչները սովորաբար տեղադրվում են դրսում, դրանք կայուն են ուլտրամանուշակագույն ճառագայթման նկատմամբ և կարող են աշխատել -40 °C-ից +85 °C ջերմաստիճանների պայմաններում:

Հոսանքի շղթայի անջատիչներ

ՖՎ համակարգերի ՀՀ տեղամասում, մոդուլների զանգվածից դեպի ինվերտոր և ՓՀ տեղամասում, ինվերտորից դեպի բեռ գնացող շղթայում, օգտագործվում են անջատիչներ, ցանկացած պահի հոսանքի շղթան անջատելու համար (նկ. 5.7.3):



Նկ. 5.7.3. Հաստատուն հոսանքի (ձախից) և փոփոխական հոսանքի (աջից) շղթայի անջատիչներ

Ապահովիչներ

Ապահովիչները մեծ հոսանքներից պաշտպանող ամենատարածված սարքերն են (նկ. 5.7.4): Ապահովիչների աշխատանքը հիմնված է մեծ հոսանքների դեպքում հաղորդալարի տաքացման և հալչելու վրա: Ապահովիչը կազմված է երկու կոնտակտների միջև տեղադրված մետաղական լարից, որը մեծ հոսանքի դեպքում տաքանալով կարող է հալվել, առանց բռնկվելու և այրվելու: Յուրաքանչյուր ապահովիչ նախատեսված է որոշակի մեծությամբ հոսանքի համար: Եթե էլեկտրական շղթայում հոսանքի արժեքը գերազանցում է նախատեսված չափը, ապա ապահովիչի լարը տաքանալով հալվում է, և էլեկտրական կապը շղթայում խզվում է: Այսպիսով, ապահովիչները մեկ անգամյա օգտագործման սարքեր են: Շարքից դուրս գալուց հետո, այն պետք է փոխարինվի նորով:



Նկ. 5.7.4. Ապահովիչներ

Օրինակ, ՖՎ համակարգերում, ՀՀ ապահովիչները կարող են տեղադրվել մոդուլների հաջորդաբար միացված զանգվածի շղթայում կամ էլեկտրական մարտկոցների շղթայում: Եթե էլեկտրական մարտկոցների դրական և բացասական բևեռները պատահաբար կարճ միանան, ապա շատ մեծ հոսանքներ կհոսեն, ինչը կարող է առաջ բերել մեծ վնասվածքներ և հրդեհ: Ապահովիչի առկայության դեպքում, այն հալվելով, կանջատի սխեման, հոսանքը կընդհատվի և բարդություններ չեն ստեղծվի:

Էլեկտրական շղթայի անջատիչներ

Այս սարքերը գործում են ապահովիչների պես: Անջատում են շղթան մեծ հոսանքների դեպքում: Սակայն դրանք նորից կարող են միացվել և գործարկվել (նկ. 5.7.5):

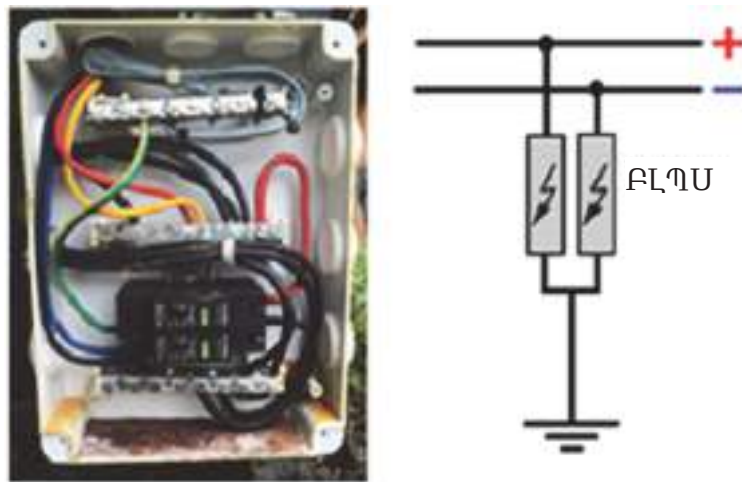


Նկ. 5.7.5. Էլեկտրական շղթայի անջատիչ

Հաստատուն հոսանքի շղթայի համար նախատեսված անջատիչները գործում են հոսանքի ավելի երկար աղեղի պայմաններում, քան փոփոխական հոսանքի (AC) անջատիչները: Այսինքն՝ ՀՀ շղթայի համար նախատեսված անջատիչների աշխատանքային պայմաններն ավելի ծանր են: Հետևաբար, փոփոխական հոսանքի անջատիչները չեն կարող օգտագործվել հաստատուն հոսանքի շղթայում:

Բարձր լարումից պաշտպանության սարքեր

Բարձր լարումներից պաշտպանող սարքերը (ԲԼՊՍ) նորմալ աշխատանքային պայմաններում մեկուսացնում են միմյանցից երկու տարբեր պոտենցիալներով կետեր. օրինակ, ՖՎ մոդուլների « + » և « - » ելուստները հողից: Եթե ինչ-որ պատահական ազդեցության պատճառով, օրինակ, կայծակի, այդ կետերի միջև լարման արժեքը մեծանում է, ապա ԲԼՊՍ – ը փոխանջատվում է կարճ միացման ռեժիմի, և վտանգավոր բարձր լարումն անցնում է հողի մեջ (նկ. 5.7.6): Այսպիսով, ապահովվում է անվտանգությունը, և ՖՎ համակարգի սարքերը չեն վնասվում: Ինվերտորների և լիցքավորման կարգավորիչների ՀՀ (DC) մուտքերը շատ զգայուն են բարձր լարումների նկատմամբ: Այդ պատճառով ՖՎ համակարգերի մոնտաժի ընթացքում պետք է տեղադրել համապատասխան ԲԼՊՍ:



Նկ. 5.7.6. Բարձր լարումներից պաշտպանող սարքերը միացման տուփի մեջ (ձախից) և միացման սխեման (աջից)

Շենքային կառույցի տանիքին ՖՎ համակարգերի տեղադրման հետևանքով կայծակի ազդեցությունը առանձնապես չի մեծանում, քանի որ համակարգը բարձր մետաղական պլաններ կամ ձողեր չի ավելացնում տանիքի վրա: Սակայն ապահովության տեսանկյունից, մոնտաժի ընթացքում, կայծակի ազդեցությունից կայանքը պաշտպանելու նպատակով, պետք է իրականացնել և ՖՎ մոդուլների և մյուս հանգույցների հողանցումը: Դա հատկապես կարևոր է այն դեպքում, երբ տանիքի վրա բացակայում է շանթարգելը:

ՖՎ մոդուլների հողանցումը պետք է իրականացնել՝ միացնելով ՖՎ մոդուլների այլումինե շրջանակները կամ մետաղական հենարանը հողին: Դրա համար պետք է օգտագործել առնվազն 10 մմ² լայնական կտրվածքով պղնձյա լար (նկ. 5.7.7):



Նկ. 5.7.7. ՖՎ մոդուլների հողանցումը

ՖՎ համակարգերի բոլոր սարքավորումների (ինվերտորը և լիցքավորման կարգավորիչը) մետաղական իրանները պետք է նույնպես հողանցել:

Եթե համակարգի հողանցումն իրականացված է պատշաճ կերպով, ապա մինչև անգամ կայծակի հարվածի դեպքում, ինդուկտված բարձր լարումը բոլոր մետաղական հանգույցներից կփոխանցվի հողին և վնասներ չեն լինի:

5.8. Ստուգողական հարցեր

1. Նկարագրել արևային ՖՎ մարտկոցի աշխատանքի սկզբունքը:
2. Ո՞րն է արևային ՖՎ մարտկոցի վոլտամպերային բնութագիծը:
3. Ո՞րն է արևային ՖՎ մարտկոցի վոլտամպերային և հզորություն – լարում բնութագիծը:
4. Ո՞րն է արևային ՖՎ մարտկոցի առավելագույն հզորության կետը:
5. Որո՞նք են միաբյուրեղային, բազմաբյուրեղային և ամորֆ նյութերը:
6. Նկարագրել միաբյուրեղային և բազմաբյուրեղային արևային ՖՎ մարտկոցների արտադրության գործընթացները:
7. Նկարագրել արևային ՖՎ մոդուլի արտադրության գործընթացը:
8. Որո՞նք են արևային ՖՎ մոդուլների հիմնական տիպերը:
9. Նկարագրել բարակ թաղանթային ՖՎ մոդուլների հիմնական հատկանիշները:
10. Նկարագրել կոնցենտրատորային ՖՎ կերպափոխիչների կառուցվածքը:
11. Որո՞նք են կիսված արևային մարտկոցներով ՖՎ մոդուլները:
12. Որո՞նք են PERC արևային մարտկոցները:
13. Նկարագրել երկկողմանի արևային մարտկոցների կառուցվածքը, դրանցով կազմված ՖՎ մոդուլի կոնստրուկցիան և առավելությունները:
14. Նկարագրել ՖՎ մոդուլի հզորության կախվածությունը Արևի ճառագայթների ինտենսիվությունից:
15. Նկարագրել ՖՎ մոդուլի հզորության կախվածությունը ջերմաստիճանից:

16. Նկարագրել ՖՎ մոդուլի հզորության կախվածությունը փոշու ազդեցությունից:
17. Նկարագրել ՖՎ մարտկոցների հաջորդական և զուգահեռ միացումների առանձնահատկությունները:
18. Նկարագրել ՖՎ մարտկոցների և մոդուլների բնութագրերի վրա ստվերի ազդեցությունը:
19. Բացատրեք արևային ՖՎ մոդուլների շունտող դիոդների դերը:
20. Նկարագրել արևային ՖՎ կայանքների տիպերը:
21. Ի՞նչ է նշվում ՖՎ մոդուլի անվանական պիտակի վրա:
22. Նկարագրել արևային ՖՎ մոդուլների հաջորդական և զուգահեռ միացումները:
23. Ի՞նչ է ինվերտորը:
24. Ի՞նչ է միկրոինվերտորը:
25. Ի՞նչ տիպի էլեկտրական մարտկոցներ են օգտագործվում արևային ՖՎ կայանքներում:
26. Նկարագրել էլեկտրական մարտկոցների հաջորդական և զուգահեռ միացումները:
27. Ի՞նչ է լիցքավորման կարգավորիչը:
28. Ի՞նչ է միացման տուփը:

6. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՖՈՏՈՎՈԼՏԱՅԻՆ ԿԱՅԱՆՔՆԵՐԻ ՄՈՆՏԱԺ

6.1. Աշխատանքի անվտանգություն

Արևային ֆոտովոլտային (ՖՎ) համակարգերի տեղադրման ժամանակ անհրաժեշտ է խստագույնս պահպանել աշխատանքի անվտանգության կանոնները: Դիտարկվել են արևային ջերմային կայանքների տեղադրման անվտանգության պահանջները (ենթաբաժին 3.2), որոնք շատ նման են ՖՎ համակարգերի տեղադրման պահանջներին: Սակայն ՖՎ համակարգերի տեղադրումն ունի նաև առանձնահատկություններ: Հաշվի առնելով այդ հանգամանքը և աշխատանքների կատարման անվտանգության ապահովման կարևորությունը՝ սույն ենթաբաժնում կդիտարկենք ՖՎ կայանքների մոնտաժի ընթացքում ապահով աշխատելու պահանջները և վթարների դեպքում առաջին օգնություն ցուցաբերելու կանոնները:

6.1.1. Ռիսկեր և վտանգներ

Էլեկտրական սարքավորումների և տեխնիկայի հետ աշխատելիս, ամենաակնառու վտանգը հոսանքահարվելն է կամ էլեկտրական ցնցումները: Էլեկտրական ցնցումները տեղի են ունենում, երբ հոսանք է անցնում մարմնի միջով դեպի գետին: Այս ցնցումները կարող են փոքր լինել ցածր լարման հետ աշխատելիս, բայց կարող են հանգեցնել լուրջ վնասվածքների, ինչպիսիք են.

- Այրվածքներ մաշկի վրա,
- Վնասվածք, որը ստացել է աշխատողը սանդուղքից ընկնելու հետևանքով,
- Գիտակցության կորուստ,
- Տեսողության, լսողության և խոսքի խանգարումներ:

ՖՎ կայանքների մոնտաժի հետ կապված երկրորդ խոշոր ռիսկը հրդեհի բռնկումն է: Դա կարող է առաջանալ, եթե հեշտ բռնկվող նյութի մոտ էլեկտրական կայծ լինի: Օրինակ՝ էլեկտրական մարտկոցները մոնտաժելիս շատ հավանական է կայծի առաջացումը: Եթե մոտակայքում լինի բենզին, ապա դա կարող է հանգեցնել պայթյունի, հետևաբար՝ հրդեհի:

Էլեկտրական կայանքների վրա աշխատելիս անվտանգությունն առաջնայինն է: Կարող են լրջագույն վնասվածքներ առաջ գալ, եթե հաշվի չառնվեն անվտանգության կանոնները, որոնք մշակվել են երկարատև փորձի արդյունքում:

Դժբախտ պատահարները տեղի են ունենում հետևյալ պատճառներով.

- Ոչ ապահով սարքերի և գործիքների օգտագործում,
- Անապահով աշխատանքային միջավայր, օրինակ, աշխատանք բարձրության վրա՝ առանց ընկնելուց համապատասխան պաշտպանության:

Արևային ՖՎ կայանքներ տեղադրողների վնասվածքների տարածված տեսակները

• Էլեկտրական ցնցում, որը կարող է առաջանալ, երբ մարդը շփվում է բարձր լարման հետ, որոշակի տևողությամբ: Այդ դեպքում, կարող են առաջանալ մկանային ջղաձգումներ, ցնցումներ: 50 մԱ հոսանքը, որը տևում է ավելի քան 1 վայրկյան, կարող է լինել մահացու: 200 մԱ հոսանքն արդեն մահացու է դառնում 0,2 վայրկյանից հետո: Նշված էլեկտրական հոսանքները կացնեն մարմնի միջով, թե՛ ոչ, կախված է մարմնի դիմադրությունից, որի վրա կարող է մեծ ազդեցություն ունենալ մաշկի վիճակը (չոր կամ թաց), ինչպես նաև կոշիկների որակը: Ռետինե ներբաններով կոշիկները, որոնք ունեն մեծ էլեկտրական դիմադրություն, փրկել են բազմաթիվ կյանքեր:

• Այրվածքներ կամ աչքերի գրգռում հոսանքի կամ էլեկտրական կայծի հետ անմիջական շփման արդյունքում:

• Մարմնի տարբեր տիպի վնասվածքներ, որոնք ստացվում են բարձրությունից ընկնելու հետևանքով:

• Մաշկի կամ աչքերի վնասվածքներ, էլեկտրական մարտկոցի թթվի շաղ տալու և թափվելու հետևանքով:

Վտանգների նվազեցում

Էլեկտրական ցնցումների կամ տեղադրման հետ կապված այլ վտանգների հավանականությունը նվազագույնի հասցնելու համար տեղադրման աշխատանքները սկսելուց առաջ պետք է հաշվի առնել հետևյալը.

▪ Գնահատել և բացահայտել հնարավոր վտանգները, ինչպիսիք են օրինակ, տանիքից ընկնելը:

▪ Լրացուցիչ անվտանգություն ապահովելու համար պետք է օգտագործել մարմնի ամրագոտի:

▪ Վերահսկել այն միջավայրերը/տեղամասերը, որտեղ վտանգները հնարավոր չէ վերացնել՝ ռիսկերը նվազեցնելու համար: Օրինակ՝ սանդուղքներից օգտվելիս ընկնելու վտանգը նվազեցնելու համար պետք է ձգտել աշխատել գույգերով:

Տարածքի անվտանգությունը

Անվտանգության ապահովումը մոնտաժային աշխատանքների իրականացման տարածքում շատ կարևոր, բայց հաճախ անտեսվող հարց է: Աշխատանքային տարածքի համար կան բազմաթիվ անվտանգության նշաններ, որոնք սովորաբար դասակարգվում են ըստ իրենց գույների, ինչպես նկարագրված է ստորև:

Կարմիր - արգելված է: Կարմիր նշանը նշանակում է, որ գործունեությունն արգելված է, վտանգավոր է կյանքի համար (նկ. 6.1.1):

Դեղին – վտանգ: Դեղին նշանը նախազգուշական նշան է, որը ցույց է տալիս ծայրահեղ զգուշության անհրաժեշտությունը (նկ. 6.1.1):



Կրակը ջրով չմարել



Վտանգավոր է էլեկտրականություն



Պետք է կրել անվտանգության սաղավարտ



Նկ. 6.1.1. Անվտանգության նշաններ

Կապույտ – պարտադիր է (պարտադիր է միշտ պահպանել): Կապույտ նշանը ցույց է տալիս կոնկրետ հրահանգ, որը հիմնականում ներառում է պարտադիր անձնական պաշտպանիչ սարքավորումների օգտագործումը (նկ. 6.1.1):

Կանաչ – ոչ մի վտանգ: Կանաչ նշանը նշանակում է, որ վտանգ չկա: Այն հիմնականում վերաբերում է վնասվածքները բուժելու հնարավորություններին, ինչպիսին է օրինակ առաջին օգնության կամ բուժկետի նշանը (նկ. 6.1.1):

Օգտագործվում են նաև այլ նշաններ խոչընդոտները և վտանգավոր տարածքները նշելու համար, որտեղ կարող են ընկնել կամ որտեղից կարող են ընկնել առարկաներ (նկ. 6.1.2):



Նկ. 6.1.2. Խոչընդոտները և վտանգավոր տարածքները ցույց տվող նշաններ

6.1.2. Անհատական պաշտպանիչ պարագաներ

Ինչպես բոլոր այլ էլեկտրական սարքավորումների դեպքում, արևային ՖՎ համակարգեր տեղադրելիս պետք է ձեռնարկվեն անվտանգության նախազգուշական միջոցներ՝ անձնակազմի հնարավոր վնասվածքները կանխելու համար: Արևային ՖՎ համակարգեր տեղադրողներին, մարմնական վնասվածքներից պաշտպանելու համար հատկացվում են տարբեր անհատական պաշտպանիչ պարագաներ (նկ. 6.1.3):



Նկ. 6.1.3. Արևային ֆոտովոլտային համակարգ մոնտաժողներ, որոնք կրում են բոլոր պահանջվող անհատական պաշտպանիչ միջոցները

Անհատական պաշտպանիչ պարագաների տիպերը և նշանակությունը նկարագրված են ենթաբաժին 3.2 – ում, որտեղ նշված է, որ անձնական վնասվածքները կանխելու կամ բուժելու համար պետք է ունենալ առաջին շտապ օգնության հավաքածու: Անհրաժեշտ է նաև կրակմարիչ հրդեհները մարելու համար, որոնք կարող են առաջանալ տեղադրման ժամանակ: Եթե մոնտաժային աշխատանքները կատարվում են 2 մետրից ավել բարձրության վրա, ապա մարմնի ամրագրոտի կրելը պարտադիր է: Օգտագործվում են նաև ապահովության համար նախատեսված ցանցեր, որոնք պաշտպանում են աշխատողին ընկնելու դեպքում:

Շատ դեպքերում հատկապես կենցաղային շենքերի վրա տեղադրումներ կատարելիս, օգտագործվում է սանդուղք: Հիմնական անվտանգության հրահանգները, որոնց պետք է հետևել սանդուղքների օգտագործման ժամանակ, ներկայացված են ստորև:

- Եթե կատարվում են էլեկտրականության հետ կապված աշխատանքներ, ապա օգտագործվող սանդուղքը պետք է լինի ոչ էլեկտրահաղորդիչ, ունենա չսահող հիմք և լինի լավ վիճակում:

- Որևէ մեկը պետք է ներկա լինի աշխատողին օգնելու համար:

- Սանդուղքը պետք է ամրացնել ֆիքսված դիրքի վրա և բարձրանալուց առաջ պետք է համոզվել, որ այն հենվում է կայուն հիմքի վրա: Որևէ մեկը պետք է պահի սանդուղքը:

- Սանդուղքի եզրի բարձրությունը տանիքից պետք է լինի առնվազն 1 մ, իսկ թեքման անկյունը պետք է լինի 65° – ից 75° (ենթաբաժին 3.2):

- Սանդուղքի վրա երբեք չպետք է լինի մեկից ավելի մարդ ցանկացած պահի:

- Միշտ պետք է լինել դեմքով դեպի սանդուղքը:

- Միշտ պետք է օգտագործել երկու ձեռքը սանդուղքով բարձրանալիս և իջնելիս:

- Աշխատանք չկատարել սանդուղքի ամենավերին չորս աստիճանների վրա գտնվելիս:

- Միշտ պետք է պահպանել էլեկտրահաղորդման գծերից առնվազն 3 մետր հեռավորություն:

6.1.3. Առարկաների բարձրացման վտանգները և անվտանգ բարձրացում

Արևային ՖՎ համակարգերի մոնտաժի ընթացքում կարիք է լինում տանիք բարձրացնել տարբեր իրեր և հանգույցներ: Դրանցից են՝ արևային ՖՎ մոդուլները, ամրացման ռելսերը և դետալները, մալուխները, միացումների տուփերը, ինվերտորները և այլն: Բոլոր աշխատողները պետք է ծանոթ լինեն անվտանգ բարձրացման ընթացակարգերին:

Ձեռքով ծանր բեռների բարձրացումը կարող է վտանգավոր լինել և հանգեցնել տարբեր վնասվածքների, որոնք հիմնականում կապված են մեջքի հետ: Եթե բարձրացվող բեռը սուր եզրեր ունենա, աշխատողը կարող է վնասել ձեռքերը պաշտպանիչ ձեռնոցներ չկրելու դեպքում: Աշխատողները պետք է խուսափեն բարձրացումից հետևյալ իրավիճակներում.

- Բեռը չափազանց ծանր է անհատի համար միայնակ տանելու համար:
- Բեռը անհավասարակշիռ է կամ անկայուն:
- Բեռը չի ապահովում բավարար մակերես ամուր բռնելու համար:
- Բեռը չափազանց մեծ է, որպեսզի անհատը կարողանա միայնակ կրել:
- Աշխատողը բեռը բարձրացնելիս ստիպված պետք է անհարմար դիրք ընդունի:
- Բարձրացման համար հասանելի տարածքն անբավարար է:
- Հատակը թաց է, սայթաքուն կամ անհարթ:

Ընդհանուր առմամբ, ծանր բեռներ բարձրացնելիս, աշխատողները պետք է հաշվի առնեն ձեռքով բարձրացնելու հետևյալ հրահանգները.

- Երբեք չբարձրացնել ծանր բեռներ՝ մեջքից առաջ թեքվելով: Իջնելիս ծալել ազդրերը և ծնկները: Բեռը պահել մարմնին մոտ, այնուհետև ուղղել ոտքերը՝ բեռը բարձրացնելու համար:

- Չբարձրացնել ծանր առարկան ուսի մակարդակից բարձր:

- Չպտտել կամ ոլորել մարմինը ծանր առարկա բարձրացնելիս:

- Միշտ փոքր քայլեր անել բեռը տեղափոխելիս:

- Բեռը գետնին դնելիս, ետ ուղղությամբ կրկնեք այն շարժումները, որոնք կատարել եք բեռը բարձրացնելու համար:

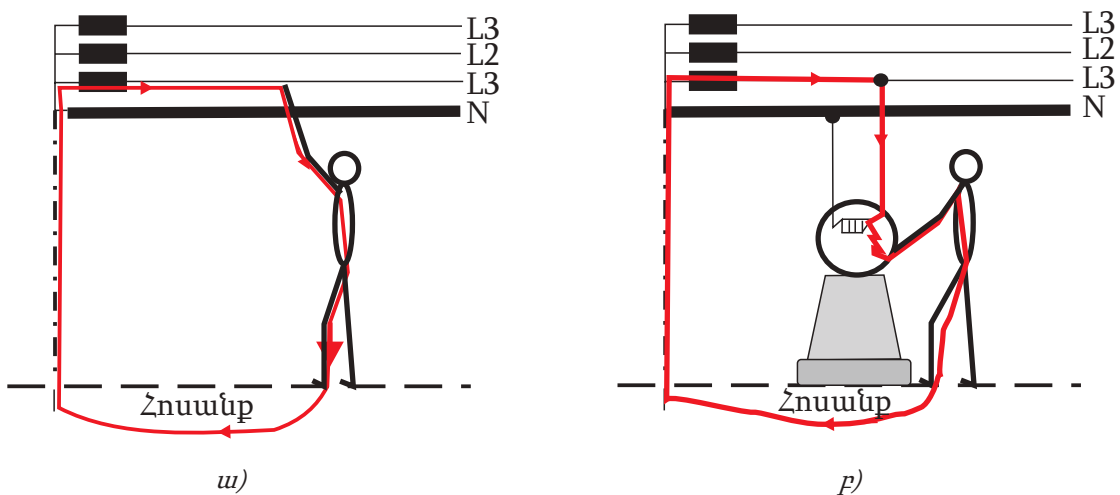
- Տանիքի վրա կամ բարձրության վրա աշխատելիս կամ սանդուղքով իջնելիս և բարձրանալիս երբեք մի կրեք ծանր կամ ծավալուն սարքավորումներ, ինչպիսիք են ՖՎ մոդուլները: Միշտ օգտագործեք պարան այդ իրերի համար, կամ, պահպանելով անվտանգության կանոնները, երկու աշխատող կարող են միասին բեռը բարձրացնել երկու սանդուղքի վրայով:

6.1.4. Էլեկտրական վտանգների կանխարգելում

Էլեկտրական վտանգները տարածված են էլեկտրահարման տեսքով: Էլեկտրական հարվածը կարող է առաջանալ ինչպես ուղղակի, այնպես էլ անուղղակի կոնտակտի միջոցով:

Ուղղակի կոնտակտ. «ուղիղ կոնտակտ» տերմինն օգտագործվում է, երբ անձը դիպչում է էլեկտրական հոսանքակիր լարի կամ էլեկտրական սխեմայի մի հատվածի, որը աշխատանքային պայմաններում գտնվում է լարման տակ:

Անուղղակի կոնտակտ. «անուղղակի կոնտակտ» տերմինն օգտագործվում է, երբ անձը շփվում է վնասված մեկուսացումով սարքի հետ, որի վրա վտանգավոր լարում կա:



Նկ. 6.1.4. Ուղղակի (ա) և անուղղակի (բ) կոնտակտներով էլեկտրական հարվածներ

Էլեկտրական վտանգների կանխարգելման համար պետք է.

- Վստահ չլինել, թե անջատիչները ճիշտ են աշխատում և անջատված վիճակում ապահովում են հոսանքի բացակայությունը էլեկտրական շղթայում,

- Վստահ չլինել նրանում, որ բոլոր միացումները կատարված են ճիշտ, համաձայն էլեկտրական սխեմայի,

- Օգտագործել ապահով չափիչ սարքավորումներ, օրինակ արքանային ամպերմետր, որի միջոցով կարելի է չափել հոսանքը, առանց հոսանքակիր լարերը անջատելու էլեկտրական շղթայից:

Դիտարկված տարբեր վնասվածքների առաջացման դեպքում անհրաժեշտ է վթարի ենթարկվածին ցուցաբերել առաջին օգնությունը, կանխել վիճակի վատթարացումը և նպաստել արագ վերականգնմանը, նախքան բժշկական անձնակազմի ժամանումը և որակյալ բժշկական օգնության ցուցաբերումը: Այդ նպատակով, աշխատանքային տարածքում, նախքան կայանքի տեղադրման աշխատանքների սկսելը պետք է տեղադրել առաջին օգնության տուփը, իր համապատասխան բժշկական պարագաներով:

6.1.5. Արևային ՖՎ մոդուլների մոնտաժի անվտանգության պահանջներ

Լարումները և հոսանքները, որոնք արտադրվում են մեկ ՖՎ մոդուլի կամ մի քանի մոդուլների կողմից, որոնք միացված են հաջորդաբար (լարումները գումարվում են) կամ զուգահեռաբար (հոսանքները գումարվում են) կարող են վտանգավոր լինել:

Թեև ՖՎ մոդուլի էլեկտրական ելուստները մեկուսացված են, հպումից անվտանգ պաշտպանություն ապահովելու համար, մոդուլների հետ աշխատելիս պետք է հաշվի առնել անվտանգության հետևյալ պահանջները՝ կայծից, հրդեհի վտանգից, այրման վտանգից և մահացու էլեկտրական ցնցումներից խուսափելու համար:

- Պետք է ծայրահեղ զգույշ լինել հարևան մոդուլների էլեկտրական կցորդիչները միմյանց միացնելիս:

- Չի կարելի կատարել էլեկտրական մոնտաժի աշխատանքներ անձրևոտ եղանակին կամ խոնավ պայմաններում:

- Չի կարելի մտցնել մետաղական կամ այլ հաղորդիչ առարկաներ մոդուլների էլեկտրական կցորդիչների կամ վարդակների մեջ:

- Համոզվեք, որ բոլոր էլեկտրական միացումները ամբողջովին չոր են և զերծ են աղտոտիչներից, նախքան դրանք հավաքելը:

- Պետք է պահպանել բոլոր նյութերը, գործիքները և աշխատանքային տարածքները մաքուր և չոր վիճակում:

- Պետք է միշտ օգտագործել համապատասխան անվտանգության սարքավորումներ, ինչպիսիք են մեկուսացված գործիքները և ձեռնոցները:

- Արևային ՖՎ մոդուլներն արտադրում են հոսանք, երբ գտնվում են Արևի ճառագայթների ազդեցության տակ: Հետևաբար, տեղադրման, պահպանման կամ վերանորոգման աշխատանքների ժամանակ խորհուրդ է տրվում, որ մոդուլները պաշտպանված լինեն անթափանց ծածկով:

- Յուրաքանչյուր աշխատող պետք է օգտագործի անհատական պաշտպանիչ միջոցներ:

- Էլեկտրական բաղադրիչներ և էլեկտրահաղորդիչ լարեր մոնտաժելիս պետք է լինել համոզված, որ ՖՎ մոդուլների միացումն անջատված է, համակարգի բոլոր անջատիչները գտնվում են «անջատված» դիրքում, և կապ չկա ինվերտորի կամ հիմնական էլեկտրական վահանակի հետ:

- Տան հիմնական էլեկտրական վահանակի վրա աշխատանքը պետք է կատարի միայն էլեկտրիկը կամ այլ որակավորված անձ:

6.2. Արևային ֆոտովոլտային համակարգերի մոնտաժի ձևերը

Կախված նրանից, թե արևային ֆոտովոլտային (ՖՎ) մոդուլները ինչ մակերեսի վրա են մոնտաժվում, տարբերակվում են մոնտաժ տանիքի, գետնի վրա, հենասյան վրա և շենքին ինտեգրված տարբերակները: Դիտարկենք դրանք:

Մոնտաժ տանիքի վրա

Բնակելի տների համար նախատեսված արևային ՖՎ համակարգերի մոդուլները մոնտաժվում են հիմնականում տանիքի վրա:

Տանիքի վրա տեղադրումը կարելի է բաժանել հետևյալ երկու խմբի:

1. Համահավասար մոնտաժ:

Այս դեպքում արևային ՖՎ մոդուլները տեղաբաշխվում են անմիջապես տանիքի վրա՝ կրկնելով տանիքի թեքությունը աշխարհագրական կողմնորոշումը: Համահավասար մոնտաժը հաճելի գեղագիտական տեսք ունի (նկ. 6.2.1):

2. Թեք դիրքով մոնտաժ

Այս տիպի մոնտաժը իրականացվում է թեք տանիքի կամ հարթ տանիքի առկայության դեպքում: Արևային ՖՎ մոդուլները տեղադրվում են համապատասխան անկյան տակ թեքված դիրքով և կողմնորոշված դեպի հարավ, ինչի շնորհիվ ստացվում է առավելագույն էներգիա:



Նկ. 6.2.1. Ֆոտովոլտային մոդուլների համահավասար մոնտաժ թեք տանիքի վրա

Տանիքի վրա ՖՎ մոդուլների մոնտաժի առավելությունները հետևյալն են:

- Ապահովվում է լավ հասանելիություն Արևի ճառագայթներին,
- Մոնտաժվում է տանիքի չօգտագործվող մակերեսի վրա,
- Տեղաբաշխվում է մոտ էլեկտրական սպառիչներին:

Տանիքի վրա ՖՎ մոդուլների մոնտաժի թեքությունները հետևյալն են:

- ՖՎ մոդուլների տեղաբաշխման թեքությունը և աշխարհագրական կողմնորոշումը կախված է տանիքի դիրքից:

- Սահմանափակվում է ՖՎ մոդուլների հովացումը օդի կոնվեկցիայի միջոցով (բացառությամբ թեք դիրքով մոնտաժի), մոդուլների աշխատանքային ջերմաստիճանը լինում է բարձր, հետևաբար՝ արդյունավետությունը ցածր:

- Դժվարանում է իրականացնել մոդուլների խնամքը (պարբերական մաքրում) և տեխնիկական սպասարկումը:

- Ստեղծվում է տանիքի ծածկի վնասման և անձրևաջրի կաթոցների հնարավորություն:

Մոնտաժ գետնի վրա

Մոնտաժի այս տիպը ամենահեշտն է: Այն կարող է իրականացվել, եթե մոնտաժի համար գետնի վրա կա բավականաչափ մակերես (նկ. 6.2.2): Սակայն նշենք, որ արևային ՖՎ մոդուլները, հնարավորության դեպքում, կարելի է մոնտաժել նաև գոյություն ունեցող կամ հատուկ կառուցված շվաքարանի (навес) վրա:



Նկ. 6.2.2. Ֆոտովոլտային մոդուլների մոնտաժ գետնի վրա

Գետնի վրայի մոնտաժը նման է թեք դիրքով մոնտաժին այն առումով, որ ՖՎ մոդուլները տեղադրվում են օպտիմալ դիրքով, ապահովելով առավելագույն էներգիա:

Գետնի վրա ՖՎ մոդուլների մոնտաժի առավելությունները հետևյալն են:

- Հարմար է բոլոր տիպի ՖՎ համակարգերի համար,
- ՖՎ մոդուլները տեղաբաշխվում են օպտիմալ դիրքով,
- Բացակայում է տանիքը վնասելու հավանականությունը,
- Հեշտ է իրականացնել սպասարկումը,
- Հեշտ է տեղադրումը,
- Մոդուլները հովացվում են օդի ազատ կոնվեկցիայի միջոցով, ինչի հետևանքով նվազում է աշխատանքային ջերմաստիճանը տանիքի վրա տեղադրման համեմատ, իսկ արդյունավետությունը լինում է ավելի բարձր,

- Հնարավոր է իրականացնել ՖՎ մոդուլների դիրքի փոփոխություն, Արևի ընթացքին ավտոմատ հետևելու նպատակով կամ դիրքի կարգաբերում ձեռքով, տարվա տարբեր եղանակներին:

Գետնի վրա ՖՎ մոդուլների մոնտաժի թերությունները հետևյալն են:

- Պետք է օգտագործել բետոնե հիմք,
- Պահաջվում են որոշակի հողային աշխատանքներ, ինչպիսիք են՝ տարածքի մաքրումը, մալուխների համար խրամուղու փորումը (հնարավոր է նաև ցանկապատման անհրաժեշտություն):

Նշենք, որ մոնտաժը գետնի վրա նման է հարթ տանիքի վրա ՖՎ մոդուլների մոնտաժին: Մոդուլները գետնի կամ հարթ տանիքի վրա մոնտաժելիս պետք է հաշվի առնել շարքերի փոխադարձ ստվերման խնդիրը, որը նման է արևային ջերմային կոլեկտորների փոխադարձ ստվերման խնդրին հարթ տանիքի վրա մոնտաժի դեպքում (ենթաբաժին 3.8):

Մոնտաժ հենասյան վրա

Այս տիպի մոնտաժը հիմնականում կիրառվում է արևային լուսավորության համակարգերում, ինչպես նաև օրվա ընթացքում Արևի տեղաշարժին ավտոմատ հետևող սարքերի կիրառության դեպքում (նկ. 6.2.3): Սյունը ամրացվում է գետնի մեջ փորված փոսի և բետոնի միջոցով:



Նկ. 6.2.3. Ֆոտովոլտային մոդուլների մոնտաժ հենասայան վրա

Հենասայան վրա ՖՎ մոդուլների մոնտաժի առավելությունները հետևյալն են:

- ՖՎ մոդուլների աշխատանքային ջերմաստիճանը ցածր է, ինչպես և գետնի վրա մոնտաժի դեպքում,
- ՖՎ մոդուլները տեղաբաշխվում են օպտիմալ դիրքով,

- Հնարավոր է իրականացնել ՖՎ մոդուլների դիրքի փոփոխություն, Արևի ընթացքին ավտոմատ հետևելու նպատակով կամ դիրքի կարգաբերում ձեռքով, տարվա տարբեր եղանակներին, ինչպես և գետնի վրա մոնտաժի դեպքում:

Հենասայան վրա ՖՎ մոդուլների մոնտաժի թերությունները հետևյալն են:

- Պետք է կատարել ամուր տեղակայում, քամիների ազդեցությունից խուսափելու համար,
- Ինչպես և գետնի վրա տեղադրման դեպքում, պահաջվում են որոշակի հողային աշխատանքներ, ինչպիսիք են տարածքի մաքրումը, մալուխների համար խրամուղու փորումը (հնարավոր է, նաև՝ ցանկապատում),
- Հնարավոր չի տեղադրել մեծ թվով ՖՎ մոդուլներ մեկ հենասայան վրա՝ քամիների ազդեցությունից խուսափելու համար:

Շենքին ինտեգրված մոնտաժ

Այս տիպի մոնտաժի դեպքում, որն անգլերեն կոչվում է Building Integrated Photovoltaics (BIPV), արևային ՖՎ մոդուլները ուղղակիորեն ներառված են շինարարական հանգույցներում, ինչպիսիք են արտաքին պատը, պատուհանի ապակին կամ տանիքի սալիկները (նկ. 6.2.4): Շենքին ինտեգրված մոնտաժը վերջին տարիներին մեծ զարգացում է ստացել:

Շենքին ինտեգրված մոնտաժի առավելությունները հետևյալն են:

- Շենքային կառույցը ձեռք է բերում գեղեցիկ տեսք,
- Չեն օգտագործվում լրացուցիչ տարածքներ ՖՎ մոդուլների տեղադրման համար, ինչպես գետնի վրա և հենասայան վրա մոնտաժների դեպքերում:

Շենքին ինտեգրված մոնտաժի թերությունները հետևյալն են:

- Թանկ է՝ համեմատած տեղադրման մյուս ձևերի հետ,
- Ինտեգրված լինելով շենքային կառույցին՝ ՖՎ մոդուլները չեն ունենում օպտիմալ դիրք, որի պատճառով լինում է էներգիայի կորուստ:



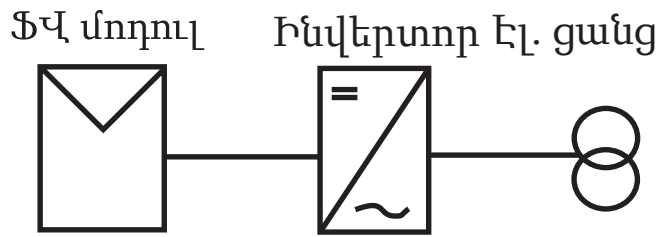
Նկ. 6.2.4. Շենքին ինտեգրված մոնտաժ: Պատուհանների փոխարեն տեղադրված են ֆոտովոլտային մոդուլներ

Նախքան արևային ՖԷ մոդուլները վերը դիտարկված ցանկացած որևէ ձևով մոնտաժելը պետք է մանրամասնորեն ծանոթանալ արևային էներգետիկ կայանքներն արտադրող կազմակերպության ցուցումներին: Եթե մոնտաժային կոնստրուկցիաները պատրաստում են տեղադրողները, ապա նրանք պետք է վստահ լինեն, որ այդ կոնստրուկցիաները բավականաչափ ամուր են, կոնստրուկցիային մարտկոցների ծանրությանը, քամու պոռթկումների ազդեցությանը և որ վտանգ չեն ներկայացնի որևէ մեկի կյանքի կամ գույքի համար:

6.3. Ֆոտովոլտային կայանքների էլեկտրական գծագրեր

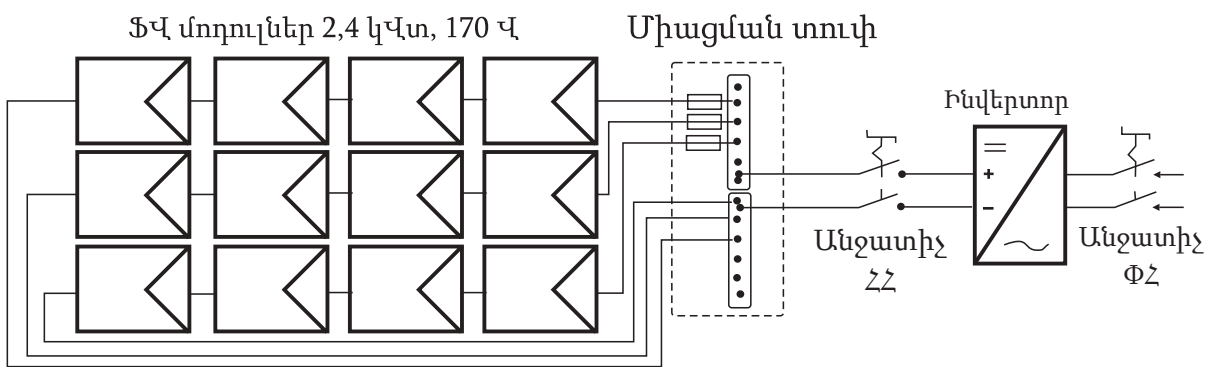
ՖՎ համակարգերի էլեկտրական գծագրերի միջոցով տեղադրողը ծանոթանում է նախագծին և դրանով առաջնորդվում է մոնտաժի ընթացքում: Հետևաբար, շատ կարևոր է ծանոթ լինել գծագրերի տիպերին և դրանցում պատկերված էլեկտրական բաղադրիչներին: Օգտագործվում են հիմնականում գծագրերի հետևյալ տիպերը՝ բլոկ-սխեմա, էլեկտրական սխեմա և մոնտաժային սխեմա:

Բլոկ – սխեմայի միջոցով պատկերվում են համակարգի հիմնական բաղադրիչները և դրանց միջև կապերը: Օրինակ, նկ. 6.4.1 – ում պատկերված է էլեկտրական ցանցին միացված ՖՎ համակարգի բլոկ – սխեման, որտեղ ցույց են տրված հիմնական բաղադրիչները: Ցույց է տրված նաև բաղադրիչների միջև կապը, այսինքն՝ այն, որ ՖՎ մոդուլներից հաստատուն հոսանքի էլեկտրական էներգիան տրվում է ինվերտորին, որտեղից փոխակերպված փոփոխական լարումով էներգիան տրվում է էլեկտրական ցանցին: Ի դեպ, տվյալ բլոկ – սխեմայում բացակայում են սպառիչները, այսինքն՝ պատկերված է արևային ՖՎ կայանք, որը նախատեսված է միայն էներգիա արտադրելու և այն դեպի ցանց ուղղելու համար:



Նկ. 6.4.1 էլեկտրական ցանցին միացված ֆոտովոլտային համակարգի բոլոր - սխեմա

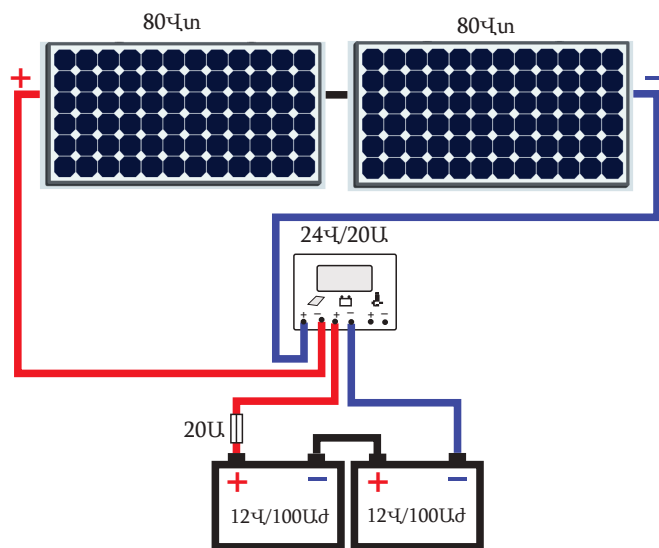
Էլեկտրական սխեմայի միջոցով պատկերվում է էլեկտրական շղթան ամբողջությամբ՝ օգտագործելով ստանդարտ սիմվոլներ – պայմանական նշանակումներ (նկ. 6.4.2): Այդ սիմվոլներով ցույց են տրվում համակարգի բոլոր բաղադրիչները, իսկ հաղորդման գծերով՝ դրանց միացումները: Էլեկտրական սխեմայի վրա նշվում են նաև բևեռականությունները և էլեկտրական բնութագրերը:



Նկ. 6.4.2. էլեկտրական ցանցին միացված ֆոտովոլտային համակարգի էլեկտրական սխեմա

Էլեկտրական սխեմաների բաղադրիչ տարրերի պայմանական նշանակումները ցույց են տրված Հավելված 3 – ում:

Մոնտաժային սխեման համակարգի էլեկտրական միացումների ներկայացման պարզագույն ձևն է, որտեղ բաղադրիչ սարքերը պատկերված են նկարների տեսքով (նկ. 6.4.3): Այն ցույց է տալիս թե ինչպես կատարել միացումները բաղադրիչ տարրեր սարքերի միջև, ինչպես նաև բևեռականությունները և սարքերի բնութագրերը:



Նկ. 6.4.3. Մարտկոցների լիցքավորման մոնտաժային սխեմա



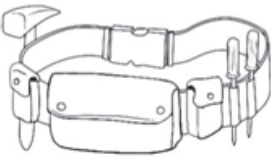
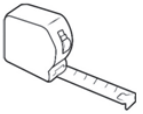

6.4. Անհրաժեշտ գործիքներ և սարքեր


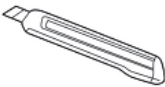
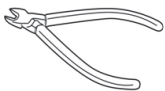







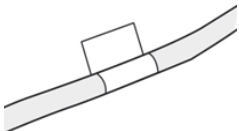
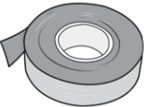
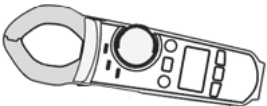
Ֆոտովոլտային էներգետիկ համակարգերի տեղադրման ժամանակ օգտագործվում են մի շարք գործիքներ և սարքավորումներ: Գոյություն ունեն գործիքների տարբեր հավաքածուներ, տարբեր բաղկացուցիչ գործիքներով և սարքերով: Որպես օրինակ, նկ. 6.4.1 –ում պատկերված է այդպիսի հավաքածու:



Նկ. 6.4.1. Արևային կայանքի մոնտաժի համար անհրաժեշտ գործիքների և սարքերի հավաքածու

Ստորև, աղյուսակում, ներկայացված են անհրաժեշտ գործիքներ և սարքեր, որոնք օգտագործվում են մոնտաժային աշխատանքների ժամանակ:

Գործիքի անվանումը	Տեսքը	Նշանակությունը
Գայլիկոնիչ, գայլիկոններով		Անցքեր բացելու համար տարբեր մակերեսների վրա, պտուտակները ամրացնելու համար
Երկարացման լար		Էլեկտրական սարքավորումների միացում էլեկտրամատակարարմանը
Գործիքների գոտի		Տեղադրման հիմնական գործիքների կրում: Գոտկատեղին կրելու համար
Չափման ժապավեն, ռուլետկա		Հեռավորությունների չափում
Էլեկտրատեխնիկների կավիճ – գիծ		Տեղադրման մակերեսների վրա ուղիղ գծանշումներ կատարելու համար

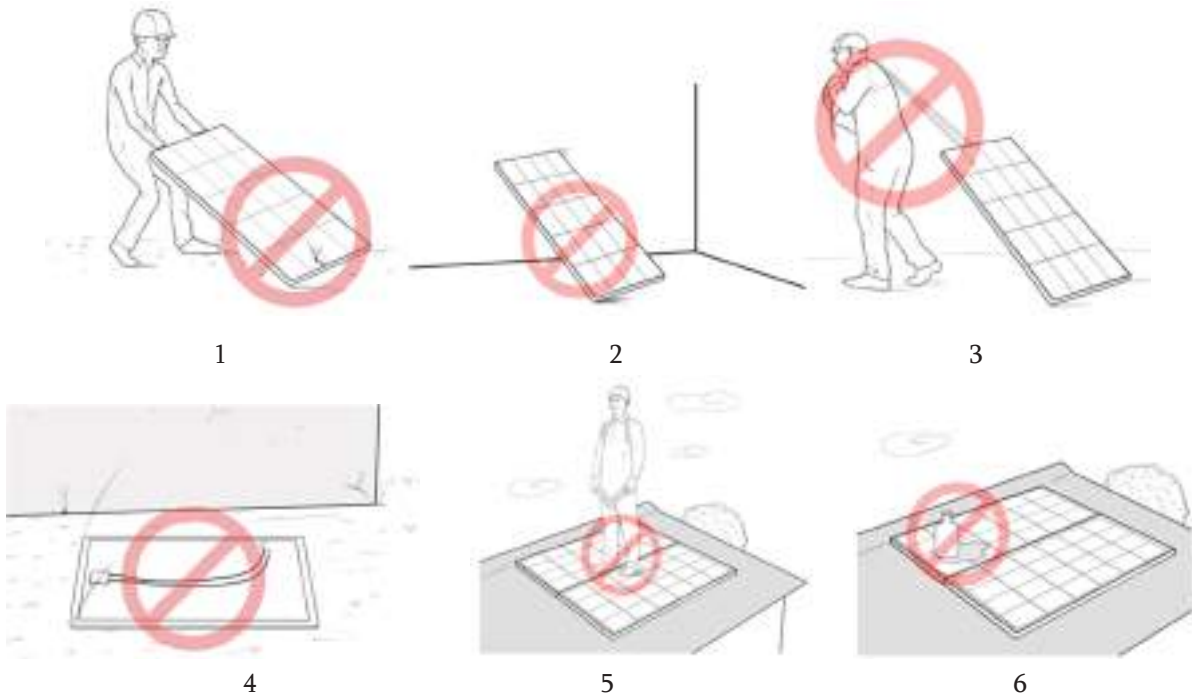
Կողմնացույց		Արեգակնային ՖՎ մոդուլների դիրքի որոշում
Դանակ		Մալուխի մեկուսիչի կտրում
Հաղորդալարերի կտրիչ		Էլեկտրատեխնիկական աշխատանքներ
Տափակաբերան արքաններ		Էլեկտրատեխնիկական աշխատանքներ
Մեղմող գործիք		Կոնտակտների ամրացում
Մուրճ		Մոնտաժային աշխատանքներ
Պտուտակաբանալի		Պնդոդակների և հեղույսների ամրացում
Սայր		Տեղադրման վայրերում անցքեր բացելու համար
Հարթաչափ		Մակերեսների դիրքի որոշում
Մալուխների մոնտաժի սարք		Մալուխները խողովակներով տանելու համար
Մալուխի պիտակ (լեյբլ)		Տեղադրելուց հետո մալուխների և դրանց համապատասխան սխեմաների նշում
Մեկուսիչ ժապավեն		Մալուխների և էլեկտրական տարրերի բաց տեղամասերի մեկուսացում
Էլեկտրաչափիչ սարք		Էլեկտրական պարամետրերի չափում

6.5. Ֆոտովոլտային մոդուլների հետ վարվելու պահանջվող ձևերը

Արևային ՖՎ մոդուլները պատրաստված են այնպես, որ կարող են դիմակայել եղանակային բարդ պայմաններին: Մոդուլների ապակին թրծված է և դիմակայում է կարկուտի ազդեցությանը: Այլումինե շրջանակը ավելի է ամրացնում կոնստրուկցիան և հեշտացնում է մոնտաժը: Սակայն եթե տեղադրողները պատշաճ կերպով չվարվեն մոդուլների տեղափոխման և մոնտաժի ժամանակ, ապա դրանք կարող են վնասվել:

Արևային ՖՎ մոդուլների հետ աշխատելիս հարկավոր է հիշել հետևյալը:

- ՖՎ մոդուլները պետք է պահպանել զով և չոր տեղում:
- Էլեկտրական կոնտակտները պետք է լինեն չոր և մաքուր:
- Մինչև տեղադրման պահը, մոդուլները միշտ պետք է տեղափոխել իրենց գործարանային փաթեթավորմամբ՝ վնասը կանխելու համար:
 - Միայն բարձրացման դեպքում մոդուլը կարող է կոտրվել (նկ. 6.5.1 - ի 1):
 - Կոշտ առարկաները կարող են հարվածել մոդուլի իրանին և վնասել այն:
 - Եթե ՖՎ մոդուլի մի արևային մարտկոցը կոտրվի, ամբողջ արևային ՖՎ մոդուլը դառնում է անպիտան, և դրա օգտագործումը սահմանափակվում է մոդուլի փոքր ելքային էներգիայի պատճառով, այն պետք է փոխարինվի անվնաս մոդուլով:
 - Պետք է պաշտպանել ՖՎ մոդուլները քերծվածքներից, հարվածներից:
 - ՖՎ մոդուլը չի կարելի դնել երկու անկյուններին հենված դիրքով, քանի որ դա կարող է վնասել շրջանակը կամ ապակին (նկ. 6.5.1 - ի 2):
 - Չի կարելի տեղափոխել մոդուլները քարշ տալով դրանք ճոպանների միջոցով (նկ. 6.5.1 - ի 3):
 - Չի կարելի տեղաշարժել մոդուլները՝ բռնելով ելքային էլեկտրական լարերը կամ միացումների տուփը:
 - Չի կարելի դնել արևային ՖՎ մոդուլը արտաքին կողմով դեպի ներքև որևէ մակերեսի վրա (նկ. 6.5.1 - ի 4):
 - ՖՎ մոդուլի արտաքին մակերեսը չի կարելի ենթարկել մեխանիկական ազդեցությունների:
 - Չի կարելի կանգնել արևային ՖՎ մոդուլի վրա, ապակին կկոտրվի (նկ. 6.5.1 - ի 5):
 - Չի կարելի տեղադրել որևէ առարկա ՖՎ մոդուլի մակերեսին (նկ. 6.5.1 - ի 6):
 - Չի կարելի ՖՎ մոդուլը ենթարկել քիմիական նյութերի ազդեցությանը (նկ. 6.5.1 - ի 6):
 - Չպետք է տեղադրել ՖՎ մոդուլները անձրևի ժամանակ:
 - Մոնտաժի ժամանակ ՖՎ մոդուլների մակերեսները պետք է ծածկված լինեն անլուսաթափանց ծածկոցով, որպեսզի էլեկտրականություն չարտադրվի:
 - Եթե մոնտաժի համար պետք է անցքեր բացել այլումինե շրջանակի մեջ, ապա դրանք պետք է անել շրջանակի տակի կողի կամ կողմնային կողի վրա, առանց վնասելու արևային մարտկոցները և դրանց վրայի պաշտպանիչ շերտը: Սակայն պետք է հաշվի առնել, որ լրացուցիչ անցքերի բացումը մոդուլների վրա ցանկալի չէ: Պետք է նաև հաշվի առնել, որ անցքեր բացելու դեպքում անվավեր է դառնում ապրանքի երաշխիքը:
 - Մոդուլների մակերեսը մաքրելու նպատակով չի կարելի օգտագործել քիմիական նյութեր, այն պետք է կատարել՝ օգտագործելով ջուր և փափուկ հյուսվածքով կտոր:
 - Մոնտաժի ընթացքում չի կարելի կրել մետաղական գարդեղեն, մատանիներ:
 - Չի կարելի դիպչել ելքային էլեկտրական ելուստներին, կոնտակտներին:



Նկ. 6.5.1. Արգելված գործողությունները ՖՎ մոդուլների հետ աշխատելիս

6.6. Ֆոտովոլտային կայանքի մոնտաժ

Արևային ՖՎ համակարգի տեղադրման վերաբերյալ պայմանագիրը կնքելուց հետո, մոնտաժն իրականացնող կազմակերպությունը պետք է սկսի իրականացնել մոնտաժային աշխատանքները: Դիտարկենք լայն տարածում ստացած կենցաղային օգտագործման համար նախատեսված ՖՎ համակարգի մոնտաժի գործընթացը: Այն կազմված է հետևյալ տիպի աշխատանքներից:

1. ՖՎ համակարգի բաղադրիչների ստուգում:
2. Տեղադրման ուղեցույցների ուսումնասիրություն և աշխատանքների պլանավորում:
3. Անվտանգության պլանի մշակում:
4. Անհրաժեշտ գործիքների հավաքում:
5. ՖՎ մոդուլների տեղաբաշխում, հենակների և ռելսերի տեղադրում:
6. Մալուխների և էլեկտրահաղորդիչ լարերի համար խողովակների, պատյանների մոնտաժ:

7. Միացման տուփի, ինվերտորի և այլ բաղադրիչների մոնտաժ:
8. ՖՎ մոդուլների տեղադրում, հաղորդիչ լարերի մոնտաժ և էլեկտրական միացումներ:
9. ՖՎ համակարգի ստուգում և գործարկում:

Դիտարկենք վերը նշված աշխատանքները:

1. ՖՎ համակարգի բաղադրիչների ստուգում.

- Ստուգել ՖՎ համակարգի բաղադրիչների տեղափոխման հետևանքով առաջացած հնարավոր վնասվածքները (քերծվածք, ծովածություն, կոտրվածք): Էական վնասվածքների առկայության դեպքում դրանք պետք է լուսասնկարել և ձեռնարկել միջոցներ փոխարինելու ուղղությամբ:

- Ստուգել ՖՎ համակարգի բոլոր բաղադրիչների առկայությունը, համաձայն փաստաթղթերում նշված ցանկի:

- Ստուգել բաղադրիչների վրա պիտակների առկայությունը:
- Չափել ՖՎ մոդուլներից յուրաքանչյուրի լարումը՝ պայծառ Արևի լույսի ներքո տեղադրելով մոդուլները Արևի ճառագայթներին ուղղահայաց դիրքով համոզվելու համար, որ այն ապահովում է անվանապիտակի վրա նշված՝ V_{oc} - բաց շղթայի (պարապ ընթացքի) լարումը:
- Մոդուլների լարումը չափելուց հետո անպայման պետք է նորից ծածկել մոդուլը իր փաթեթավորմամբ և տեղադրել ապահով վայրում, մինչև տեղադրումը:
- Ստուգել նշված երաշխիքային ժամկետների համապատասխանությունը ակնկալված ժամկետների հետ:
- Համոզվել, որ առկա է ՖՎ համակարգի տեղադրման ուղեցույցը:
- Ստուգումներն ավարտելուց հետո պետք է կատարել նշումներ տուփերի վրա և տեղադրել բոլոր բաղադրիչները չոր և ապահով վայրում: Դրա համար անհրաժեշտ է նախօրոք առանձնացնել տարածք, որտեղ պահվելու են ՖՎ համակարգի բաղադրիչ պարագաները, սարքավորումները, գործիքները և հանդերձանքը: Այն պետք է լինի չոր, ապահով և հնարավորինս մոտ մոնտաժի տեղամասին:

2. Տեղադրման ուղեցույցների ուսումնասիրություն և աշխատանքների պլանավորում

- Նախքան տեղադրումը անհրաժեշտ է մանրամասն ուսումնասիրել տեղադրման վերաբերյալ ցուցումներն ու գործողությունների հերթականությունը՝ ներկայացված արտադրող կազմակերպության կողմից:

- Նախքան տեղադրումն սկսելը, անհրաժեշտ է նաև բավական ժամանակ տրամադրել ՖՎ կայանքների մոնտաժի վերաբերյալ համապատասխան գրականության և ինտերնետային աղբյուրների ուսումնասիրությանը:

- Պետք է կազմել մոնտաժի աշխատանքային պլանը՝ նշելով բոլոր գործողությունների հերթականությունը, անհրաժեշտ գործիքների ցանկը և նշել կատարման ժամկետները, գրաֆիկը: Դրա համար պետք է այցելել մոնտաժի տեղամաս, կատարել անհրաժեշտ չափումներ, նկարահանումներ, որոշել արևային ՖՎ մոդուլների տեղաբաշխման դիրքը՝ հաշվի առնելով և բացառելով շրջապատի առարկաների կողմից հնարավոր ստվերումը օրվա և տարվա ընթացքում: Տեղամասի այցելության արդյունքում մշակվում է մոնտաժի ամբողջական պլանը, ինչը թույլ կտա կազմակերպված ձևով իրականացնել մոնտաժը, իրականացնել այն պլանավորված ժամանակահատվածում՝ ապահովելով մոնտաժի բարձր որակ:

Մոնտաժային աշխատանքների տևողությունը կախված է ՖՎ համակարգի չափերից, կառուցվածքից, ինչպես նաև տվյալ տեղադրման վայրի առանձնահատկություններից, օրինակ, մոնտաժային լարերի երկարությունից, կամ ինվերտորը և էլեկտրական միացումների տուփը արևի ճառագայթների ազդեցությունից և տեղումներից պաշտպանելու համար ծածկի պատրաստման և տեղադրման անհրաժեշտությունից և այլն: Աշխատանքները պետք է պլանավորել այնպես, որ ՖՎ համակարգի մոնտաժը համընկնի մեղմ կլիմայական պայմանների և առանց տեղումների ժամանակահատվածի հետ: Պլանավորելիս կարելի է հաշվի առնել, որ կենցաղային նպատակների համար նախատեսված ՖՎ համակարգի մոնտաժը կարող է տևել մեկից երեք օր, 2-6 տեղադրողներից բաղկացած անձնակազմով մոնտաժի դեպքում: Եթե ՖՎ համակարգն իր մեջ ներառում է նաև էլեկտրական մարտկոցներ, ապա տեղադրման տևողությունը կավելանա ևս մեկ կամ երկու օրով:

3. Անվտանգության պլանի մշակում

Արևային ՖՎ համակարգի մոնտաժային աշխատանքները սկսելուց առաջ պետք է մշակել մոնտաժի անվտանգությունն ապահովող գործընթացների պլան: Բոլոր աշխատողներին պետք է ծանոթացնել անվտանգության կանոններին, ինչպես նաև տվյալ ձեռնարկի ենթաբաժիններ 6.1 – ում և 3.2 – ում շարադրված աշխատանքի անվտանգության պահանջներին:

4. Անհրաժեշտ գործիքների հավաքում

Նախքան մոնտաժային աշխատանքների սկսելը, պետք է, բոլոր անհրաժեշտ գործիքներն ու սարքավորումները տեղափոխել տեղադրման վայր: Անհրաժեշտ է նաև, որ համակարգի բոլոր բաղադրիչները՝ ՖՎ մոդուլները, մարտկոցները, ինվերտորները, լիցքավորման կարգավորիչը և այլն նույնպես առկա լինեն տեղամասում կամ լինեն հասանելի:

Կենցաղային նշանակության ՖՎ կայանքների մոնտաժի ժամանակ օգտագործվող գործիքների և սարքերի ցանկը ներկայացված է պարագրաֆ 6.4 – ում: Բացի այդ ցանկում նշված մոնտաժային գործիքներից և սարքերից, երբեմն հարկ է լինում օգտագործել հատուկ տիպի գործիքներ՝ ելնելով տվյալ մոնտաժային տարածքի առանձնահատկություններից:

5. ՖՎ մոդուլների տեղաբաշխում, հենակների և ռելսերի տեղադրում

Նախքան արևային ՖՎ մոդուլների տեղադրելը, պետք է ստուգել կառույցի և տանիքի վիճակը և լինել համոզված, որ դրանք կարող են կրել լրացուցիչ բեռ և դիմակայել ուժերի, որոնք ստեղծվելու են համակարգի տեղադրման արդյունքում: Տանիքը պետք է դիմակայի նաև քամիների ազդեցությանը: Տեղաբաշխման ընթացքում պետք է հաշվի առնել նաև այն, որ ՖՎ մոդուլների համախումբը չպետք է հանդիսանա որպես առագաստ: Շենքային կառույցի կամ տանիքի վնասվածքների առկայության դեպքում, դրանց մասին պետք է տեղյակ պահել տանտիրոջը և ձեռնարկել միջոցներ, անհրաժեշտ ամրացման աշխատանքների իրականացման համար:

ՖՎ համակարգի մոնտաժը սկսվում է տանիքի վրա մոդուլների տեղադրման տարածքի և դիրքի որոշումով: Դրա համար պետք է գծանշել մոդուլների տեղադրման տարածքը՝ կողմնորոշելով մոդուլները դեպի հարավ: Մոդուլները պետք է նաև թեքել համապատասխան անկյան տակ, ինչը հիմնականում կատարվում է հարթ տանիքի վրա տեղադրման դեպքում: Պետք է համոզվել, որ տեղադրման տարածքում չկա ստվեր կամ առարկա, որը կարող է առաջացնել ստվեր, հորիզոնի նկատմամբ Արևի ցածր դիրքի դեպքում: Հիշեցնենք, որ ստվերող առարկաներ կարող են լինել ծառերը, հարևան շենքերը կամ այլ տեխնածին կառույցներ, օրինակ, ծխնելույզներ և էլեկտրական սյուներ:

Ցանկալի է տեղաբաշխել ՖՎ մոդուլները տանիքի վրա հորիզոնական ուղղությամբ (երկար կողմով զուգահեռ տանիքի ներքևի եզրին): Դա հիմնավորվում է հետևյալ կերպ: Հայտնի է, որ տաքանալիս մոդուլների աշխատանքի արդյունավետությունը էապես նվազում է: Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ տանիքի վրա տեղադրված մոդուլը հովացվում է մոդուլի տակից և վրայից, դեպի վեր հոսող օդի հոսքի միջոցով, ապա ակնհայտ է դառնում, որ հորիզոնական տեղաբաշխման դեպքում օդի հոսքը մոդուլի տակ ավելի ինտենսիվ է կատարվում, և մոդուլը ավելի հեշտ է հովացվում, քան ուղղահայաց տեղադրման դեպքում:

Ցանկալի է նաև տեղադրել ՖՎ մոդուլները տանիքի կենտրոնական մասում՝ պահպանելով սիմետրիկությունը: Պետք է հաշվի առնել, թե ինչպիսին կլինի ՖՎ կայանքի տեսքը փողոցից:

Տեղադրման տարածքի գծանշման համար պետք է հաշվարկել մոդուլների շարքի երկարությունը՝ հաշվի առնելով դրանց չափերը և մոդուլների միջև հեռավորությունները, համաձայն կենտրոնական սեղմակների լայնության:

Դրանից հետո պետք է նշել մոդուլների ամրացման կետերը, մոնտաժային հենակների տեղաբաշխումը և ռելսերի դիրքը՝ համաձայն արտադրողի կողմից տրված ցուցումների: Հենակները պետք է ամրացվեն տանիքի կրող հեծաններին - ծպեղներին (стропила), այլ ոչ թե երկայնական տախտակներին - կավարամածին (обрешетка): Դրա համար, թիթեղյա տանիքի դեպքում, պետք է որոշել հեծանների դիրքը, իրականացնելով չափումներ տանիքի ծածկի տակից և տեղափոխելով այդ չափերը տանիքի արտաքին մակերեսի վրա, ինչպես նաև մուրճով թեթևակի հարվածելով թիթեղի մակերեսին:

Համաձայն էլեկտրական և մոնտաժային գծագրերի՝ պետք է պատրաստել տեղադրման գծապատկերը, այսինքն՝ միացումների սխեման, որը ցույց է տալիս համակարգի բաղադրիչների փոխկապակցումը:

Մետաղական տանիքի վրա ռելսերն ամրացնելու համար օգտագործվում են լայն տարածում ստացած L – տիպի հենակները, որոնք ամրացվում են տարբեր պրոֆիլներով մետաղական ծածկերի վրա (նկ. 6.6.1): Ամրացման համար հենակի տակ դրվում է միջադիր, ջրամեկուսացումն ապահովելու համար և պտուտակով ամրացվում է տանիքի կրող հեծանին (նկ. 6.6.1):



Նկ. 6.6.1. Ֆոտովոլտային մոդուլների մոնտաժը մետաղական տանիքի վրա L – տիպի հենակների միջոցով

Բացի նշված L – տիպի հենակից, օգտագործվում են նաև բազմաթիվ այլ տիպի հենակներ: Իրենց դրական հատկանիշներով աչքի են ընկնում մետաղական տանիքի կողմից սեղմվող հենակները, որոնց վրա անմիջապես ամրանում է ՖՎ մոդուլը (նկ. 6.6.2): Այսինքն՝ այս դեպքում մոնտաժի համար չեն օգտագործվում ռելսեր, և որ ամենակարևորն է, տանիքի վրա լրացուցիչ անցքեր չեն բացվում, ինչի շնորհիվ բացառվում է անձրևաջրի հավանական կաթոցը:



Նկ. 6.6.2. Մետաղական տանիքի կողին սեղմվող հենակով ֆոտովոլտային մոդուլի մոնտաժ

Նկ. 6.6.3 ա – ում ցույց է տրված կղմինդրային տանիքի վրա հենակի մոնտաժի օրինակ: Նկարում երևում է, որ տանիքի կրող հեծանը բացված է, մի կղմինդրի հեռացման միջոցով՝ այն դեպի վեր բարձրացնելով: Հենակը պտուտակների միջոցով ամրացվում է հեծանին, որից հետո հեռացված կղմինդրը դրվում է իր տեղը: Այս գործողության ընթացքում պետք է լինել ուշադիր, որպեսզի հենակն ունենա բավականաչափ բարձրություն այնպես, որ մոնտաժի ընթացքում այն չսեղմի ներքևի շարքի կղմինդրին, և տեղադրվի տանիքի հեծանի վրա իր ներքևի հարթ մակերեսով:

Հենակի մոնտաժից հետո, տանիքից պահանջվող բարձրության վրա, ամրացվում են ռելսերը (նկ. 6.6.3 բ): Ինչպես կղմինդրային, այնպես էլ մետաղական տանիքի վրա մոնտաժն իրականացնելիս, անհրաժեշտ է ապահովել ռելսերի պահանջվող բարձրությունը տանիքից, վերը դիտարկված օդափոխանակությունը և մոդուլների հովացումն ապահովելու համար:



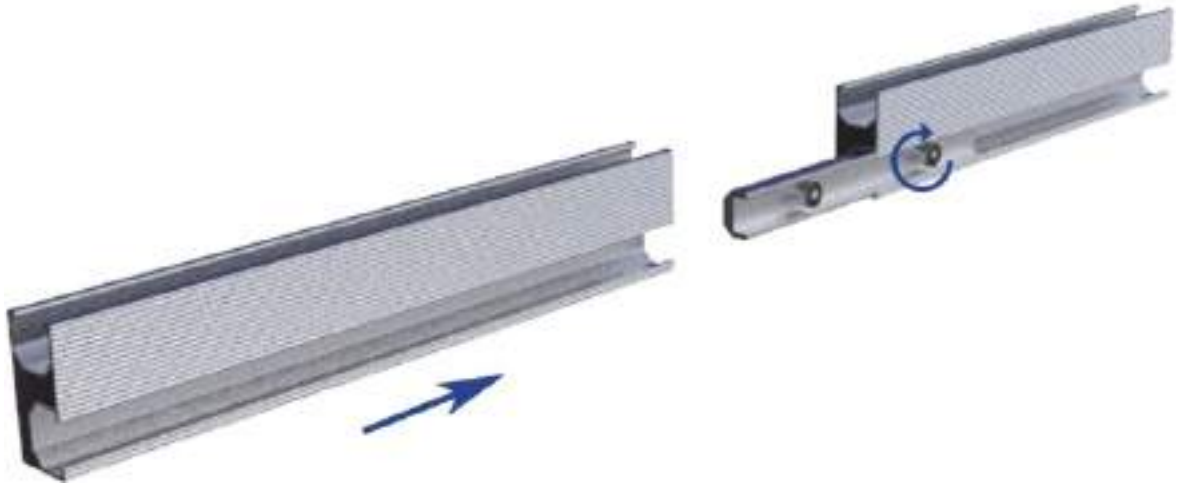
ա)



բ)

Նկ. 6.6.3. Հենակի (ա) և ռելսի (բ) մոնտաժը կղմինդրային տանիքի վրա

Հաճախ անհրաժեշտ է լինում ռելսերը կցել միմյանց, քանի որ դրանք վաճառվում են 2,5 մ կամ 4,25 մ երկարություններով: Այդ նպատակի համար գոյություն ունեն տարբեր տիպի կցորդիչներ, որոնք հիմնականում երկար ուղղանկյունաձև դետալներ են, որոնց միջոցով ռելսերի հարևան կտորները պտուտակներով ամրացվում են միմյանց: Այդպիսի ամրացման օրինակ է ցույց տրված նկ. 6.6.4 – ում:



Նկ. 6.6.4. Ֆոտովոլտային մոդուլների տակ դրվող ռելսերի ամրացում կցորդիչով

Սովորաբար պահանջվող երկարությամբ ռելսերի նախապատրաստական աշխատանքները (կտրատում, կցում միմյանց) կատարվում են գետնի վրա: Այդ նպատակով հարմար է օգտագործել մի քանի իշոտնուկ:

Ռելսերի մոնտաժից հետո պետք է միացնել հողանցման էլեկտրահաղորդիչ գծերը, որոնք պետք է կցվեն միացման տուփին: Հաղորդիչ լարերով պետք է նաև ռելսերի առանձին հատվածները կցվեն միմյանց (նկ. 6.6.5):



Նկ. 6.6.5. Ռելսերի հարևան կտորների կցումը միմյանց հաղորդչով հողանցումն ապահովելու նպատակով

6. Մալուխների և էլեկտրահաղորդիչ լարերի համար խողովակների, պատյանների մոնտաժ

Համաձայն տեղադրման գծագրի՝ մոնտաժվում են խողովակներ և պատյաններ, որոնց միջով պետք է անցնեն մալուխները և էլեկտրահաղորդիչ լարերը: Տանիքի վրա արտաքին միջավայրում խողովակները պաշտպանում են մալուխները և հաղորդիչ լարերը Արևի ճառագայթներից, մթնոլորտային տեղումներից և քամիներից:

Արևային կայանքներում օգտագործվող պաշտպանիչ խողովակները սովորաբար լինում են ոչ մետաղական (նկ. 6.6.6 ա) և մետաղական (նկ. 6.6.6 բ): Դրանք իրենց հերթին կարող են լինել կոշտ և ճկուն (ծալքավոր):



ա)



բ)

Նկ. 6.6.6. Պլաստիկ (ա) և մետաղական (բ) խողովակներ, որոնց միջով անցնում են մալուխները, հաղորդիչ լարերը

Ոչ մետաղական խողովակները պատրաստվում են պլաստիկ նյութից, որը բավականին ամուր է, միաժամանակ լինելով շատ ավելի թեթև՝ մետաղականի համեմատությամբ: Որպես հումք, ոչ մետաղական խողովակների համար օգտագործվում են նեյլոն, պոլիպրոպիլեն կամ պոլիվինիլ քլորիդ (ՊՅՄ, PVC): Մետաղական խողովակները պատրաստվում են ցինկապատ պողպատից, չժանգոտվող պողպատից, արույրից, ալյումինից կամ նիկելապատ արույրից:

Կոշտ խողովակներն օգտագործվում են այն վայրերում, որտեղ անհրաժեշտ է ունենալ մեծ մեխանիկական ամրություն: Անհրաժեշտության դեպքում, որտեղ պետք է թեքել մոնտաժի ուղղությունը, ուղիղ խողովակները ծովում են՝ դրա համար նախատեսված ծող հարմարանքի միջոցով: Ճկուն խողովակները ծալքավոր կառուցվածք ունեն և հեշտությամբ ճկվում են: Դրանք օգտագործվում են այն վայրերում, որտեղ ճկունները համեմատաբար շատ են:

Պաշտպանիչ խողովակներով մոնտաժի դեպքում հաղորդիչ գծի ուղղությունը 90° – ով թեքելու նպատակով օգտագործվում են տարբեր տիպի կցամասեր, որոնց մեջ միացվում են միմյանց երկու խողովակում տեղադրված մալուխները (հաղորդալարերը):

Մետաղական խողովակները սղոցով կտրելուց հետո պետք է կտրվածքի եզրերը ներսից, ինչպես նաև դրսից, հարթեցնել: Հակառակ դեպքում, դրանք կարող են վնասել հաղորդալարերի մեկուսիչ շերտը, ինչը կարճ միացումների պատճառ կարող է լինել:

Գոյություն ունեն պաշտպանիչ խողովակների մոնտաժի բազմազան ձևեր, տարբեր տիպի մոնտաժային դետալներով, առաջարկվող արտադրող կազմակերպությունների կողմից: Մոնտաժի երկու օրինակ, կդրինդրեն և հարթ տանիքների համար, պատկերված է նկ. 6.6.7 – ում:



Նկ. 6.6.7. Կղմինդրե և հարթ տանիքների վրա խողովակների մոնտաժի օրինակներ

ՖՎ կայանքի նախագծման ընթացքում պաշտպանիչ խողովակները ընտրելիս ինժեներները հաշվի են առնում բազմաթիվ գործոններ, ինչպիսիք են լարերի չափերը, քանակը, տեսակը, լարման անկումը, արտաքին միջավայրի ազդեցությունները (ջերմաստիճան, Արևի ճառագայթներ, խոնավություն): Խողովակների տրամագիծն ընտրվում է՝ հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ սովորաբար, խողովակի մեջ լարերը պետք է զբաղեցնեն առավելագույնը խողովակի լայնական կտրվածքի 40 տոկոսը:

Պաշտպանիչ պատյաններն ունեն ուղղանկյունաձև կտրվածք և պտրաստվում են պլաստիկ նյութից: Դրանք կիրառվում են հիմնականում շենքային կառույցի ներսում, որտեղ բացակայում են արտաքին ազդեցությունները: Պատյանների մեջ մալուխների և հաղորդալարերի մոնտաժը բավականին հեշտ է՝ խողովակների համեմատ:

7. Միացման տուփի, ինվերտորի և այլ բաղադրիչների մոնտաժ

Համաձայն տեղադրման գծագրի՝ մոնտաժվում է միացման տուփը: Այն պետք է տեղաբաշխել ՖՎ մոդուլներին հնարավորինս մոտ, ստվերոտ վայրում: Կարելի է այն տեղաբաշխել մոդուլների տակ՝ ամրացնելով ռելսին: Կարելի է նաև այն տեղաբաշխել տանիքի ծածկի տակ:

Ինվերտորը և մյուս էլեկտրական բաղադրիչները սովորաբար տեղադրվում են ներքևում՝ նկուղում կամ ավտոտնակում, հիմնական էլեկտրական վահանակի մոտակայքում: Ցանկալի է բոլոր էլեկտրական բաղադրիչները մոնտաժել մեկ ընդհանուր վահանակի վրա, որը կարող է պատրաստված լինել նրբատախտակից կամ այլ էլեկտրամեկուսիչ նյութից (նկ. 6.6.8): Այդ տիպի մոնտաժը տալիս է էլեկտրական անջատիչներին հեշտ մոտենալու հնարավորություն: Բացի այդ, մեկ վահանակի վրա կատարված մոնտաժը հիմնավորվում է նաև նրանով, որ ինվերտորը ծանր է, այն կարող է կշռել 14 – ից 27 կգ, քանի որ պարունակում է տրանսֆորմատոր, իսկ մեկ վահանակով կոնստրուկցիան ավելի ամուր է:



Նկ. 6.6.8. Մեկ վահանակի վրա ինվերտորի, լիցքավորման կարգավորիչի և էլեկտրական անջատիչների մոնտաժի օրինակ

Ինվերտորները տեղադրելիս պետք է հատուկ ուշադրություն դարձնել արտադրող կազմակերպության ցուցումներին: Ինվերտորների մոնտաժին ներկայացվող ընդհանուր բնույթի պահանջները հետևյալն են.

- Ինվերտորը պետք է պաշտպանված լինի Արևի ճառագայթներից և ջերմության այլ տիպի աղբյուրներից,

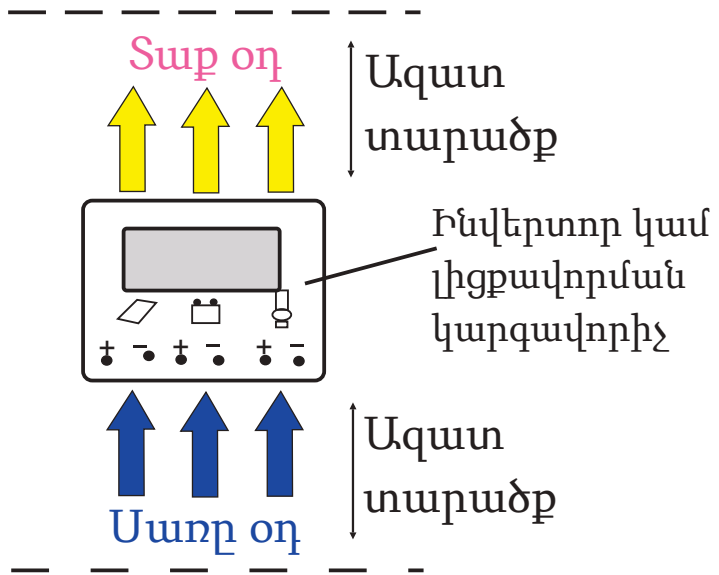
- Ինվերտորը պետք է տեղադրվի չոր և լավ օդափոխվող տարածքում, անհրաժեշտ հովացումն ապահովելու նպատակով, քանի որ այն աշխատանքի ընթացքում տաքանում է (նկ. 6.9.9),

- Եթե ինվերտորը պահող վահանակը պատրաստված է ոչ ջերմադիմացկուն նյութից, (փայտ, նրբատախտակ), ապա ինվերտորի և վահանակի միջև պետք է տեղադրել ջերմադիմացկուն նյութից, օրինակ՝ մանրաթելային ցեմենտից պատրաստված թիթեղ, իսկ այդ թիթեղի և ինվերտորի միջև հեռավորությունը պետք է լինի նվազագույնը 20 մմ,

- Ստուգել, արդյոք ինվերտորի մուտքային լարումը համապատասխանում է ՖՎ մոդուլների կամ էլեկտրական մարտկոցների էլքային լարմանը,

- Ինվերտորի մուտքին ՀՀ հաղորդալարերը պետք է միացնել ճիշտ բևեռականությամբ,

- Ինվերտորը, ինչպես և մյուս էլեկտրական սարքավորումները չպետք է հասանելի լինեն երեխաների համար:



Նկ. 6.9.9. Ինվերտորի և լիցքավորման կարգավորիչի հովացումը

ՖՎ կայանքի էլեկտրական բաղադրիչների մոնտաժը կարելի է իրականացնել տանիքի վրա կատարվող աշխատանքներին զուգահեռ, եթե մոնտաժն իրականացնող խմբի աշխատողների թիվը մեծ է:

Եթե ՖՎ համակարգում օգտագործվում են միկրոինվերտորներ, ապա դրանք պետք է մոնտաժվեն պտուտակներով ամրացնելով ռելսերին (նկ. 6.6.10): Որոշ դեպքերում միկրոինվերտորները ամրացվում են ՖՎ մոդուլի շրջանակին՝ կախված արտադրատեսակից:



Նկ. 6.6.10. Միկրոհնվերտորի ամրացումը ռելսի վրա

Եթե ՖՎ համակարգում օգտագործվում են էլեկտրական մարտկոցներ (նկ. 6.6.8), ապա դրանք պետք է մոնտաժել, ցուցաբերելով առվելագույն զգուշություն, վնասվածքները և այրվածքները կանխելու համար: Մարտկոցներին միացված մալուխներով շատ մեծ հոսանքներ կարող են անցնել: Հետևաբար, մարտկոցներին միացվող կցորդիչները պետք է պատշաճ կերպով ամրացված լինեն կոնտակտներին, իսկ օգտագործվող մալուխների չափը պետք է ճիշտ ընտրված լինի: Մետաղական գործիքները և կրած զարդերը կարող են կարճ միացումների, էլեկտրական աղեղների պատճառ հանդիսանալ, որոնք կարող են հանգեցնել ծանր այրվածքների կամ մարտկոցների պայթյունի: Հետևաբար, մարտկոցների մոնտաժն իրականացնելիս պետք է հանել կրած զարդերը, ավելորդ մետաղական դետալները, գործիքները և օգտագործել միայն համապատասխան գործիքներ:

Էլեկտրական մարտկոցները նույնպես պետք է տեղադրել օդափոխվող տարածքում, քանի որ մարտկոցներն աշխատանքի ընթացքում ջերմություն են անջատում, հնարավոր է նաև գազեր, օրինակ կապարաթթվային (հեղուկ էլեկտրոլիտով) մարտկոցներ օգտագործելու դեպքում (ենթաբաժին 5.5):

ՖՎ կայանքում էլեկտրական մարտկոցների առկայության դեպքում պետք է մոնտաժել նաև լիցքավորման կարգավորիչը, որի մոնտաժին ներկայացվող ընդհանուր բնույթի պահանջները հետևյալն են.

- ստուգել, արդյոք լիցքավորման կարգավորիչի մուտքային լարումը համապատասխանում է ՖՎ մոդուլների էլքային լարմանը,

- ապահովել օդի կոնվեկցիայի միջոցով անհրաժեշտ հովացման համար տարածք լիցքավորման կարգավորիչի շուրջը՝ համաձայն արտադրող կազմակերպության պահանջների (նկ. 6.9.9),

- սկզբում պետք է լիցքավորման կարգավորիչին միացնել էլեկտրական մարտկոցը և հետո նոր՝ ՖՎ մոդուլները (եթե հակառակն արվի, լիցքավորման կարգավորիչը կարող է շարքից դուս գալ բարձր մուտքային լարումների պատճառով):

Հարկ է նշել, որ ՖՎ կայանքի ՀՀ տեղամասի (ՖՎ մոդուլներից միացման տուփ, լիցքավորման կարգավորիչ, ինվերտոր, էլեկտրական մարտկոցներ) էլեկտրական մոնտաժը կատարելիս պետք է հաշվի առնել, որ այդ տեղամասում էլեկտրական հոսանքի արժեքները որպես կանոն մեծ են: Հետևաբար, մոնտաժը պետք է իրականացնել այնպես, որ հզորության կորուստները մեծ չլինեն: Համառոտ անդրադառնանք էլեկտրական կորուստների խնդրին:

Ինչպես հայտնի է, էլեկտրական շղթաներում, հաղորդիչ լարերը տաքանում են, ինչի հետևանքով առաջ է գալիս հզորության կորուստ, որը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$P = I^2 * R,$$

որտեղ P հզորությունը չափվում է վատտերով, I - ն լարի միջով անցնող հոսանքի չափն է (Ա), R - ը հաղորդալարի դիմադրությունն է (Օմ): Հաշվի առնելով, որ էլեկտրական շղթայում երկու հաղորդալար է օգտագործվում, բերված արտահայտությունը պետք է բազմապատկել երկուսով (եռաֆազ հոսանքի շղթաներում այն բազմապատկվում է երեքով):

Բերված արտահայտությունից երևում է, որ հզորության կորուստը խիստ կերպով (քառակուսային օրենքով) մեծանում է հոսանքի մեծացման հետ: Այն աճում է նաև (գծային օրենքով)՝ կախված հաղորդիչ լարի դիմադրությունից:

Ասվածից հետևում է, որ ՖՎ կայանքի ՀՀ տեղամասում կորուստները կարող են մեծ լինել, քանի որ հոսանքը այդ տեղամասում մեծ է: Կորուստները նվազեցնելու նպատակով օգտագործվող մալուխների և հաղորդալարերի դիմադրությունը պետք է լինի հնարավորինս փոքր: Այսինքն՝ լարերի լայնական կտրվածքի մակերեսը պետք է լինի հնարավորինս մեծ, իսկ մոնտաժը պետք է իրականացնել՝ ձգտելով օգտագործել հնարավորինս կարճ հաղորդիչ գծեր:

ՖՎ կայանքի ՀՀ տեղամասում, դեպի ինվերտոր միացումներն ապահովելու համար խորհուրդ է տրվում առաջնորդվել հաղորդալարերի լայնական կտրվածքի մակերեսի չափի ստորև բերված արժեքներից:

<i>Ինվերտորի հզորությունը, Վտ</i>	<i>Էլ. մարտկոցի լարումը</i>		
	<i>Հաղորդալարի լայնական կտրվածքը</i>		
	<i>12 Վ</i>	<i>24 Վ</i>	<i>48 Վ</i>
150	10 մմ ²	6 մմ ²	-
250	16 մմ ²	6 մմ ²	-
500	35 մմ ²	10 մմ ²	-
1 000	50 մմ ²	25 մմ ²	-
1 500	50 մմ ²	35 մմ ²	-
2 000	70 մմ ²	50 մմ ²	-
2 500	95 մմ ²	70 մմ ²	50 մմ ²
3 000	-	95 մմ ²	50 մմ ²
3 500	-	95 մմ ²	70 մմ ²

Բերված աղյուսակից հետևում է, որ ինվերտորի հզորության մեծացման հետ մեծանում է հաղորդալարի պահանջվող լայնական կտրվածքի մակերեսը, ինչպես և սպասվում էր: Աղյուսակից հետևում է նաև, որ համակարգի լարման մեծացման հետ նվազում է հաղորդալարի պահանջվող լայնական կտրվածքի մակերեսը, քանի որ մեծ լարման դեպքում տվյալ հզորությունն ապահովվում է ավելի փոքր հոսանքի արժեքով: Օրինակ, ինվերտորի 2500 Վտ հզորու-

թյան և մարտկոցի 12 Վ լարման դեպքում, լարի լայնական կտրվածքը պետք է լինի 95 մմ², իսկ 48 Վ լարման դեպքում՝ 50 մմ²:

8. Տոտովոլտային մոդուլների տեղադրում, հաղորդիչ լարերի մոնտաժ և էլեկտրական միացումներ

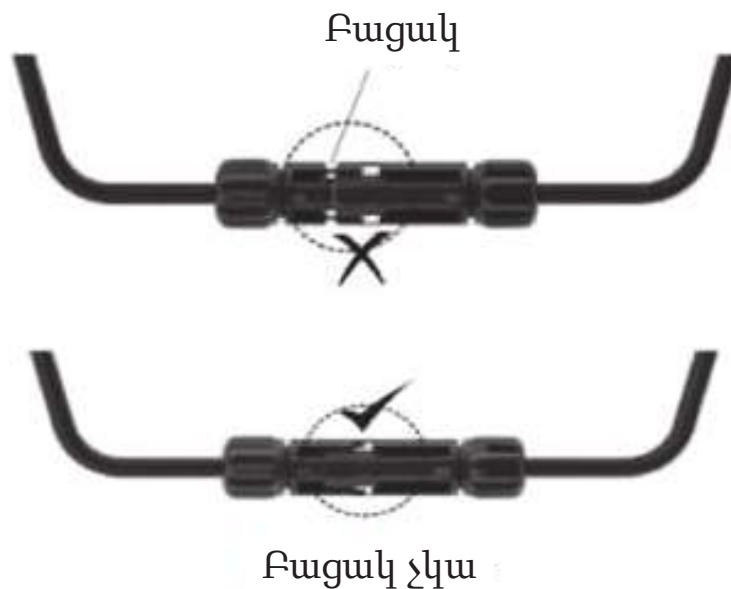
ՖՎ կայանքի էլեկտրական բաղադրիչների մոնտաժից հետո պետք է տեղադրել ՖՎ մոդուլները՝ սկսելով եզրից, ամրացնելով մոդուլը եզրային սեղմակներով: Դրանից հետո պետք է տեղադրել շարքի հաջորդ մոդուլները և ամրացնել դրանք կենտրոնական սեղմակներով:

Հաղորդիչ լարերը, մալուխները պետք է անցկացնել պաշտպանիչ խողովակների միջով: Դրա համար, մալուխների մոնտաժի համար նախատեսված սարքի լարը մտցվում է խողովակի մեջ, ամրացվում է մալուխը և մյուս ծայրից քաշելով, մալուխն անց է կացվում խողովակի միջով: Այս աշխատանքը պետք է կատարել առնվազն երկու անձի մասնակցությամբ:

Լարերի անցկացումից հետո պետք է իրականացնել էլեկտրական միացումները: Բոլոր անջատիչները այդ ընթացքում պետք է գտնվեն «Անջատված» (Off) դիրքում:

ՖՎ մոդուլները շարքում միացվում են հաջորդաբար, հարևան մոդուլների դրական և բացասական ելուստները միմյանց միացնելով: Այդ միացումները կատարվում են մոդուլների էլեկտրական ելուստների ծայրերին գտնվող MC4 (multi-contact 4 մմ²) տիպի կցորդիչների միջոցով, որոնք ապահովում են կոնտակտի ջրամեկուսացումը: Այս գործողությունը կատարելիս պետք է ուշադիր լինել, որ կցորդիչները պատշաճ կերպով սեղմվեն միմյանց, այնպես, որ կցորդիչի կողային երկու ֆիքսատորները թեթևակի շրխկոցով մտնեն իրենց բնիկները և երկու կցորդիչի միջև բացակ չմնա (նկ. 6.6.11):

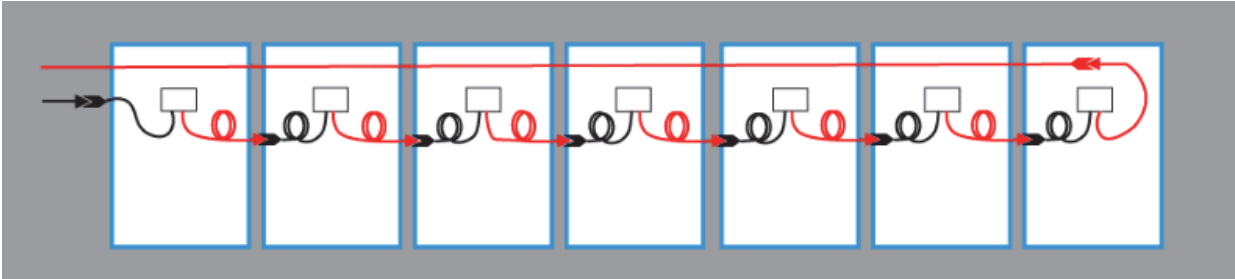
Միացումները կատարելիս պետք է խուսափել հաղորդալարերը կցորդիչների մոտ ծռելուց: Դա կարող է առաջ բերել մեխանիկական լարումներ և վնասել էլեկտրական միացումները՝ նվազեցնելով համակարգի ծառայության ժամկետը:



Նկ. 6.6.11. MC4 կցորդիչների միջոցով սխալ (վերևի նկար) և ճիշտ (ներքևի նկար) միացումներ

Բոլոր ՖՎ մոդուլները պետք է պատշաճ կերպով հողանցել՝ կայծակների դեպքում անվտանգությունը ապահովելու նպատակով: Հողանցման հաղորդալարերը պետք է միացվեն մոդուլներին դրա համար նախատեսված անցքերի միջոցով:

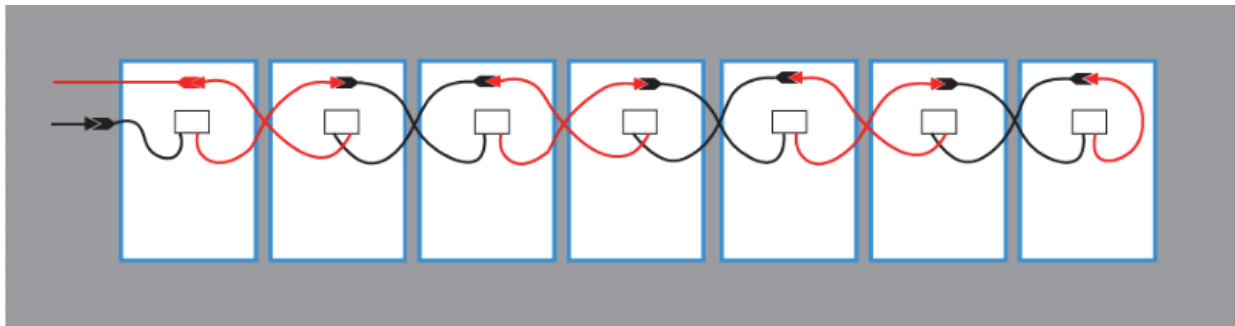
ՖՎ կայանքի մոնտաժի ընթացքում օգտագործվում է մոդուլների շարքի հաջորդական միացումների երկու տարբերակ: Դրանցից մեկը այսպես կոչված «պարզ հաջորդական» միացումն է (նկ. 6.6.12): Այս դեպքում առաջին մոդուլի դրական ելուստը միանում է հաջորդ մոդուլի բացասական ելուստին և այդպես շարունակ: Վերջին մոդուլի դրական ելուստը լրացուցիչ հետադարձ լարի միջոցով բերվում է դեպի սկզբնակետ և բացասական ելուստի հետ մուտք է գործում միացման տուփ:



Նկ. 6.6.12. Ֆոտովոլտային մոդուլների «պարզ հաջորդական» միացում

Վերոհիշյալ դեպքում պետք է լինել ուշադիր, որպեսզի լրացուցիչ հետադարձ լարը, որը գտնվում է բարձր լարման տակ, չունենա մեկուսիչ ծածկույթի վնասվածք և պատշաճ կերպով ամրացված լինի ռելսի վրա՝ բացառելու համար կարճ միացումը հողանցման հետ:

ՖՎ մոդուլների շարքի հաջորդական «թռիչքաձև» միացումն է (նկ. 6.6.13): Այս դեպքում առաջին մոդուլի դրական ելուստը միանում է երրորդ մոդուլի բացասական ելուստին, իսկ վերջինիս դրականը՝ վեցերորդ մոդուլի բացասական ելուստին և այսպես «թռիչքաձև» շարունակվում են միացումները:



Նկ. 6.6.13. Ֆոտովոլտային մոդուլների «թռիչքաձև» հաջորդական միացում

ՖՎ մոդուլների շարքի հաջորդական «թռիչքաձև» միացումն ունի այն առավելությունը, որ բացակայում է լրացուցիչ հետադարձ լարը: Բացի այդ, այսպիսի միացման դեպքում լարերը ավելի հեշտ և կոմպակտ են դասավորվում մոդուլների տակ: Սակայն մոդուլների միացման «պարզ հաջորդական» ձևն ավելի պարզ է և հեշտ է իրականացվում:

Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ հաջորդական միացման դեպքում մոդուլների լարումները գումարվում են, բարձր լարումների ազդեցությունից հնարավորինս զերծ մնալու նպատակով, խորհուրդ է տրվում մոդուլների շարքը բաժանել երկու կեսի, իրականացնել յուրաքանչյուր կեսի միացումները, և վերջում, միացնել միմյանց այդ երկու կեսը:

ՖՎ կայանքի մոդուլների շարքի հաջորդական միացումներն իրականացնելիս, անկախ կիրառվող միացումների ձևից, հաղորդալարերը պետք է կոկիկ կերպով ամրացվեն ռելսերին և հենասյուներին՝ ճարմանդներով կամ դրա համար նախատեսված հատուկ սեղմակներով

(նկ. 6.6.14 ա): Հավորդալարերը կարող են նաև տեղափոխվել տանիքի տակ (նկ. 6.6.14 բ): Այս դեպքում հաղորդալարերի մոնտաժը (կցում միմյանց և միացման տուփին) կատարվում է տանիքի տակ:



ա)



բ)

Նկ. 6.6.14. Հաղորդալարերի մոնտաժը մոդուլների տակ (ա) և տեղափոխումը տանիքի տակ (բ)

Բոլոր էլեկտրական միացումներն ապահովելուց հետո պետք է փակցնել անվտանգության պիտակները համապատասխան էլեկտրական բաղադրիչ սարքերի վրա:

9. Ֆոտովոլտային համակարգի ստուգում և գործարկում

Նախքան ՖՎ համակարգի գործարկումն ու շահագործումը, պետք է մանրամասնորեն ստուգել ամբողջ ՖՎ համակարգը: Առաջին քայլը պարզ տեսողական ստուգումն է, որի ընթացքում պետք է ստուգել հետևյալը.

- Մոդուլների թիվը, որոնք միացված են հաջորդաբար և զուգահեռ,
- Հենակների, ռելսերի և ՖՎ մոդուլները պահող սեղմակների ամրացումների ապահովությունը,
- Հողանցման բոլոր մետաղալարերի միացումների ամրությունը,
- Մոդուլների բոլոր հաղորդալարերի միացումները միմյանց և լարերի պատշաճ ու կոկիկ ամրացումները ռելսերին ճարմանդներով կամ սեղմակներով,
- Միացման տուփի ամրացումը տանիքի վրա ուղիղ դիրքով, առանց բաց անցքերի, ինչպես նաև խողովակի ամրացումը տուփին,
- Բոլոր էլեկտրական միացումների (միացման տուփ, անջատիչներ, ինվերտոր և այլն) ամրությունը՝ կիրառելով ոլորող մոմենտի սահմանված չափը,
- Խողովակի ապահով ամրացումը պատերին,
- Ինվերտորի և այլ էլեկտրական բաղադրիչների ապահով ամրացումը, անհրաժեշտության դեպքում՝ հովանոցի առկայությունը,
- Անվտանգության պահանջվող պիտակների առկայությունը անջատիչների, ինվերտորի վրա և այլ անհրաժեշտ վայրերում:

Տեսողական ստուգումից հետո Արևային էներգիայի ՖՎ համակարգը փորձարկելու համար պետք է ստուգել բոլոր բաղադրիչների էլեկտրական բնութագրերը: Համակարգի բոլոր անջատիչները պետք է լինեն «Անջատված» (Off) դիրքում: Ստուգելով յուրաքանչյուր բաղադ-

րիչ՝ պետք է միացնել հերթական անջատիչը մոդուլներից դեպի ինվերտոր գծի վրա: Դրա համար մուլտիմետրի միջոցով պետք է չափել և ստուգել հետևյալը.

-Հաջորդաբար միացված մոդուլների շարքի դրական և բացասական հաղորդալարերի բևեռականությունը,

-Հաջորդաբար միացված մոդուլների շարքի բաց շղթայի (պարապ ընթացքի) լարումը,

-Հաջորդաբար միացված մոդուլների շարքի կարճ միացման հոսանքը,

-Լարման և հոսանքի ցուցումները միացման տուփի անջատիչների վրա,

-Հողակցման միացումները:

Շղթայի ՀՀ (DC) կողմը փորձարկելուց հետո կարելի է գործարկել միկրոինվերտորները կամ կենտրոնական ինվերտորը: Դրա համար պետք է կարդալ արտադրողի հրահանգները և հետևել դրանց: Այնուհետև ծրագրավորվում և ակտիվացվում է ինվերտորի ինտերնետային կապը:

ՖՎ կայանքի ՀՀ կողմը փորձարկելուց հետո, եթե էլեկտրական ցուցմունքները ճիշտ են, կարելի է շրջել ՀՀ անջատիչը «Միացված» (On) դիրքի և կատարել ևս մի քանի չափում: Եթե ամեն ինչ լավ է, ապա կարելի է միացնել ինվերտորը և տեսնել, թե ինչպես է այն արձագանքում:

Դրանից հետո պետք է չափել լարումները ՓՀ (AC) շղթայի երկայնքով: Այս աշխատանքը սկսվում է ինվերտորից, երբ ՓՀ անջատիչը և հիմնական վահանակի բոլոր անջատիչները գտնվում են «Անջատված» դիրքում:

Եթե չափված լարումը համապատասխանում է ակնկալիքներին, կարելի է միացված թողնել ինվերտորը և տաքանալու ժամանակ տալ (դա կարող է տևել մինչև 30 րոպե): Այնուհետև պետք է չափել լարումը ինվերտորի ելքի և ՓՀ անջատիչի միջև: Եթե ցուցումները նորմալ են, պետք է միացնել ՓՀ անջատիչը և կատարել չափումներ անջատիչից դեպի հիմնական վահանակ տեղամասում: Եթե ամեն ինչ լավ է, ապա կարելի է միացնել հիմնական վահանակի անջատիչը: Այդ պահին ինվերտորի էկրանը պետք է տրամադրի տվյալներ ՖՎ մոդուլների էլքային հզորության վերաբերյալ: Եթե հայտնվի հաղորդագրություն սխալի առկայության վերաբերյալ, հատկապես այն, որը ցույց է տալիս հողանցման անսարքությունը, պետք է անջատել համակարգը և շտկել անսարքությունը:

Ինչպես նշված է նախկինում, միայն լիցենզավորված էլեկտրիկը, հավաստագրված տեղադրողը կամ այլ որակավորված անձ պետք է տեղադրի և փորձարկի ՖՎ համակարգի միացումը հիմնական վահանակին, քանի որ միշտ առկա է վնասվածք ստանալու կամ էլեկտրահարման հավանականությունը:

Ապահովության համար միշտ պետք է նաև հիշել, որ ինվերտորը ներառում է կոնդենսատորներ, որոնք իրենց մեջ կուտակում են մեծ քանակի էլեկտրական լիցքեր և լիցքաթափվում են դանդաղ, որոշակի ժամանակահատվածի ընթացքում, որը կարող է տևել րոպեներ և ավել: Հետևաբար, ինվերտորն անջատելուց հետո պետք է սպասել մի քանի րոպե, որից հետո միայն կատարել չափումներ կամ այլ աշխատանքներ:

Մոնտաժի դիտարկված նկարագրությունը չի փոխարինում արտադրողի կողմից ներկայացվող ցուցումներին:

ՖՎ համակարգի մոնտաժային բոլոր խնդիրները լուծելուց և գործարկելուց հետո, պետք է այն ներկայացնել պատվիրատուին: ՖՎ համակարգի հաջող գործարկումից հետո պատվիրատուին պետք է ներկայացնել արտադրանքի ուղեցույցները և երաշխիքները: Բացի այդ,

պետք է կազմել տան սեփականատերի օգտագործման ուղեցույց, որտեղ պետք է նշվեն համակարգի շահագործման վերաբերյալ հետևյալ կետերը.

- ՖՎ համակարգի բաղադրիչների աղյուսակը,
- Պարզ հրահանգներ ՖՎ համակարգը անջատելու վերաբերյալ,
- Պարզ հրահանգներ ՖՎ համակարգը վերագործարկելու վերաբերյալ,
- Հրահանգներ, հանդես եկող հիմնական խնդիրների լուծման համար, ինչպիսիք են

էլեկտրականության ցածր էլքը, հոսանքազրկումից հետո համակարգի չվերագործարկվելը, հողանցման անսարքությունը և այլն:

Մոնտաժային աշխատանքներն ավարտելուց հետո պետք է կազմել նաև կայանքի հանձնման-ընդունման վերաբերյալ փաստաթուղթ, մոնտաժն իրականացնողի և աշխատանքներն ընդունողի ստորագրություններով: Ստորև պատկերված է այդպիսի փաստաթղթի օրինակ:

Արևային ֆոտովոլտային համակարգի տեղադրում		Աշխատանք #
Կազմակերպության անվանումը՝	Պատվիրատուի անունը՝	
Կազմակերպության հասցեն՝	Պատվիրատուի հասցեն՝	
Տեղադրողի անունը՝	Տեղադրման տարածք՝	
Տեղադրման ամսաթիվ՝		
Տեխնիկական տվյալներ		
Արևային ՖՎ համակարգը նախատեսված է՝		
Արևային մոդուլի բնութագրերը.		հատ
Լիցքավորման կարգավորիչի բնութագրերը.		հատ
Էլեկտրական մարտկոցի բնութագրերը.		հատ
Ինվերտորի բնութագրերը.		հատ
Միացման տուփ.		հատ
Էլ. մարտկոցի ապահովիչ.		հատ
Բարձր լարումներից պաշտպանող սարքեր.		հատ
Այլ սարքեր.		հատ
Հանձնված փաստաթղթերը		
Արտադրող կազմակերպության ուղեցույցներ և երաշխիքներ		
Համակարգի օգտագործման ուղեցույց		
Տեղադրողը հավաստիացնում է, որ համակարգը լիովին գործում է նախագծի համաձայն և Հայաստանի Հանրապետության կանոնակարգերին համապատասխան	Ամսաթիվ՝	Ստորագրություն՝
Պատվիրատուն հաստատում է, որ համակարգը լիովին գործում է նախագծի համաձայն և ստացել է բոլոր համապատասխան փաստաթղթերը և համակարգի գործարկման հրահանգները	Ամսաթիվ՝	Ստորագրություն՝
Եթե պահանջվի տեխնիկական օգնություն, կապվեք՝		

6.7. Ստուգողական հարցեր

1. Մոնտաժային աշխատանքների անվտանգությունն ապահովելու համար ի՞նչ գույների և տիպի անվտանգության նշաններ են օգտագործվում:
2. Անհատական պաշտպանության ի՞նչ պարագաներ կան:
3. Որո՞նք են սանդուղքի օգտագործման անվտանգության հրահանգները:
4. Որո՞նք են առարկաների անվտանգ բարձրացման հրահանգները:
5. Որո՞նք են էլեկտրական վտանգների կանխարգելման պահանջները:
6. Որո՞նք են արևային ՖՎ մոդուլների մոնտաժի անվտանգության պահանջները:
7. Արևային ՖՎ մոդուլների մոնտաժի ի՞նչ ձևեր կան:
8. Արևային ՖՎ համակարգերի գծագրերի ի՞նչ ձևեր կան:
9. Արևային ՖՎ համակարգերի մոնտաժի համար ի՞նչ գործիքներ և սարքեր են օգտագործվում:
10. Որո՞նք են արևային ՖՎ մոդուլների հետ վարվելու պահանջները:
11. Ի՞նչ աշխատանքներից է կազմված ՖՎ կայանքի մոնտաժը:
12. Ի՞նչ աշխատանքներից է կազմված ՖՎ կայանքի ստուգումը և գործարկումը:

7. ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՖՈՏՈՎՈԼՏԱՅԻՆ ԿԱՅԱՆՔՆԵՐԻ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՍՊԱՍԱՐԿՈՒՄ

7.1. Ֆոտովոլտային կայանքների տեխնիկական սպասարկման բնույթը

Արևային ֆոտովոլտային համակարգի տեղադրումն ավարտելուց հետո տեղադրող մասնագետը պետք է իրականացնի կայանքի տեխնիկական սպասարկում, ինչպես նաև վերացնի խափանումները, որոնք ի հայտ են գալիս շահագործման ընթացքում: ՖՎ կայանքի տեխնիկական սպասարկման նպատակն է՝ բարելավել համակարգի աշխատանքը, կանխարգելել խափանումները և ապահովել կայանքի անխափան աշխատանքը: Քանի որ արևային ՖՎ կայանքը էլեկտրաէներգիայի արտադրության համակարգ է իր հաստատուն և փոփոխական հոսանքի բաղադրիչներով, ուստի կարելի է համարել, որ տեխնիկական սպասարկումը ապահովում է նաև մարդկանց անվտանգությունը շահագործման ընթացքում:

Ֆոտովոլտային կայանքի տեխնիկական սպասարկումը հնարավորություն է տալիս.

- Կանխարգելել համակարգի խափանումները,
- Բարձրացնել էներգիայի գեներացիայի արդյունավետությունը,
- Երկարաձգել կայանքի ծառայության ժամկետը,
- Ապահովել կայանքի շահագործման անվտանգությունը,
- Նվազեցնել վերանորոգման ծախսերը,
- Մեծացնել կայանքի տնտեսական արդյունավետությունը:

ՖՎ համակարգերի տեխնիկական սպասարկումը կարելի է դասակարգել մեխանիկական և էլեկտրական բնույթի սպասարկումների: Մեխանիկական բնույթի սպասարկումը ՖՎ համակարգի կոնստրուկտիվ հանգույցների, ՖՎ մոդուլների և մյուս բաղադրիչների միացումների ամրության ստուգումն է, մաքրումը և այլն: Համակարգի էլեկտրական սպասարկումը կայանքի էլեկտրական բնութագրերի չափումներն են և աշխատանքային վիճակի պահպանումը:

Տեխնիկական սպասարկումը ընդհանուր առմամբ իր մեջ ներառում է հետևյալ աշխատանքները:

- Բաղադրիչ սարքերի և էլեկտրահաղորդման գծերի տեսողական ստուգում:
- Մեխանիկական ամրացումների ստուգում և եղանակային ազդեցությունների դեմ օգտագործված պաշտպանիչ միջոցների ապահովության գնահատում:
- ՖՎ մոդուլների մաքրում, սովերի առկայության ստուգում, մոդուլների շուրջը գոյացած աղբի մաքրում և հեռացում:
- Համակարգի էլեկտրական բնութագրերի չափում և աշխատանքային վիճակի գնահատում:

- Էլեկտրական մարտկոցի տեխնիկական սպասարկում:
- Համակարգի խափանված և անսարք բաղադրիչների փոխարինում:

Համաձայն աշխատանքների կատարման ժամանակային գործոնի՝ տեխնիկական սպասարկումը լինում է պլանավորված և չպլանավորված:

Պլանավորված տեխնիկական սպասարկումը իրականացվում է պարբերաբար՝ համաձայն նախօրոք մշակված պլանի, որտեղ նշվում են կատարվելիք աշխատանքների տիպերը և ժամանակացույցը: Այս տիպի տեխնիկական սպասարկումն ունի կանխարգելիչ բնույթ:

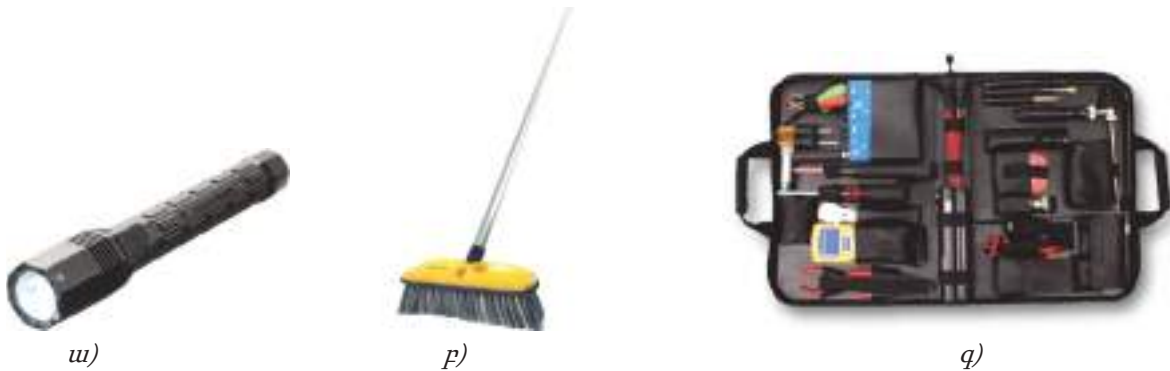
Չպլանավորված տեխնիկական սպասարկումն իրականացվում է խափանումն ի հայտ գալու դեպքում: Այս տիպի տեխնիկական սպասարկման ընթացքում վերանորոգվում են խափանված հանգույցները, բաղադրիչ սարքերը, կամ դրանք փոխարինվում են նորով:

7.2. Ֆոտովոլտային կայանքների խափանումների հայտնաբերման գործիք - սարքավորումներ

Արևային ՖՎ համակարգերի տեխնիկական սպասարկումն իրականացնող մասնագետները պարտադիր կերպով պետք է ունենան անձնական անվտանգության միջոցներ և առաջին օգնության պարագաների հավաքածու:

ՖՎ համակարգերի խափանումների հայտնաբերման համար պատասխանատու անձր պետք է ապահովված լինի գործիքներով և սարքավորումներով և տեղյակ լինի դրանց օգտագործման մեթոդներին: Խափանումների հայտնաբերման սարքավորումները պետք է ինսամքով պահվեն հատուկ վայրում և պարբերաբար ստուգաչափվեն՝ չափման անհրաժեշտ ճշտությունն ապահովելու համար:

Արևային ՖՎ համակարգերի խափանումների հայտնաբերման և վերացման համար անհրաժեշտ գործիքների ցանկը, բացառությամբ մի քանի գործիքների, համընկնում է ենթաբաժին 6.4 – ում նկարագրված մոնտաժի համար օգտագործվող գործիքների ցանկի հետ: Խափանումների հայտնաբերման, ինչպես նաև տեխնիկական սպասարկման համար, նշված ցանկից բացի, օգտագործվում են նաև նկ. 7.2.1 – ում պատկերված գործիքները:



Նկ. 7.2.1. Լուսավորման լամպ (ա), արևային մոդուլները մաքրելու պարագաներ (բ), էլեկտրական մարտկոցների տեխնիկական սպասարկման համար նախատեսված հավաքածու (գ)

Արևային մոդուլները մաքրելու համար նախատեսված պարագաները բազմազան են՝ օգտագործման տարբեր ձևերով: Նկ. 7.2.1 – ում մաքրող խոզանակը պայմանականորեն է պատկերված՝ նշելու համար միայն մաքրող գործիք - սարքավորումների ֆունկցիոնալ նշանակությունը: Արևային կայանքի մոդուլները մաքրելու պարագաները նկարագրվում են մոդուլների տեխնիկական սպասարկումը դիտարկելիս ենթաբաժին 7.4 – ում:

Աքցանաձև թվային մուլտիմետր

Արևային ՖՎ համակարգերի խափանումների հայտնաբերման համար անհրաժեշտ սարքավորումներից է քաղցանաձև չափիչ մուլտիմետրը: Այն կոմպակտ և բազմաֆունկցիոնալ սարքավորում է և հնարավորություն է տալիս մեծ ճշտությամբ չափելու փոփոխական և որոշ մոդելների դեպքում՝ հաստատուն հոսանքները մալուխներում և տարբեր հաղորդալարերում մեջ՝ առանց անջատելու էլեկտրական շղթան: Այն հազեցված է հեղուկ բյուրեղային թվային էկրանով: Առկա են նաև զոնդեր, որոնց միջոցով չափվում են լարումները: Մարքավորման միջոցով չափվում է նաև դիմադրությունը, շղթայի անընդհատությունը, ջերմաստիճանը, հզորությունը, հաճախությունը և այլն: Աքցանաձև թվային մուլտիմետրերը չափման արդյունքները ներկայացնում են միավորի տասներորդական չափով, ինչը նրանց կատարյալ է դարձնում էլեկտրական աշխատանքների համար:



Նկ. 7.2.2. Արցանաձև թվային մուլտիմետրեր

Թվային մուլտիմետր

Արևային ՖՎ համակարգերի խափանումների հայտնաբերման համար կարևոր նշանակություն ունեցող սարքավորում է նաև թվային մուլտիմետրը (նկ.7.2.3): Այն նույնպես կոմպակտ և բազմաֆունկցիոնալ սարքավորում է, հիմանականում՝ հեղուկ բյուրեղային էկրանով: Մուլտիմետրը հնարավորություն է տալիս մեծ ճշտությամբ չափելու հոսանքներ, լարումներ, դիմադրություններ և այլ էլեկտրական մեծություններ, ինչպես նաև ջերմաստիճան՝ կախված օգտագործվող մոդելի տեսակից:

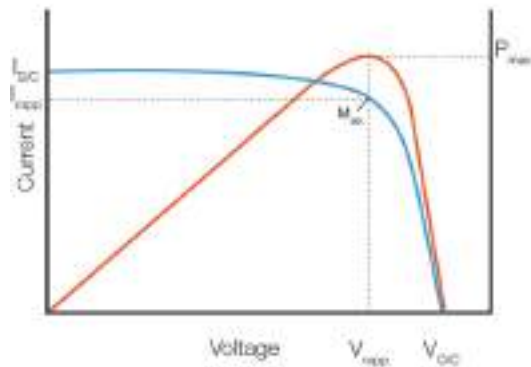


Նկ.7.2.3. Թվային մուլտիմետր

Արևային ՖՎ մոդուլների բնութագրերը չափող սարք

Արևային ՖՎ մոդուլների խափանումների հայտնաբերման նպատակով, շատ արդյունավետ է ՖՎ մոդուլների բնութագրերը չափող սարքի կիրառությունը: Այդպիսի սարքի օրինակ պատկերված է նկ. 7.2.2 –ում: Այն հնարավորություն է տալիս պատկերելու արևային ՖՎ մոդուլի վոլտ – ամպերային բնութագիծը և հզորություն – լարում կախվածությունը՝ պատկերելով այն օգտագործողի հեռախոսի էկրանի վրա, որտեղ գրվում են նաև բնութագրիչ հոսանք-

ների, լարումների և հզորության արժեքները: Չափման արդյունքները կարող են գրանցվել նաև այլ տիպի արտապատկերման հնարավորությամբ սարքի էկրանին (պլանշետ, քոմպիյութեր) կամ պահվել չափիչ սարքի հիշողության հանգույցում:



Նկ. 7.2.2. Ֆոտովոլտային մոդուլների բնութագրերը չափող սարք և չափված վոլտ – ամպերային և հզորության բնութագրերը

ՖՎ մոդուլների բնութագրերը չափող սարքը սովորաբար հագեցված է լինում Արևի ճառագայթների ինտենսիվությունը չափող սարքով (նկ. 7.2.3), որի միջոցով չափվում է Արևի ճառագայթների հզորությունը (ՖՎ մոդուլի վրա ընկնող մուտքային հզորությունը) օրվա տվյալ պահին՝ Վտ/մ^2 միավորներով, մոդուլի և շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանները: Դրա արդյունքում, բնութագրերը չափող սարքի միջոցով որոշվում է մոդուլի ՕԳԳ – ն (այն որոշվում է ստացված օգտակար էլեկտրական հզորության և մուտքային՝ Արևի ճառագայթների հզորության հարաբերությամբ): Այսպիսով, սարքի միջոցով չափվում է արևային ՖՎ մոդուլի կարևորագույն պարամետրը՝ ՕԳԳ – ն, որը տալիս է լիարժեք և սպառիչ տեղեկատվություն ՖՎ մոդուլի աշխատանքային վիճակի մասին:



Նկ. 7.2.3. Արևի ճառագայթների ինտենսիվությունը չափող սարք

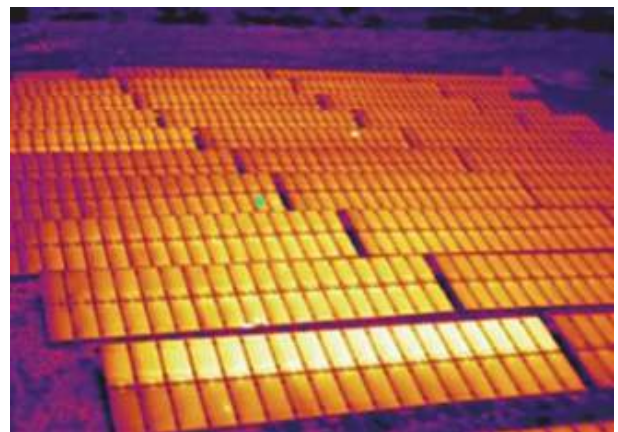
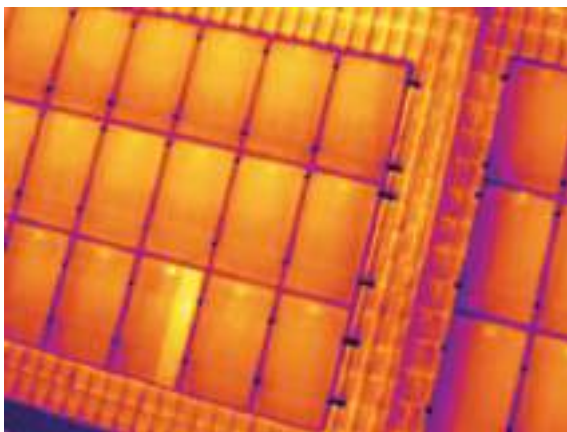
Ինֆրակարմիր (ԻԿ) ճառագայթները գրանցող տեսախցիկ

ՖՎ մոդուլների խափանումների հայտնաբերման նպատակով շատ արդյունավետ է նաև ինֆրակարմիր ճառագայթները գրանցող տեսախցիկի կիրառությունը: Ինչպես հայտնի է, բոլոր տաք մարմինները ճառագայթում են ալիքներ, լույսի ինֆրակարմիր՝ 0.75 մկմ – ից 3 մկմ տիրույթում (տես նկ. 1.2.1), որն անտեսանելի է անզեն աչքով: ԻԿ ճառագայթների նկատմամբ

զգայուն տեսախցիկի կիրառությամբ հնարավոր է լինում գրանցել այդ ճառագայթները: Նշենք, որ ԻԿ տիրույթում աշխատող տեսախցիկները նույն գիշերային տեսանելիության համար նախատեսված տեսախցիկներ են, որոնց միջոցով հնարավոր է լինում գիշերը նկարահանել ցանկացած ջերմություն առաքող օբյեկտ:

Արևային ՖՎ մոդուլների աշխատանքի ընթացքում, թե՛ Արևի ճառագայթների կլանման և թե՛ էլեկտրական մեծ հոսանքների առկայության պատճառով ՖՎ մոդուլները տաքանում են: Եթե ՖՎ մոդուլի մեջ որևէ արևային մարտկոց կամ մարտկոցի որևէ տեղամաս, կետ, ինչպես նաև մարտկոցները միացնող հաղորդալար վնասված լինի, ապա տվյալ տեղամասի էլեկտրական դիմադրությունը մեծ կլինի: Դրա հետևանքով այդ տեղամասում կանջատվի մեծ ջերմային էներգիա, տեղամասը կտաքանա: ԻԿ ճառագայթները գրանցող տեսախցիկի կիրառությամբ կարելի է նկարահանել արևային մոդուլի տեսքը և հայտնաբերել հնարավոր վնասված տեղամասերը (տաք կետերը, տեղամասերը), որոնք պայծառ են լուսավորվում:

Նկ. 7.2.4 – ի ձախ կողմում ցույց է տրված տանիքի վրա մոնտաժված ՖՎ մոդուլների զանգվածի ջերմային պատկերը, նկարահանված ԻԿ տեսախցիկի միջոցով: Ինչպես երևում է նկարից, համակարգի ջերմային պատկերն անհամասեռ է: Ներքևի շարքում աջից երրորդ մոդուլը ավելի տաք է, քան մյուսները, ինչը վկայում է այդ մոդուլի տվյալ հատվածի մեծ դիմադրության մասին:



Նկ. 7.2.4. Տանիքի վրա (ձախից) և գետնին (աջից) տեղակայված արևային կայանքների ՖՎ մոդուլների զանգվածների ջերմային պատկերը

Նկ. 7.2.4 – ի աջ կողմում ցույց է տրված գետնի վրա տեղակայված ՖՎ մոդուլների զանգվածի ջերմային պատկերը: Այստեղ նույնպես նկատվում է ջերմային դաշտի անհամասեռություն: Ներքևից երկրորդ շարքի մոդուլները բավականին տաք են կայանքի մյուս արևային մոդուլների համեմատ: Հետևաբար, տեխնիկական սպասարկման ընթացքում հատուկ ուշադրություն պետք է դարձնել մոդուլների այդ շարքին, չափել էլեկտրական բնութագրերը և ձեռնարկել միջոցներ՝ կայանքի անխափան ու արդյունավետ աշխատանքն ապահովելու համար:

ԻԿ տեսախցիկի օրինակ պատկերված է նկ. 7.2.5 –ում: Այդպիսի տեսախցիկի միջոցով կարելի է նկարել արևային ՖՎ կայանքի յուրաքանչյուր մոդուլ: Վերլուծելով և համեմատական գնահատման միջոցով կարելի է եզրակացություն անել մոդուլի աշխատանքային վիճակի մասին:



Նկ. 7.2.5. Ինֆրակարմիր տեսախցիկի տեսքը օբյեկտիվի կողմից (ձախից) և Էկրանի կողմից (աջից)

Ինֆրակարմիր ճառագայթները գրանցող տեսախցիկի կիրառությամբ կարելի է ստուգել նաև էլեկտրական այլ բաղադրիչ հանգույցների աշխատանքային վիճակը, ինչպիսիք են՝ մոդուլների զանգվածի միացման տուփերը, ինվերտորները և մալուխները, ստանալով այդ բաղադրիչների ջերմային պատկերը:

ԻԿ տեսախցիկի միջոցով արևային ՖՎ կայանքի խափանումների հայտնաբերման ընթացքում պետք է հաշվի առնել հետևյալ պահանջները:

1. ՖՎ մոդուլները կամ կայանքի հետազոտվող այլ էլեկտրական բաղադրիչ պետք է գտնվի աշխատանքային վիճակում:
2. Արևային ՖՎ մոդուլները պետք է նկարահանել առավելագույնը 3մ հեռավորությունից:
3. Արևային ՖՎ մոդուլները պետք է նկարահանել, տեսախցիկը հնարավորինս ուղղահայաց պահելով մոդուլի մակերեսին:
4. Նկարահանելիս ՖՎ մոդուլները չպետք է ստվերվեն օգտագործվող սարքերի, ինչպես նաև նկարահանող մասնագետի կողմից:
5. Նկարահանումն ավարտելուց հետո պետք է գրանցել ՖՎ մոդուլի սերիական համարը, ամսաթիվը, ժամը, մոդուլի դիրքը զանգվածի մեջ և համարակալել նկարը:

Արևային ֆոտովոլտային մոդուլների էլեկտրալուսամիներսցենտային ճառագայթները գրանցող համակարգ

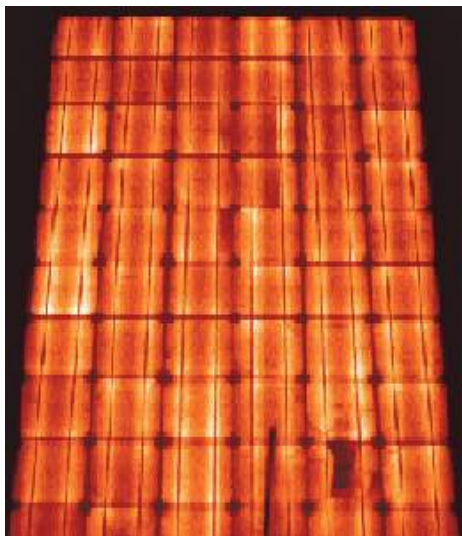
Արևային ՖՎ մոդուլների խափանումների հայտնաբերման նպատակով շատ օգտակար է նաև մոդուլների էլեկտրալուսամիներսցենտային պատկերների նկարահանման տեխնիկայի կիրառությունը: Այն համեմատաբար նոր տեխնոլոգիա է և բավականին նման է ԻԿ տեսախցիկի միջոցով խափանումների հայտնաբերմանը: Արևային ՖՎ մոդուլների էլեկտրալուսամիներսցենտային ճառագայթները գրանցող համակարգի կառուցվածքային սխեման պատկերված է նկ.

7.2.6 – ում:



Նկ. 7.2.6. Արևային ֆոտովոլտային մոդուլների հետագոտում էլեկտրայումինեցենտային մեթոդով

Էլեկտրայումինեցենտային ճառագայթները գրանցող համակարգը կազմված է ճառագայթների ԻՄ տիրույթում զգայուն տեսախցիկից և էլեկտրասնուցման մարտկոցից: Արևային մոդուլների ստուգումը կատարվում է կայանքի տեղադրման վայրում երեկոյան կամ գիշերային ժամերին: Հետագոտվող մոդուլի ելուստները կցորդիչների միջոցով միացվում են էլեկտրական մարտկոցին, և ՖՎ մոդուլի միջով անցնում է էլեկտրական հոսանք: Այսինքն՝ ՖՎ մոդուլը տվյալ դեպքում էլեկտրաէներգիայի սպառիչ է: Էլեկտրական հոսանքի ազդեցության հետևանքով ՖՎ մոդուլը տաքանալով առաքում է ճառագայթներ, որոնք նկարահանվում են ԻՄ տեսախցիկի միջոցով: Ստացված պատկերները գրանցվում և վերլուծվում են համակարգչի միջոցով (նկ. 7.2.7): Ակնհայտ է, որ ավելի շատ տաքանում և ավելի ինտենսիվ ճառագայթում են մոդուլի այն տեղամասերը (կետերը), որոնց դիմադրությունը մեծ է, որտեղ առկա են թույլ էլեկտրական կոնտակտներ և այլ տիպի թերություններ:



Նկ. 7.2.7. Էլեկտրայումինեցենտային մեթոդով ստացված արևային մոդուլի պատկերը

Խափանումների հայտնաբերման էլեկտրալյումինեսցենտային մեթոդը ԻԿ ճառագայթները տեսախցիկով գրանցելու և վերլուծելու մեթոդի համեմատությամբ ունի այն առավելությունը, որ ստացվող ջերմային պատկերները ավելի ցայտուն են արտահայտում խափանումները: Դա պայմանավորված է նրանով, որ էլեկտրական մարտկոցից էլեկտրասնուցումը տրվում է կարճատև իմպուլսի տեսքով, ինչի հետևանքով տաք կետերից ջերմությունը չի հասցնում ցրվել, և ջերմային պատկերը ավելի ցայտուն է ստացվում:

Էլեկտրալյումինեսցենտային, ինչպես նաև ԻԿ ճառագայթները տեսախցիկով գրանցելու մեթոդը հնարավորություն է տալիս հայտնաբերելու հետևյալ տիպի խափանումները:

- Միկրոճաքեր արևային մարտկոցների վրա,
- Շունտված տեղամասեր, կարճ միացումներ,
- Էլեկտրական հոսանքով և լարումով հրահրված դեգրադացիա,
- Արևային մարտկոցների մակերեսի վրայի հոսանքակիր լարերի վնասվածքներ,
- Շարքից դուր եկած մարտկոցներ,
- Կոտրված մարտկոցներ,
- Թեժ կետեր (մասնակի),
- Անհամասեռություններ և կեղտեր:

Նշված մեթոդների կիրառման ոլորտները հետևյալն են՝

- Արեգակնային մոդուլների ստուգում ՖՎ կայանքներում,
- Տանիքի ՖՎ տեղադրումների ստուգում,
- Գնված նոր մոդուլների ստուգում,
- ՖՎ էլեկտրակայանի խափանումների վերլուծություն,
- Ստուգում արտադրող կազմակերպությունում, նախքան առաքումը,
- Վերջնական ստուգում մինչև տեղադրումը:

Էլեկտրալյումինեսցենտային և ԻԿ տեսախցիկով խափանումների հայտնաբերման մեթոդները կիրառելի են բոլոր տիպի արևային մարտկոցների/մոդուլների համար:

7.3. Արևային ֆոտովոլտային կայանքների սխալ մոնտաժի և շահագործման հետևանքով առաջացող խափանումներ

Արևային ՖՎ կայանքների շահագործման ընթացքում ի հայտ են գալիս տարատեսակ խափանումներ, որոնք հաճախ սխալ մոնտաժի հետևանք են: Արևային կայանքները ենթարկվում են խափանումների նաև ժամանակի ընթացքում, շահագործման հետևանքով: Դիտարկենք, այդ խափանումները:

Նկ. 7.3.1 – ում պատկերված է մոդուլների սխալ մոնտաժի հետևանքով առաջացած ստվեր հարևան մոդուլի կողմից: Աջ կողմի մոդուլի հենարանը սխալմամբ բարձր է տեղադրված, ինչի հետևանքով մոդուլը օրվա առաջին կեսի ընթացքում ստվեր է առաջացնում ձախ կողմի մոդուլի վրա: Դրա հետևանքով նվազում է կայանքի օգտակար հզորությունը:



Նկ. 7.3.1. Արևային ֆոտովոլտային մոդուլների սխալ մոնտաժ

Արևային ՖՎ մոդուլները հաճախ տեղադրվում են այնպիսի վայրերում, որտեղ փոքր չափերով ստվեր կա՝ ենթադրելով, որ փոքրության պատճառով ստվերը ազդեցություն չի ունենա համակարգի արդյունավետության վրա (նկ. 7.3.2): Մակայն, ինչպես նշված է ենթաբաժին 5.4-ում, փոքր ստվերները նույնպես կարող են էապես նվազեցնել արտադրվող հոսանքի չափը և հետևաբար՝ կայանքի հզորությունը:



Նկ. 7.3.2. Սխալ մոնտաժի հետևանքով, արևային ֆոտովոլտային մոդուլների ստվերումը խողովակների կողմից (ձախ նկար) և ջրատար ռետինե խողովակի կողմից (աջ նկար)

Արևային մոդուլների սխալ տեղաբաշխումից բացի, հաճախ կատարվում է էլեկտրական միացումների սխալ մոնտաժ: Նկ. 7.3.3 – ում պատկերված է ՖՎ մոդուլների մալուխների սխալ մոնտաժի օրինակ: Այստեղ մալուխները ստվերում են մոդուլներին՝ նվազեցնելով դրանց արդյունավետությունը: Բացի այդ, մալուխների սխալ դասավորության հետևանքով, կայանքի շահագործման ընթացքում, մեծ հավանականությամբ կառաջանան կարճ միացումներ, հոսանքի կորուստներ:



Նկ. 7.3.3. Մալուխների սխալ մոնտաժ

Արևային ՖՎ մոդուլների մալուխների ճիշտ մոնտաժի երկու օրինակ ցույց է տրված նկ. 7.3.4 - ում:



Նկ. 7.3.4. Մալուխների ճիշտ կատարված մոնտաժի օրինակներ

Ինչպես նշել ենք, արևային կայանքները ենթարկվում են նաև խափանումների ժամանակի ընթացքում, շահագործման հետևանքով: Շահագործման ընթացքում ՖՎ մոդուլները ստանում են տարբեր տիպի մեխանիկական վնասվածքներ, կեղտոտվում են, ստվերվում են և այլն: Նկ. 7.3.5 ա – ում ցույց է տրված ՖՎ մոդուլի ապակու կոտրվածքը, որն առաջացել է պրնո-օղակը չափից շատ սեղմելու պատճառով: Նկ. 7.3.5 բ – ում պատկերված է ՖՎ մոդուլը կոտրված ապակիով, որի վրա ծանր առարկա է ընկել:



ա)



բ)

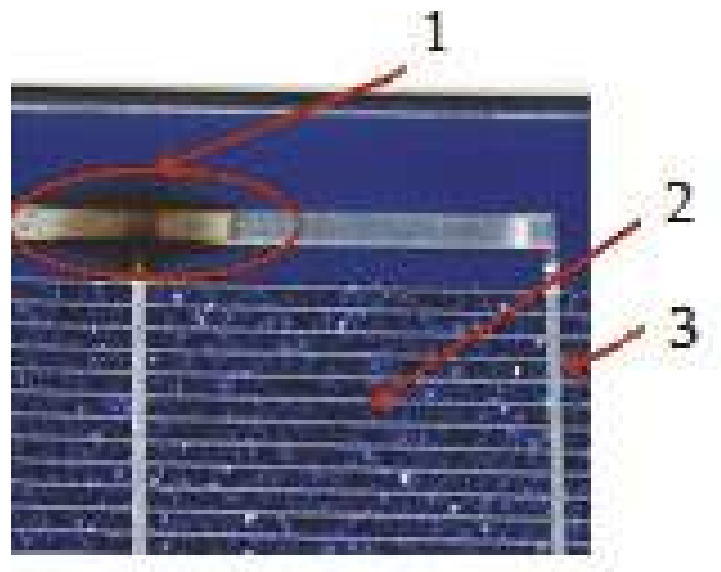
Նկ. 7.3.5. Վնասված ապակիներով արևային մոդուլներ

Հաճախ, ժամանակի ընթացքում, արևային ՖՎ մոդուլների էթիլեն – վինիլ – ացետատային (ԷՎԱ), թաղանթը պոկվում է ապակուց (նկ. 7.3.6 ա), ինչը կոչվում է դելամինացիա: Դրա հետևանքով խոնավությունը ներթափանցում է արևային մարտկոցների միջավայր և կոռոզիայի պատճառ է հանդիսանում, ինչպես պատկերված է 7.3.6 բ - ում:



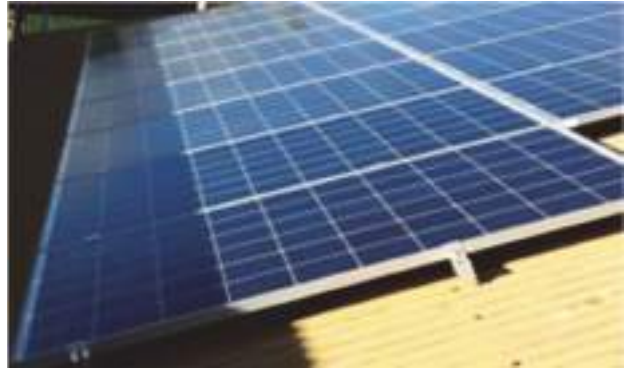
Նկ. 7.3.6. Արևային մոդուլների ԷՎԱ – ի թաղանթի դելամինացիա և կոռոզիա

Արևային ՖՎ մոդուլները աշխատանքի ընթացքում ենթարկվում են նաև էլեկտրական հոսանքների ազդեցությանը: Այն տեղամասերում, որտեղ դիմադրությունը մեծ է, լարերը տաքանում են, առաջանում են կայծեր և այրվածքներ (նկ. 7.3.7): Արդյունքում, այդպիսի ՖՎ մոդուլները շարքից դուրս են գալիս և ենթակա են փոխարինման:



Նկ. 7.3.7. Արևային ֆոտովոլտային մոդուլի վանսվածք՝ պայմանավորված էլեկտրական հոսանքով. 1 - սևացած, այրված տեղամաս մոդուլի միացման գծերի միջև վատ էլեկտրական կոնտակտի պատճառով, 2 - ցանցի հաղորդիչ գծեր արևային մարտկոցի մակերեսին, 3 - մարտկոցների փոխմիացման գծեր

Շահագործման ընթացքում բուսականության աճի հետևանքով կամ նոր կառուցված շինություններով պայմանավորված, արևային ՖՎ մոդուլների վրա կարող են առաջանալ ստվերումներ, որոնք բացակայել են կայանքի մոնտաժի ժամանակ (նկ. 7.3.8): Այդ ստվերները կարող են էապես նվազեցնել կայանքի էլքային հզորությունը (ենթաբաժին 5.4): Հետևաբար, սպասարկման ընթացքում պետք է վերացնել ստվերի աղբյուրը: Եթե դա անհնար է, ապա ՖՎ մոդուլները պետք է ապամոնտաժվեն և տեղափոխվեն մեկ այլ, առանց ստվերման վայր:



Նկ. 7.3.8. Արևային ֆոտովոլտային մոդուլների ստվերումը բուսականության և կառուցված շինության կողմից

Արևային կայանքի շահագործման ընթացքում, ՖՎ մոդուլների արդյունավետ աշխատանքի վրա ազդում է նաև դրանց մակերևույթին կուտակվող փոշին և աղբը, ինչի հետևանքով նույնպես էապես նվազում է կայանքի էլքային հզորությունը (ենթաբաժին 5.4): Հետևաբար, տեխնիկական սպասարկման ընթացքում պարբերաբար պետք է իրականացնել ՖՎ մոդուլների մաքրումը:

Էլեկտրական մարտկոցներով համալրված արևային կայանքների հաճախակի խափանումների աղբյուր է հանդիսանում մարտկոցը: Պարբերաբար անհրաժեշտ է ստուգել էլկտրոլիտի մակարդակը, մաքրել էլեկտրական կոնտակտները և այլն: Հաճախ կայանքի աշխատանքի խափանման աղբյուր է հանդիսանում մարտկոցների կոնտակտների սուլֆատացումը (նկ. 7.3.9), այսինքն՝ էլեկտրական մարտկոցների առկայության դեպքում արևային կայանքների տեխնիկական սպասարկումը ավելի է բարդանում:



Նկ. 7.3.9. Էլեկտրական մարտկոց, որի կոնտակտները սուլֆատացված են

Այսպիսով, խափանումների դիտարկված օրինակներից հետևում է, որ սխալ մոնտաժի և շահագործման հետևանքով նվազում է մոդուլների և մյուս բաղադրիչների էլքային հզորությունը, առաջանում են կայանքի աշխատանքի խափանումներ: Հետևաբար, պլանավորված (կանխարգելիչ) և չպլանավորված (խափանումների վերացման) տեխնիկական սպասարկումները խիստ կարևոր նշանակություն ունեն կայանքի արդյունավետ շահագործումն ապահովելու համար:

7.4. Արևային կայանքի ֆոտովոլտային մոդուլների տեխնիկական սպասարկում

Արևային ՖՎ կայանքի տեխնիկական սպասարկումը կատարվում է պարբերաբար, համաձայն նախօրոք կազմված պլանի, կայանքի նորմալ աշխատանքային վիճակը պահելու, խափանումները կանխարգելելու նպատակով: Կայանքի տեխնիկական սպասարկումը կարելի է բաժանել համակարգի առանձին բաղադրիչների, ՖՎ մոդուլների, ինվերտորի և այլ բաղադրիչների տեխնիկական սպասարկումների:

Դիտարկենք ՖՎ կայանքի արևային մոդուլների տեխնիկական սպասարկումը: Այն կազմված է հետևյալ աշխատանքներից:

1. Ընդհանուր իրավիճակի գնում - տեսողական ստուգում:
2. Ընդհանուր մաքրում և մոդուլների մակերեսի մաքրում փոշուց և աղտոտվածությունից:
3. Ստվերի առկայության ստուգում և ստվերի աղբյուրի վերացում:
4. Հենակների, ռելսերի և ամրացման այլ հանգույցների ստուգում, հնարավոր դեֆորմացիաների, ժանգոտվածության կամ ամրացնող պտուտակների կորստի հայտնաբերում:
5. Էլեկտրական միացումների և կցորդիչների ստուգում, դրանց մաքրության և կոռոզիայի բացակայության գնահատում:

6. ՖՎ մոդուլների հաջորդաբար միացված շարքի բաց շղթայի (պարապ ընթացքի) լարման և կարճ միացման հոսանքի չափում թվային մուլտիմետրի միջոցով և համեմատում սպասված արժեքների հետ: Սպասվածից ցածր արժեքներ ստանալու դեպքում վնասված շարքի յուրաքանչյուր մոդուլի լարման և հոսանքի չափումների իրականացում: Ինֆրակարմիր տեսախցիկի միջոցով մոդուլների վրա տաք կետերի բացահայտում:

Ինչպես երևում է վերը բերված աշխատանքների ցանկից, դրանց մեծ մասը մեխանիկական բնույթի են: Դիտարկենք արևային ՖՎ կայանքի մոդուլների տեխնիկական սպասարկման աշխատանքների առանձնահատկությունները:

Մոդուլների մակերեսի մաքրում

Գոյություն ունեն արևային ՖՎ մոդուլների մաքրման տարբեր մեթոդներ և սարքեր, որոնց ընտրությունը մաքրման համար կախված է արևային ՖՎ կայանքի մեծությունից և կառուցվածքից: Նկ. 7.4.1 – ում պատկերված է համեմատաբար փոքր կայանքների դեպքում կիրառվող ձեռքով մաքրման պարզագույն մեթոդը: Մաքրումը կատարվում է փափուկ խոզանակի և ջրի միջոցով: Կարելի է օգտագործել նաև ապակի լվանալու հեղուկ:



Նկ. 7.4.1. Արևային ֆոտովոլտային մոդուլների մակերեսի մաքրումը խոզանակով և ջրով

Փոքր արևային կայանքների համար կիրառվում է նաև նկ. 7.4.2 – ում պատկերված պտտվող խոզանակներով սաքքը: Այստեղ մաքրումը նույնպես կատարվում է ձեռքով, ջրի առկայությամբ (թաց մաքրում):



Նկ. 7.4.2. Մոդուլների թաց մաքրում պտտվող խոզանակների միջոցով

Արևային ՖՎ մոդուլների մակերեսը մաքրելիս պետք է հաշվի առնել հետևյալ պահանջները:

1) Մաքրումը պետք է իրականացնել ոչ պայծառ Արևի առկայության դեպքում: Մաքրման աշխատանքների համար լավագույն ժամանակը մայրամուտից հետո է, երեկոյան ժ.6 – ից հետո, իսկ առավոտյան՝ մինչև ժ. 7 – ը: Այս դեպքում, կայանքի կողմից էներգիա չի արտադրվում և էլեկտրական վնասվածքներ ստանալու վտանգը նվազագույնն է: Չի խոչընդոտվում նաև կայանքի կողմից էլեկտրաէներգիայի արտադրության գործընթացը: Բացի այդ, պայծառ Արևի պայմաններում մոդուլները բավականին տաք են ($70\text{ }^{\circ}\text{C}$ – ից $100\text{ }^{\circ}\text{C}$) և մաքրումը բարդանում է ջրի ինտենսիվ գոլորշիացման պատճառով: Տաք վիճակում գտնվող մոդուլների թաց մաքրումը հակացուցված է նաև այն պատճառով, որ մոդուլների սառեցումը ջրով (ջերմային ցնցումը) բացասաբար է անդրադառնում մոդուլների երկարակեցության վրա: Այսպիսով, մոդուլները պետք է մաքրվեն, երբ դրանք տաք չեն, իսկ օգտագործվող ջրի ջերմաստիճանը պետք է մոտ լինի շրջապատի ջերմությանը:

2) Չի կարելի մաքրել այն մոդուլները, որոնց վրա առկա են մեխանիկական վնասվածքներ, ինչպիսիք են՝ վնասված ապակին, դելամինացիան, կամ էլեկտրական կոնտակտի բացակայությունը:

3) Լվանալուց և մաքրելուց հետո, մոդուլները պետք է չորացվեն մաքուր սպունգի կամ ռետինե մաքրիչով, ամրացված երկարացվող ձողի վրա և քաշելով մաքրիչը վերևից վար:

4) Մաքրելուց հետո պետք է մանրակրկիտ կերպով ստուգել մաքրված մակերեսները, ինչպես նաև մոդուլների եզրերը, որտեղ սովորաբար կուտակվում են փոշին և կեղտը:

Բացի վերը նշված թաց մաքրումից, կիրառվում է նաև այսպես կոչված չոր մաքրումը: Այս դեպքում, նույնպես օգտագործվում են խոզանակներ, իսկ մաքրումը կատարվում է առանց

ջրի: Նշենք, որ ձեռքով մաքրման մեթոդը աշխատատար է և վտանգավոր: Հետևաբար, մոդուլները մաքրելիս, հատկապես տանիքի վրա, պետք է պահպանել անվտանգության կանոնները:

Համեմատաբար մեծ արևային ՖՎ կայանքների մոդուլները մաքրվում են ավտոմատացված սարքերի – ռոբոտների կիրառությամբ: Նկ. 7.4.3 – ի ձախ կողմում պատկերված է ռոբոտ, որը մաքրում է մակերեսը առանց ջրի: Նկ. 7.4.3 – ի աջ կողմում ցույց է տրված Հայաստանի Ազգային Պոլիտեխնիկական Համալսարանի «Կիսահաղորդչային ֆոտոէլեկտրական սարքեր» գիտահետազոտական լաբորատորիայում մշակված մոդուլների մակերեսը մաքրող ռոբոտ: Այն տեղաշարժվելով մոդուլի մակերեսի վրայով՝ նկարում պատկերված սլաքի ուղղությամբ, մաքրում է ֆոտոէլեկտրական մոդուլի մակերեսը:



Նկ. 7.4.3. Ռոբոտների միջոցով ֆոտովոլտային մոդուլների չոր մաքրում

Օգտագործվում են նաև ավտոմատացված սարքեր, որոնք մաքրում են ջրի կիրառությամբ: Մեծ հզորությամբ կայանքներում կիրառվում են նաև բեռնատար մեքենայի վրա մոնտաժված մաքրման հատուկ գլանաձև խողանակներով սարքեր: Մեքենան տեղաշարժվում է մոդուլների շարքերի միջև եղած տարածքով և օպերատորի ղեկավարությամբ, պտտվող գլանաձև խողանակով մոդուլները մաքրվում են:

ՖՎ մոդուլների մակերեսը մաքրելուց բացի, տեխնիկական սպասարկման ընթացքում պետք է մաքրել նաև շրջապատի տարատեսակ աղբը, տերևները: Կուտակված աղբը հրդեհի վտանգ, ինչպես նաև՝ ջրահեռացման խնդիր է ներկայացնում: Դա կարող է հանգեցնել բորբոսի և միջատների առաջացման խնդիրների՝ ի վերջո պատճառելով վնաս մալուխին կամ էլեկտրական կոնտակտներին:

Ստվերի առկայության ստուգում

Արևի ճառագայթները պետք է լուսավորեն ՖՎ մոդուլների մակերեսը առավոտյան 6.9 – ից մինչև երեկոյան 6.5 – ը, առանց որևէ ստվերման: Ոստի պետք է համոզվել, որ արևային մոդուլները չեն ստվերվում որևէ բնական կամ տեխնաժին օբյեկտի կողմից: Այնպիսի օբյեկտներ, ինչպիսիք են ծառերը կամ թփերը, որոնք տեղադրման պահին չեն եղել, կարող են ստվերի հիմնական պատճառ հանդիսանալ (տես նկ. 7.3.8): Պարբերաբար պետք է կտրել բոլոր բույսերը, որոնք կարող են ստվեր գցել ՖՎ մոդուլների վրա:

Այսպիսով, տեխնիկական սպասարկման ընթացքում պետք է ցուցաբերել չափազանց մեծ ուշադրություն ցանկացած տիպի ստվերի հայտնաբերման հարցում և վերացնել ստվերման պատճառները:

Եղանակային ազդեցությունների ստուգում

Բոլոր սարքավորումները և հանգույցները, որոնք ենթարկվում են եղանակային ազդեցություններին, պարբերաբար պետք է ստուգվեն: Այդպիսի սարքերից և հանգույցներից են միացման տուփը, մալուխների կցորդիչները, ՖՎ մոդուլների ամրացումները ռելսերին, հենակների ամրացման տեղամասերը շենքի տանիքին, հողանցման գծերը, դրանց միացումները: Եղանակային ազդեցությունների հետևանքով առաջացած եթե նույնիսկ վնասվածքների փոքր նշաններ հայտնաբերվեն, ապա դրանք պետք է վերանորոգել:

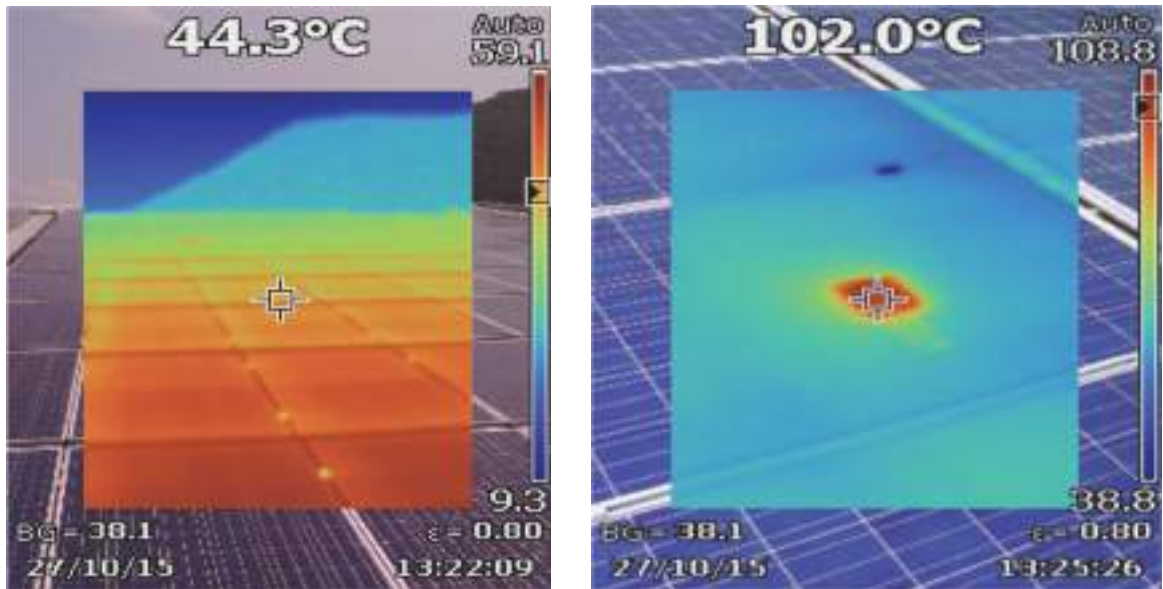
Խափանումների հայտնաբերում ինֆրակարմիր տեսախցիկով

Արևային մոդուլների զանգվածի էլեկտրական չափումները իրականացնելիս, ցանկալի է ստուգումները կատարել նաև ինֆրակարմիր (ԻԿ) տեսախցիկով: Ինչպես նշել ենք, ճառագայթների ինֆրակարմիր տիրույթում զգայուն տեսախցիկի միջոցով ստացվում է բավարար տեղեկատվություն արևային մոդուլների աշխատունակության վերաբերյալ: Այդ նպատակով նկարահանվում են ՖՎ մոդուլները (նկ. 7.4.4) հաշվի առնելով նախորդ ենթաբաժնում նշված պահանջները:



Նկ. 7.4.4. Արևային մոդուլների նկարահանումը ինֆրակարմիր տեսախցիկի միջոցով

Նկարահանման արդյունքում ԻԿ տեսախցիկը գրանցում է առավելագույն ջերմաստիճանը պատկերի վրա: Եթե արևային մոդուլների ջերմաստիճանը 40°C – ից 70°C միջակայքում է, ապա մոդուլները գտնվում են նորմալ աշխատանքային վիճակում (նկ. 7.4.5 ա): Իսկ եթե մոդուլի վրա գրանցվում է 100°C կամ ավելին, ապա կարելի է համարել, որ տվյալ արևային մարտկոցը շարքից դուրս է եկել և մոդուլը պետք է փոխարինել նորով (նկ. 7.4.5 բ):



Նկ. 7.4.5. Նորմալ աշխատանքային վիճակում գտնվող արևային մոդուլի (ա) և վնասված մոդուլի (բ) պատկերները, ստացված ինֆրակարմիր տեսախցիկով

Արևային ՖՎ մոդուլների տեխնիկական սպասարկման աշխատանքների կատարման առաջարկվող հաճախությունը բերված է ստորև աղյուսակում: Աշխատանքների համարակալումը համընկնում է տվյալ ենթաբաժնի սկզբում թվարկված սպասարկման աշխատանքների համարակալման հետ:

Աշխ-ի համարը	Տեխնիկական սպասարկման աշխատանք	Կատարման հաճախություն
1, 2	Զննում և ՖՎ մոդուլների մակերեսի մաքրում փոշուց և աղտոտվածությունից	15 օրը մեկ
3	Ստվերի առկայության ստուգում և ստվերի վերացում	3 ամիսը մեկ
4	Մեխանիկական միացումների հուսալիության ստուգում	3 ամիսը մեկ
5	Էլեկտրական միացումների ստուգում, մաքրում և ամրացում	6 ամիսը մեկ
6	Էլեկտրական բնութագրերի ստուգում և համեմատում սպասված արժեքների հետ	6 ամիսը մեկ

Աղյուսակում նշված մոդուլների մաքրման 15 օրը մեկ հաճախությունը կարող է փոխվել՝ կախված արևային կայանքի տեղադրման վայրի առանձնահատկություններից: Տեխնիկական սպասարկման մյուս աշխատանքների տևողությունները նույնպես կորող են փոխվել՝ կախված կայանքի առանձնահատկություններից:

Տեխնիկական սպասարկման վերաբերյալ փաստաթղթի կազմում

Աշխատանքներն ավարտելուց հետո կատարված տեխնիկական սպասարկման վերաբերյալ պետք է կազմել գրավոր արձանագրություն՝ հետևյալ գրառումներով:

Սպասարկման ժամանակացույց, որտեղ նշվում է սպասարկման ամսաթիվը, կատարված սպասարկման համառոտ նկարագիրը և սպասարկման համար պատասխանատու տեխ-

նիկի անունը, ազգանունը:

Արևային ՖՎ մոդուլների զանգվածի մատյան թերթիկ, որտեղ նշվում է սպասարկման ամսաթիվը, ՖՎ մոդուլների վիճակը, ՖՎ մոդուլների զանգվածի ամրացման կառուցվածքի վիճակը, մալուխի վիճակը, մոդուլների զանգվածի էլքային լարումը և զանգվածի էլքային հոսանքը:

7.5. Ինվերտորի տեխնիկական սպասարկում

Ինվերտորները տեղաբաշխվում են հիմնականում շենքային կառույցի ներսում: Դրանք էլեկտրոնային սարքեր են, առանց շարժվող դետալների, բացառությամբ ներկառուցված հովացման օդափոխիչի: Նշենք, որ շարժվող դետալներ չպարունակող սարքերի անխափան աշխատանքի հավանականությունը որպես կանոն մեծ է: Այդ պատճառով ինվերտորների, ինչպես նաև լիցքավորման կարգավորիչների կանխարգելիչ բնույթի տեխնիկական սպասարկումը համեմատաբար հեշտ է: Այն ներառում է հետևյալ աշխատանքները:

1. Ընդհանուր իրավիճակի և ինդիկատորների տեսողական ստուգում:

2. Օդափոխիչներից և մյուս մակերևույթներից փոշու մաքրում՝ օգտագործելով չոր շոր, ինչպես նաև միջատների և կրծողների պատճառած հնարավոր վնասների ստուգում:

3. Բոլոր էլեկտրական միացումների և կոնտակտների ստուգում և ամրացում:

4. Հզոր տրանզիստորների (IGBT - Insulated Gate Bipolar Tranzistor – մեկուսացված փականով երկբևեռ (բիպոլյար) տրանզիստոր, տպասալերի, մուտքային ՀՀ և էլքային ՓՀ շղթաների կոնդենսատորների տեսողական ստուգում գերտաքացման հետևանքով արտաքին վնասվածքների կամ գունաթափման հայտնաբերման նպատակով:

5. Ավտոմատ անջատիչների և հողանցման որակի ստուգում:

6. Մուլտիմետրի միջոցով մուտքային և էլքային լարումների ստուգում:

Մեխանիկական բնույթի սպասարկման աշխատանքներ (մաքրում, կոնտակտների ստուգում, ամրացում) կատարելուց առաջ պետք է ինվերտորն անջատել: Որպեսզի գեներացվող էլեկտրաէներգիայի կորուստ չլինի, ինվերտորի տեխնիկական սպասարկումը պետք է իրականացնել առավոտյան մինչև ժ. 9:00 և երեկոյան 7:00 – ից հետո:

Նշված տեխնիկական սպասարկման աշխատանքները հիմնականում կանխարգելիչ բնույթ են կրում և առաջարկվում է դրանք իրականացնել տարին մեկ անգամ: Աշխատանքներն ավարտելուց հետո կատարված տեխնիկական սպասարկման վերաբերյալ պետք է կազմել գրավոր արձանագրություն:

Բացի վերը նշված կանխարգելիչ բնույթի աշխատանքներից, ինվերտորների տեխնիկական սպասարկումը կազմված է լինում նաև խափանումների բացահայտման և վերացման աշխատանքներից: Ինվերտորների խափանումները հաճախ համակարգի մյուս բաղադրիչների խափանումների հետևանք են: Հետևաբար, կոդիտարկվեն արևային կայանքի խափանումների հաճախ հանդիպող դեպքերը, որոնք իրենց մեջ ներառում են նաև ինվերտորի խափանումները:

Կայանքի էլքային հզորությունը փոքր է

Խափանման առաջացման հնարավոր պատճառները	Խափանման վերացման ուղիները
<p>Համակարգը օպտիմալ կերպով չի նախագծված: Հնարավոր են հետևյալ դեպքերը:</p> <p>1. Արևային ՖՎ մոդուլների և ինվերտորի պարամետրերը ճիշտ չեն համաձայնեցված միմյանց հետ</p> <p>2. Մալուխներում էլեկտրական կորուստները մեծ են</p>	<p>1. Ստուգել նախագիծը, ապահովել Արևային ՖՎ մոդուլների և ինվերտորի պարամետրերի համաձայնեցումը</p> <p>2. Ստուգել նախագիծը, անհրաժեշտության դեպքում մեծացնել մալուխների հաղորդալարի տրամագիծը</p>
<p>Ոչ ճիշտ մոնտաժ</p> <ul style="list-style-type: none"> - Արևային ՖՎ մոդուլները ճիշտ չեն միացված միմյանց - Կցորդիչները պատշաճ կերպով չեն միացված - Մոդուլների զանգվածի միացման տուփում լարումը բացակայում է 	<p>Ստուգել մոդուլների, կցորդիչների միացումները, հաջորդական միացված մոդուլների շարքերի լարումները</p>
<p>Արևային ՖՎ մոդուլների սխալ տեղաբաշխում կամ ոչ միանման տեղաբաշխում</p>	<p>Ճշտել մոդուլների տեղադրման դիրքը (դեպի հարավ), թեքման անկյունը, բացառել փոխադարձ ստվերումը, ապահովել մոդուլների միանման լուսավորվածությունը Արևի ճառագայթներով</p>
<p>Արևային ՖՎ մոդուլների ստվերում</p>	<p>Վերացնել ստվերի պատճառ հանդիսացող առարկան, եթե հնարավոր չէ, ապա փոխել մոդուլների մոնտաժի դիրքը, վայրը</p>
<p>Արևային ՖՎ մոդուլների էլքային հզորությունը փոքր է արտադրողի կողմից երաշխավորված արժեքից</p>	<p>Ստուգել ՖՎ մոդուլների վոլտամպերային բնութագիծը և չափել ՕԳԳ – ն: Եթե չափված արժեքները փոքր են երաշխավորվածից՝ կապվել արտադրողի հետ, փոխարինելու նպատակով</p>
<p>Ինվերտորի էկրանի վրա հստակ ցուցմունքներ չեն նշվում</p>	<p>Ստուգել փոշու կուտակումը, ինչը կարող է հանգեցնել ինվերտորի գերտաքացման</p> <ul style="list-style-type: none"> - Մաքրել ինվերտորը - Ստուգել հովացման սարքի աշխատանքը - Ստուգել հաղորդալարերը, դրանց մեկուսացումները - Ստուգել էլեկտրական ցանցի խափանումները - Կապվել ինվերտորն արտադրող կամ վերանորոգող կազմակերպության հետ

Ելքային հզորության բացակայություն

Խափանման առաջացման հնարավոր պատճառները	Խափանման վերացման ուղիները
ՖՎ մոդուլները ստվերված են կամ աղտոտված	Ստուգել ստվերի, փոշու, աղբի առկայությունը, հեռացնել ստվերի աղբյուրը, մաքրել մոդուլները
Ինվերտորի մուտքում լարումը բացակայում է	<ul style="list-style-type: none"> - Արևի ճառագայթները շատ թույլ են, փորձել բավարար լուսավորության դեպքում - ՖՎ մոդուլների միացումներում անսարքություն կա, միացումների տուփում ստուգել լարումները - ՀՀ անջատիչը վնասված է - Բարձր լարման ապահովիչը կարճ միացված է, ՖՎ մոդուլների էլեկտրական ելուստները միացված են հողանցման գծին
Ինվերտորի մուտքում լարումը առկա է, բայց էլեկտրական ցանցին էներգիա չի մատակարարվում	<ul style="list-style-type: none"> - Էլեկտրական ցանցը հոսանքազրկված է, ինվերտորը կվերագործարկվի ցանցի աշխատանքը վերականգնվելուց հետո - Էլեկտրական ցանցում առկա են տատանումներ, որոնք ազդում են ինվերտորի աշխատանքի վրա - ՓՀ – ի շղթայում կա վնասված ապահովիչ կամ գործարկված ավտոմատ անջատիչ
Գերտաքացումից, քամիներից կամ կայծակից առաջացած անսարքություն ՖՎ մոդուլներում, միացման տուփում, մալուխներում,	<ul style="list-style-type: none"> - Ստուգել հաջորդական միացված մոդուլների շարքերի լարումները միացման տուփի մեջ, չափել շարքի պարապ ընթացքի լարումը, կարճ միացման հոսանքը - Հաջորդական միացված մոդուլների շարքերի ստուգումից հետո ստուգել վնասված շարքի առանձին մոդուլները - Անջատել մալուխների կցորդիչները և ստուգել հնարավոր է, որ կցորդիչները վնասված լինեն
Հավված, սևացած ապահովիչներ, գործարկված ավտոմատ անջատիչներ, պոկված հաղորդալարեր	<ul style="list-style-type: none"> - Չափել ինվերտորի մուտքային շղթայում՝ ՀՀ – ի կողմում լարումը և հոսանքը - Չափել ինվերտորի ելքային շղթայում՝ ՓՀ – ի կողմում լարումը և հոսանքը
Ինվերտորի ելքում կա գերբեռնվածություն	<ul style="list-style-type: none"> - Նվազեցնել բեռը - Փոխարինել ինվերտորը ավելի մեծ հզորությամբ ինվերտորով

Ինվերտորը չի միանում

Խափանման առաջացման հնարավոր պատճառները	Խափանման վերացման ուղիները
Էլեկտրական անջատիչի անսարքություն	Փոխել անջատիչը կամ ուղարկել ինվերտորը վերանորոգման
Ինվերտորն անջատվել է	Մեղմել ինվերտորի վերագործարկման կոճակը
Էլեկտրական մարտկոցի կոնտակտները անջատվել են	Ստուգել մարտկոցի կոնտակտները, մաքրել օքսիդային շերտը, ամրացնել կոնտակտները
Էլեկտրական մարտկոցի լարումը ցածր է	<ul style="list-style-type: none"> - Ստուգել մարտկոցի էլեկտրոլիտի մակարդակը (հեղուկ էլեկտրոլիտով մարտկոցի դեպքում) - Լիցքավորել մարտկոցը մի քանի ժամ, հետո տեղադրել համակարգի մեջ - Փոխարինել մարտկոցը նորով
Մարտկոցի ելուստները հակառակ բևեռականությամբ են միացված ինվերտորի մուտքին	Ճշտել ելուստների միացումը

Եթե ինվերտորի էկրանին հայտնվում է «Ձգուշացումներ» (Warnings) գրառումը, պետք չէ անջատել ինվերտորը, սակայն պետք է ուշադրություն դարձնել այդ գրառումներին: Դրանք կարող են վերաբերել օդափոխության սարքի խափանմանը, բարձր ջերմաստիճանի առկայությանը, հողանցման շրթայի խափանմանը, ՀՀ և ՓՀ բարձր լարումների ապահովիչներին և այլն: Էկրանի վրայի գրառումները տարբեր են տարբեր տիպի ինվերտորներում: Այդ պատճառով անհրաժեշտ է մանրամասն ուսումնասիրել տվյալ ինվերտորի ձեռնարկը, որը տրամադրվում է արտադրողի կողմից:

Տեխնիկական սպասարկման վերաբերյալ փաստաթղթի կազմում

Աշխատանքներն ավարտելուց հետո կատարված տեխնիկական սպասարկման վերաբերյալ պետք է կազմել գրավոր արձանագրություն՝ հետևյալ գրառումներով:

Սպասարկման ժամանակացույց, որտեղ նշվում է սպասարկման ամսաթիվը, կատարված սպասարկման համառոտ նկարագիրը և սպասարկման համար պատասխանատու տեխնիկի անունը, ազգանունը:

Ստուգման մատյան - թերթիկ, որտեղ նշվում է սպասարկման ամսաթիվը, ինվերտորի սերիական համարը, կոնտակտների, միացումների և ինվերտորի ընդհանուր վիճակը և ձեռնարկված գործողությունները:

Կազմվում է նաև արձանագրություն ՖՎ համակարգի խափանումների և դրանց վերացման ուղղությամբ կատարված աշխատանքների վերաբերյալ:

7.6. Ֆոտովոլտային կայանքի մալուխների և մարտկոցների տեխնիկական սպասարկում

Արևային ՖՎ համակարգերը կազմված են նաև էլեկտրական մալուխներից, հաղորդալարերից, էլեկտրական մարտկոցներից: Դիտարկենք այդ բաղադրիչների տեխնիկական սպասարկումը:

Մալուխների և էլեկտրական միացումների տեխնիկական սպասարկում

Այս նպատակով պետք է ստուգել համակարգի բոլոր մալուխները և էլեկտրական միացումները առանց բացառության: Դրա համար պետք է ստուգել բոլոր վահանակները և տուփերը, բացահայտել թերություններով կատարված մոնտաժի և եղանակային ազդեցությունների հետևանքով առաջացած խնդիրները: Պետք է ստուգել և հայտնաբերել նաև միջատների ու կրծողների կողմից պատճառած վնասները: Բացի այդ, պետք է կատարել հետևյալ աշխատանքները:

7. Ամրացնել բոլոր հաղորդալարերի միացման կետերը:

8. Ստուգել բոլոր անջատիչների և ավտոմատ անջատիչների արդյունավետությունը՝ միացնելով և անջատելով դրանք, միաժամանակ փնտրելով կայծեր: Կայծ չպետք է լինի:

9. Ստուգել կոռոզիայի կամ այրման նշանները մալուխների վրա և դրանց միացման կետերում:

10. Համոզվել, որ բոլոր հողակցման միացումները վնասված չեն:

Էլեկտրական մարտկոցների տեխնիկական սպասարկում

Կուտակիչ էլեկտրական մարտկոց պարունակող արևային ՖՎ համակարգերում մարտկոցների տեխնիկական սպասարկումը կարևորագույն խնդիր է: Մարտկոցների տեխնիկական սպասարկման աշխատանքների բնույթը կախված է մարտկոցի տիպից և արտադրող կազմակերպության կողմից ներկայացված ցուցումներից:

Մարտկոցների տեխնիկական սպասարկման աշխատանքներն սկսելուց առաջ պետք է անել հետևյալը:

▪ Անջատել մարտկոցները լիցքավորման կարգավորիչից և բեռի շղթայից (ինվերտորից):

▪ Համոզվել, որ առաջին օգնության հավաքածուն տեղում է և ամբողջությամբ համալրված:

▪ Կապարաթթվային (հեղուկ էլեկտրոլիտով) մարտկոցներ օգտագործելու դեպքում համոզվել, որ խմորի սողայի և ջրի խառնուրդը մոտ է և հասանելի, որպեսզի ծծմբական թթվի արտահոսքի դեպքում հնարավոր լինի արագ լվանալ և կանխել վնասները (այրվածքները):

▪ Մարտկոցների տեխնիկական սպասարկումն իրականացնելիս պետք է կրել պաշտպանիչ ակնոցներ, որոնք կապարաթթվային մարտկոցների հետ աշխատելիս պետք է լինեն դիմացկուն ծծմբական թթվի ազդեցությանը:

▪ Միշտ պետք է օգտագործել գործիքներ, որոնց բռնակները ծածկված են էլեկտրամեկուսիչ նյութով:

▪ Չի կարելի ծխել և կրակ վառել մարտկոցների մոտ տարածքում:

Մարտկոցների տեխնիկական սպասարկումն ընդգրկում է հետևյալ աշխատանքները:

1. Մարտկոցի տեղադրման տարածքի (դարակների) ստուգում, ցանկացած փոշու հեռացում, մաքրում, ինչպես նաև մարտկոցների կոնտակտների ստուգում, մաքրում և կոռոզիայի հեռացում:

2. Մարտկոցին միացված հաղորդալարերի ստուգում:

3. Էլեկտրական կոնտակտների միացումների ամրության ստուգում: Կոնտակտների թույլ միացումները էլեկտրական աղեղի և հետևաբար հրդեհի առաջացման վտանգ են պարունակում:

4. Էլեկտրական ապահովիչների ստուգում:

5. Մարտկոցների էլուստների վրա լարման մեծության չափում: Այն կարևոր ցուցանիշ է մարտկոցի աշխատանքային վիճակը գնահատելու համար:

6. Կապարաթթվային մարտկոցներ օգտագործելու դեպքում պետք է ստուգել էլեկտրոլիտի մակարդակը և անհրաժեշտության դեպքում թորած ջուր ավելացնել:

Մարտկոցների ծառայության ժամկետը մեծացնելու համար պետք է տեխնիկական սպասարկումն իրականացնել եռամսյակը մեկ անգամ:

Տեխնիկական սպասարկման վերաբերյալ փաստաթղթի կազմում

Աշխատանքներն ավարտելուց հետո կատարված տեխնիկական սպասարկման վերաբերյալ պետք է կազմել գրավոր արձանագրություն՝ հետևյալ գրառումներով:

Սպասարկման ժամանակացույց, որտեղ նշվում է սպասարկման ամսաթիվը, կատարված սպասարկման համառոտ նկարագիրը և սպասարկման համար պատասխանատու տեխնիկի անունը, ազգանունը:

Էլեկտրական մարտկոցի ստուգման մատյան թերթիկ, որտեղ նշվում է սպասարկման ամսաթիվը, մարտկոցի սերիական համարը, կոնտակտների և միացումների վիճակը, մարտկոցի լարման արժեքը և ձեռնարկված գործողությունները:

7.7. Ստուգողական հարցեր

1. Ո՞րն է արևային ՖՎ կայանքի տեխնիկական սպասարկման նպատակը:
2. Ի՞նչ նպատակ ունեն պլանավորված (կանխարգելիչ) և չպլանավորված (խափանումների վերացման) տեխնիկական սպասարկումները:
3. Ի՞նչ գործիքներ են օգտագործվում ՖՎ կայանքների տեխնիկական սպասարկման համար:
4. Ի՞նչ էլեկտրոնային սարքեր են օգտագործվում ՖՎ կայանքների տեխնիկական սպասարկման համար:
5. Ինչպե՞ս է օգտագործվում ինֆրակարմիր տեսախցիկը ՖՎ կայանքների տեխնիկական սպասարկման համար:
6. Կարո՞ղ է արդյոք սխալ մոնտաժի հետևանքով ՖՎ մոդուլների վրա ստվերում լինել:
7. Ի՞նչ բացասական հետևանքների կարող է հանգեցնել մալուխների սխալ մոնտաժը:
8. Ի՞նչ տիպի վնասվածքներ կարող են առաջանալ ՖՎ մոդուլների վրա շահագործման ընթացքում:
9. Կարո՞ղ է արդյոք բուսականության աճի հետևանքով ՖՎ մոդուլների վրա ստվեր առաջանալ:
10. Ի՞նչ մեթոդներ, գործիքներ և սարքեր կան ՖՎ մոդուլների մակերեսը մաքրելու համար:
11. Որո՞նք են ՖՎ մոդուլների տեխնիկական սպասարկման աշխատանքները:
12. Որո՞նք են ինվերտորների տեխնիկական սպասարկման աշխատանքները:
13. Որո՞նք են մալուխների տեխնիկական սպասարկման աշխատանքները:
14. Որո՞նք են մարտկոցների տեխնիկական սպասարկման աշխատանքները:

**ԱՐԵՎԱՅԻՆ ՖՈՏՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՈԼՈՐՏԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ
ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՉԱՓՄԱՆ ՄԻԱՎՈՐՆԵՐԸ**

Հաղորդիչ/Էլեկտրահաղորդիչ և դիէլեկտրիկ նյութեր

Էլեկտրահաղորդիչ նյութերի միջով հեշտությամբ հոսում են էլեկտրոնները: Հաղորդիչ նյութերի օրինակ են ոսկին, արծաթը, պղինձը, ալյումինը և այլն: Մետաղների բյուրեղային ցանցի հանգույցներում տեղաբաշխված են ատոմների միջուկները, իսկ էլեկտրոնները ազատ տեղաշարժվում են նյութի մեջ: Մեծ թվով ազատ էլեկտրոնների առկայության շնորհիվ մետաղները լավ էլեկտրահաղորդիչներ են:

Ոչ հաղորդիչ (դիէլեկտրիկ) նյութեր են՝ չոր փայտը, ապակին, պլաստիկ և այլ նյութեր: Այդ նյութերում ազատ էլեկտրոններ չկան, ինչի հետևանքով դրանց միջով էլեկտրական հոսանք չի անցնում:

Էլեկտրական հոսանք

Էլեկտրական հոսանքը էլեկտրոնների հոսքն է հաղորդչի միջով (մետաղներում) արտաքին էլեկտրական դաշտի ազդեցության տակ: Այն ցույց է տալիս տեղափոխված լիցքերի քանակը միավոր ժամանակում: Էլեկտրական հոսանքը չափվում է ամպերմետրով, չափման միավորն է Ամպերը (Ա, կամ A) և նշանակվում է սովորաբար I տառով:

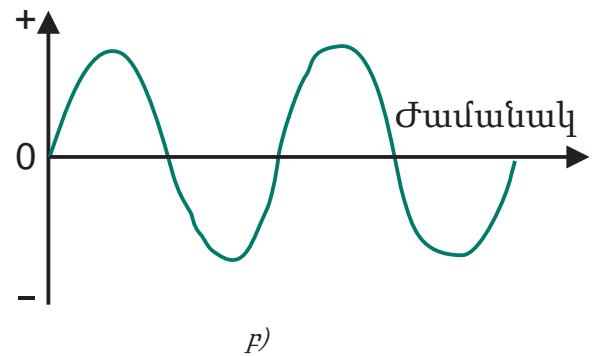
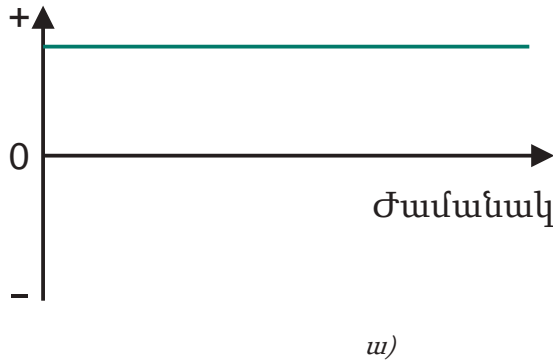
Լարում

Լարումը պոտենցիալների տարբերությունն է, որն առաջանում է էլեկտրական մարտկոցի, գեներատորի, արևային ֆոտովոլտային կերպափոխիչի կոնտակտների վրա: Այն չափվում է վոլտմետրով, չափման միավորն է Վոլտը (Վ, կամ V) և նշանակվում է սովորաբար V տառով:

Հաստատուն և փոփոխական հոսանք

Ըստ էլեկտրական հոսանքի ձևի՝ տարբերակվում են հաստատուն և փոփոխական հոսանքի շղթաներ: Հաստատուն հոսանքի շղթաներում լարման բևեռականությունը և շղթայի միջով հոսանքի ուղղությունը չեն փոխվում ժամանակի ընթացքում (նկ. հ.1 ա): Փոփոխական հոսանքի շղթաներում լարման բևեռականությունը և շղթայի միջով հոսանքի ուղղությունը փոփոխվում են ժամանակի ընթացքում (նկ. հ.1 բ): Նշենք, որ արևային ֆոտովոլտային մոդուլները և քիմիական էլեկտրական մարտկոցները հաստատուն էլեկտրական հոսանքի աղբյուրներ են և ունեն դրական և բացասական ելուստներ: Իսկ, օրինակ, բնակարաններում էլեկտրական ցանցից ստացվող էլեկտրասնուցումը փոփոխական է:

Հաստատուն հոսանքի (ՀՀ) աղբյուրները արտասահմանյան գրառումներում նշվում են DC տառերով (DC – Direct Current, որը բառացիորեն նշանակում է ուղիղ հոսանք), իսկ փոփոխական հոսանքի (ՓՀ) աղբյուրները՝ AC տառերով (AC - Alternative Current, որը նշանակում է փոփոխական հոսանք):



Նկ. հ.1. Լարման տեսքը հաստատուն (ա) և փոփոխական (բ) էլեկտրական շղթաներում

Ինչպես երևում է նկարից, հաստատուն հոսանքի էլեկտրական շղթայում (նկ. հ.1 ա) լարման արժեքը հաստատուն է և չի փոխվում ժամանակի ընթացքում: Իսկ փոփոխական հոսանքի շղթայում լարման ամպլիտուդը փոփոխվում է սինուսոիդի տեսքով (նկ. հ.1 բ): Այդ փոփոխության հաճախությունը 50 Հց է (Հերց): Նշենք, որ ԱՄՆ – ում էլեկտրասնուցման ցանցի հաճախությունը 60 Հց է:

Հզորություն

Հզորությունը միավոր ժամանակում կատարված աշխատանքի կամ փոխանցված էներգիայի չափն է: Էլեկտրական հզորությունն արտադրում է գեներատորը, էլեկտրական մարտկոցը, կամ արևային ֆոտովոլտային կերպափոխիչը: Այն չափվում է վատմետրով և չափման միավորը Վատտ-ն (Վտ, կամ W - Watt) է և նշանակվում է սովորաբար P տառով: Էլեկտրական շղթաներում հզորության բանաձևն է՝

$$P (\text{Վտ}) = V(\text{Վ}) \times I(\text{Ա}),$$

որտեղ V – ն լարումն է, I – ն հոսանքը:

Հաշվի առնելով, որ էլեկտրական հոսանքը հավասար է տեղափոխված լիցքի քանակին միավոր ժամանակում՝ $I = Q / t$, որտեղ Q – ն էլեկտրական լիցքն է (չափվում է Կուլոններով), t – ն ժամանակն է (չափվում է վայրկյաններով), հզորությունը կարող է գրվել նաև հետևյալ տեսքով.

$$P = VQ/t:$$

Համաձայն Օհմի օրենքի՝ R դիմադրությամբ շղթայի տեղամասի համար $I = V/R$, որտեղ R – ը չափվում է Օհմերով (Ω): Տեղադրելով հոսանքի այդ արտահայտությունը $P (\text{Վտ}) = V(\text{Վ}) \times I(\text{Ա})$ բանաձևում՝ կստանանք.

$$P = V \times I = I^2 \times R:$$

Օհմի օրենքից ունենք՝ $V = I \times R$: Տեղադրելով այն $P (\text{Վտ}) = V(\text{Վ}) \times I(\text{Ա})$ բանաձևում՝ կստանանք՝

$$P = V \times I = V^2 / R:$$

Կիրվատտ-ժամ

Կիրվատտ-ժամը (կիր և վատտ - ժամ), աշխատանքի և էներգիայի միավոր է և հավասար է այն էներգիային, որն արտադրում է 1 կվտ հզորության էներգիայի աղբյուրը մեկ ժամվա ընթացքում, կամ սպառում է 1 կվտ հզորության սպառիչը մեկ ժամվա ընթացքում: Այսինքն՝ կիրվատտ-ժամը էլեկտրական էներգիայի արտադրության և սպառման չափման հիմնական

միավորն է: Հայերեն կրճատ նշանակումն է կՎտ·ժ կամ կՎտժ (միջազգային նշանակումը՝ kWh):

Ամպեր-ժամ

Ամպեր-ժամը էլեկտրական լիցքի քանակն է, որը մեկ ամպեր հոսանքի միջոցով փոխանցվում է մեկ ժամվա ընթացքում: Այն օգտագործվում է մարտկոցում պահվող լիցքի քանակը գնահատելու, այսինքն՝ մարտկոցի ունակությունը գնահատելու համար և նշանակվում է սովորաբար՝ Աժ, կամ Ah (Ampere houer): Մարտկոցի մյուս կարևոր պարամետրը էլուստների վրայի լարումն է՝ Վոլտը (Վ կամ V):

Ֆիզիկական մեծությունների նախաձանցներ

Բոլոր ֆիզիկական մեծությունները գրելիս, հաճախ գրվում են նախաձանցներ, որոնք դրվում են չափման միավորներից առաջ և առաջացնում են նոր պատիկ միավորներ, որոնք սկզբնականից տարբերվում են 10 - ի որոշակի աստիճանով (ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական): Տասնորդական նախաձանցները մտցվել են ֆիզիկական մեծություններում ավելորդ գրոներ չգրելու նպատակով:

Տասնորդական նախաձանցի օրինակ է կիլո - ն, որը ֆիզիկական մեծության անվանմանը ավելացնելիս ստանում ենք նոր միավոր, որը հիմնականից մեծ է 10^3 (1000) անգամ: Օրինակ՝ 1 կիլոմետրը = 10^3 մետր, կամ 1 կիլովատտը = 10^3 Վատտ, 1 մեգավատտը = 10^6 կիլովատտ = 10^6 մեգավատտ:

Նախաձանցների ցանկ

Տասի աստիճանը	Նախաձանցը		Նշանակումը		Օրինակ
	հայերեն	միջազգային	հայերեն	միջազգային	
10^{-12}	<u>պիկո-</u>	pico	պ	p	պՖ - <u>պիկոֆարադ</u>
10^{-9}	<u>նանո-</u>	nano	ն	n	նմ - նանոմետր
10^{-6}	<u>միկրո-</u>	micro	մկ	μ (u)	մկմ – միկրոմետր, միկրոն
10^{-3}	<u>միլի-</u>	milli	մ	m	մմ - միլիմետր
10^{-2}	<u>սանտի-</u>	centi	ս	c	սմ - սանտիմետր
10^{-1}	<u>դեցի-</u>	deci	դ	d	դմ - դեցիմետր
10^1	<u>դեկա-</u>	deca	դա	da	դալ - դեկալիտր
10^2	<u>հեկտո-</u>	hecto	հ	h	հՊա - հեկտոպասկալ
10^3	<u>կիլո-</u>	kilo	կ	k	կՆ - կիլոնյուտոն
10^6	<u>մեգա-</u>	Mega	Մ	M	ՄՊա - մեգապասկալ
10^9	<u>գիգա-</u>	Giga	Գ	G	ԳՀց - գիգահերց
10^{12}	<u>տերա-</u>	Tera	Տ	T	ՏՎ - տերավոլտ

ՄԻԱՎՈՐՆԵՐԻ ՄԻՋԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳ

Որպեսզի ֆիզիկայում հնարավոր լինի համեմատել տարբեր երկրներում ստացված հետազոտությունների և չափումների արդյունքները, անհրաժեշտ է օգտագործել միևնույն միավորները:

Հաշվի առնելով, որ աշխարհի գրեթե բոլոր երկրներն իրար հետ կապված են գիտական, մշակութային, առևտրական և այլ կապերով, այդ երկրների փոխադարձ համաձայնությամբ և պայմանավորվածությամբ ստեղծվել է **Միավորների միջազգային համակարգը, կրճատ՝ ՄՀ, միջազգային նշանակումը՝ SI (Système International d'Units):**

Միավորների միջազգային համակարգում գոյություն ունի յոթ հիմնական մեծություն, որոնց միջոցով կազմվում են ածանցյալ մեծությունները: Դրանք պատկերված են ստորև բերված աղյուսակում:

Հիմնական մեծությունները	Չափայնությունը	Նշանը	Նկարագրությունը	Միավորը ՄՀ
<u>Երկարություն</u>	L	<i>l</i>	Օբյեկտի ձգվածությունը մի ուղղությամբ	մետր (մ)
<u>Չանգված</u>	M	<i>m</i>	Իներտության քանակական բնութագիրը	կիլոգրամ(կգ)
<u>Ժամանակ</u>	T	<i>t</i>	Երևույթի տևողությունը	վայրկյան (վ)
<u>Հոսանքի ուժ</u>	I	<i>I</i>	Միավոր ժամանակում անցած լիցքի քանակը	ամպեր (Ա)
<u>Ջերմաստիճան</u>	Θ	<i>T</i>	Օբյեկտի մասնիկների միջին կինետիկ էներգիան	կելվին(Կ)
Նյութի քանակ	N	<i>n</i>	Միատեսակ կառուցվածքային միավորների քանակ, որից կազմված է նյութը	մոլ (մոլ)
<u>Լույսի ուժը</u>	J	<i>I_v</i>	Լուսային էներգիայի քանակ, որը ճառագայթվում է տրված ուղղությամբ, միավոր ժամանակում	կանդելա (կդ)
Ածանցյալ մեծություններ	Նշանը	Նկարագրությունը		ՄՀ միավորը

Ածանցյալ մեծություններ	Նշանը	Նկարագրությունը	ՄՀ միավորը
<u>Մակերես</u>	S	Օբյեկտի ձգվածությունը երկչափ համակարգում	$մ^2$
<u>Ծավալ</u>	V	Օբյեկտի ձգվածությունը եռաչափ համակարգում	$մ^3$
<u>Արագություն</u>	v	Մարմնի կոորդինատի փոփոխությունը միավոր ժամանակում	$մ/վ$
<u>Արագացում</u>	a	Արագության փոփոխության արագությունը	$մ/վ^2$
<u>Իմպուլս</u>	p	Մարմնի արագության և զանգվածի արտադրյալը	$կգ\cdot մ/վ$
<u>Ուժ</u>	F	Մարմնի արագացման արտաքին պատճառը	$կգ\cdot մ/վ^2$ (նյուտոն, Ն)
<u>Մեխանիկական աշխատանք</u>	A	Ուժի և տեղափոխության սկալյար արտադրյալը	$կգ\cdot մ^2/վ^2$ (ջոուլ, Ջ)
<u>Էներգիա</u>	E	Մարմնի աշխատանք կատարելու ունակությունը:	$կգ\cdot մ^2/վ^2$ (ջոուլ, Ջ)
<u>Հզորություն</u>	P	Աշխատանք կատարելու արագությունը	$կգ\cdot մ^2/վ^3$ (վատտ, Վտ)
<u>Ճնշում</u>	p	Միավոր մակերեսի վրա ազդող ուժը	$կգ/(մ\cdot վ^2)$ (պասկալ, Պա)
<u>Խտություն</u>	ρ	Միավոր ծավալով զանգվածը	$կգ/մ^3$
Մակերևութային խտություն	ρ^A	Միավոր մակերեսով ծավալը	$կգ/մ^2$
Գծային խտություն	ρ^l	Միավոր երկարությամբ զանգվածը	$կգ/մ$
<u>Ջերմաքանակ</u>	Q	Մի մարմնից մյուսին ոչ մեխանիկական եղանակով էներգիայի փոխանցում	$կգ\cdot մ^2/վ^2$ (ջոուլ, Ջ)
<u>Էլեկտրական լիցք</u>	q	Մարմինների էլեկտրամագնիսական փոխազդեցության մեջ մտնելու ունակությունը	Ա\cdot վ (կուլոն, Կլ)
<u>Լարում</u>	U	Միավոր լիցքի վրա կատարված աշխատանք	$մ^2\cdot կգ/(վ^3\cdot Ա)$ (վոլտ, Վ)

Ածանցյալ մեծություններ	Նշանը	Նկարագրությունը	ՄՀ միավորը
<u>Էլեկտրական դիմադրություն</u>	R	Օբյեկտի էլեկտրական հոսանքին խոչընդոտելու ունակությունը	$\text{մ}^{-2} \cdot \text{կգ} / (\text{վ}^3 \cdot \text{Ա}^2)$ (օմ, Օմ)
<u>Մագնիսական հոսք</u>	Φ	Մագնիսական ինդուկցիան միավոր մակերեսում	$\text{կգ} \cdot \text{մ}^2 / (\text{վ}^2 \cdot \text{Ա})$ (վեբեր, Վբ)
<u>Հաճախություն</u>	ν	Միավոր ժամանակում իրադարձության կատարման թիվը	վ^{-1} (հերց, Հց)
<u>Անկյուն</u>	α	Ուղղության փոփոխության չափը	ռադիան (ռադ)
<u>Անկյունային արագություն</u>	ω	Անկյան փոփոխության արագությունը	վ^{-1} (ռադիան վայրկյան)
Անկյունային արագացում	ε	Անկյունային արագության փոփոխության արագությունը	վ^{-2} (ռադիան վայրկյան քառակուսի)
<u>Իներցիայի մոմենտ</u>	I	Պտտվող մարմնի իներտության չափը	$\text{կգ} \cdot \text{մ}^2$
<u>Իմպուլսի մոմենտ</u>	L	Մարմնի պտտման չափը	$\text{կգ} \cdot \text{մ}^2 / \text{վ}$
Ուժի մոմենտ	M	Ուժի բազկի և ուժի արտադրյալը	$\text{կգ} \cdot \text{մ}^2 / \text{վ}^2$
<u>Մարմնային անկյուն</u>	Ω	Տարածության մասը, որ զբաղեցնում են մի կետից դուրս եկող միավորված ճառագայթները	ստեռադիան (ստ)





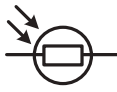


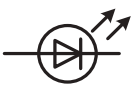
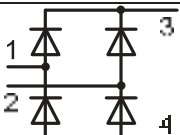
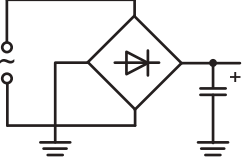
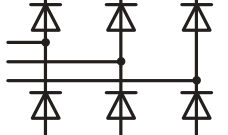



ԷԼԵԿՏՐԱԶԱՓԻՉ ՍԱՐՔԵՐԻ ԵՎ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՄԽԵՄԱՆԵՐԻ ՏԱՐՐԵՐԻ ՊԱՅՄԱՆԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒՄՆԵՐ

Էլեկտրաչափիչ սարքեր

Անվանում	Պայմանական նշանակում
Ամպերմետր	A
Վոլտմետր	V
Վատտմետր	W
Միկրոամպերմետր	μA
Միլիամպերմետր	mA
Միլիվոլտմետր	mV
Օմմետր	Ω
Ամպեր-ժամերի հաշվիչ	Ah
Վատտ-ժամերի հաշվիչ	Wh
Ջերմաչափ	t°

Էլեկտրական սխեմաների տարրեր

Անվանում	Պայմանական նշանակում
Հալվող ապահովիչ	
Հաստատուն ռեզիստոր	
0,125 Վտ	
0,25 Վտ	
0,5 Վտ	
1 Վտ	
2 Վտ	
5 Վտ	
Ռեզիստոր փոփոխական	
Ռեզիստոր կարգաբերվող	
Կոնդենսատոր հաստատուն ունակությամբ	
Կոնդենսատոր էլեկտրոլիտային	
Կոնդենսատոր փոփոխական ունակությամբ	
Դիոդ	
Ստաբիլիտրոն	
Տրանզիստոր երկբևեռ PNP տիպի	
Տրանզիստոր երկբևեռ NPN տիպի	

Անվանում	Պայմանական նշանակում
Տրանզիստոր դաշտային N-տիպի	
Տրանզիստոր դաշտային P-տիպի	
Տրանզիստոր դաշտային մեկուսացված փականով P-տիպի	
Տրանզիստոր դաշտային մեկուսացված փականով N-տիպի	
Ֆոտոդեզիստոր	
Ֆոտոդիոդ	
Ֆոտոտրանզիստոր	
Լուսադիոդ	
Միաֆազ կամրջակային ուղղիչ	
Կամրջակային ուղղիչի պայմանական նշանակման օրինակ սխեմայում	
Եռաֆազ կամրջակային ուղղիչ	
Լամպ շիկացման թելիկով	
Լույս	
Գալվանական էլեկտրական մարտկոց (կարելի է բնեռականության նշանները ցույց չտալ)	

Անվանում	Պայմանական նշանակում
Էլեկտրական մարտկոցների հավաքածու	
Հաստատուն հոսանք	
Օգտագործվում է նաև	
Փոփոխական հոսանք	
Բացասական բևեռ	
Դրական բևեռ	
Ուղղանկյունաձև իմպուլս, դրական	
Ուղղանկյունաձև իմպուլս, բացասական	
Հողանցում	
Էլեկտրական կապված գծեր	
Էլեկտրական չկապված գծեր	
Կոմուտացիոն սարքի կոնտակտ ա) միացնող	
բ) անջատող	
գ) փոխանջատող	
Ջերմազգայուն կոնտակտ ա) միացնող	
բ) անջատող	
Անջատիչ ա) միաբևեռ	
բ) երկբևեռ	
Էլեկտրական ռելե	
Միացում կցորդիչային	
Միացում կցորդիչային քառալար	

ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Planning and Installing Solar Thermal Systems. A guide for installers, architects and engineers. Second edition. Earthscan, publishing for sustainable future. 2010, -P.355.
2. Firebird: Guide to Solar Thermal Systems. Working towards a greener plant. – P. 44.
3. Solar Thermal Installation Manual. Solar Panels Plus. www.SolarPlus.com.
4. RETScreen International. Clean Energy Decision Support Centre. www.etscreen.net Solar Water Heating Project Analysis. Canada, P. 58.
5. O. Isiolaotan, H. Androsch, H. Stadter. Solar Photovoltaic Installation. Course Handbook. Developed with funding by the EU, GIZ, USAID. 2017, P. 124.
6. Vasita, A. Magal, Best Practice in Operation and Maintenance of Rooftop Solar PV Systems in India. GERMI, 2018, P. 210.

SUMMARY

The main characteristics of solar energy, types of renewable energy sources, areas of solar energy application are considered. The types, features, structure and working principle of solar thermal and photovoltaic converters are described as simply as possible. The process of installation and maintenance of thermal and photovoltaic solar energy stations are observed as well.

The training manual is intended for secondary (vocational) students and instructors by specialty "Renewable energy power plant installation, repair and maintenance". It can also be useful for those who wish to study the installation and maintenance of solar power stations.

The author of this training manual is the Head of the research laboratory "Semiconductor Photoelectric Devices" of the National Polytechnic University of Armenia, Head of the Chair, Doctor of Technical Sciences, Professor Ruben Rafael Vardanyan.

РЕЗЬЮМЕ

Рассмотрены основные характеристики солнечной энергетики, виды возобновляемых источников энергии, области применения солнечной энергии. Максимально просто описаны типы, особенности, устройство и принцип работы солнечных тепловых и фотоэлектрических преобразователей. Рассмотрены также процесс монтажа и обслуживание солнечных тепловых и фотоэлектрических станций.

Учебное пособие предназначено для учащихся и инструкторов средних профессиональных учебных заведений по специальности «Монтаж, ремонт и обслуживание электростанций, работающих на возобновляемых источниках энергии». Пособие может быть полезно также для желающих изучить установку и обслуживание солнечных станций.

Учебное пособие разработано научным руководителем исследовательской лаборатории «Полупроводниковые фотоэлектрические приборы» Национального политехнического университета Армении, заведующим кафедрой, доктором технических наук, профессором Рубеном Рафаэловичем Варданяном.

ՌՈՒԲԵՆ ՌԱՏԱՅԵԼԻ ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ԿԱՅԱՆՆԵՐԻ
ՄՈՆՏԱԺՈՒՄ ԵՎ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ
ՄՊԱՍԱՐԿՈՒՄ

ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՁԵՌՆԱՐԿ

Խմբագիր՝ Ն.Ա. Խաչատրյան

Ստորագրված է տպագրության՝ 05.04.2022

Թուղթը՝ «օֆսեթ»: Տպագրությունը՝ ռիզո, Ֆորմատ՝ (60×84) 1/8:

Շարվածքը՝ համակարգչային:

Տառատեսակը՝ Sylfaen: 30.5 տպ. մամ.:

Պատվեր՝ 75: Տպաքանակ՝ 1000

Հայաստանի Ազգային Պոլիտեխնիկական

Համալսարանի տպարան

Երևան, Տերյան 105 Հեռ.՝ 52-03-56

Типография Национального Политехнического

Университета Армении

Ереван, ул. Теряна 105 Тел.: 52-03-56