

**ՋԵՐՄԱՆԵՐԳԵՏԻԿԱ, ՇՐՋԱԿԱ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ**  
**ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

ՀՏԴ 621.182.233

**Լ.Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ն.Ռ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Ա.Գ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ**

**ԻՆՔՆԱՎԱՐ ՋԵՐՄԱՄԱՏԱԿԱՐԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐՈՒՄ ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ  
ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՄՊԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԻՄ**

Իրականացվել է երկրաջերմային ջերմապոմպային տեղակայանքների (ՋՊՏ) աշխատանքային սկզբունքի և դրա բաղադրիչ հանդիսացող գրունտային ջերմափոխանակչի (ԳՋՓ) տեսակների առանձնահատկությունների վերլուծություն: Ուսումնասիրվել են երկրաջերմային ՋՊՏ-ի կիրառման համաշխարհային փորձը և ՀՀ-ում վերջինիս պոտենցիալի օգտագործման հեռանկարը: Դիտարկվել են երկրաջերմային ՋՊՏ-ների արդյունավետության վրա ազդող գործոնները, և կատարվել է համապատասխան եզրակացություն:

**Առանցքային բառեր.** ջերմապոմպային տեղակայանք, գրունտային ջերմափոխանակիչ, ցածր պոտենցիալային ջերմություն, ինտեգրալային բնութագրեր:

Գրունտի վերին շերտերի ցածր պոտենցիալային ջերմության օգտագործումը՝ կոմունալ կենցաղային սեկտորում ջերմապոմպային տեղակայանքի (ՋՊՏ) միջոցով, շինությունների էներգախնայողության բարձրացման արդյունավետ եղանակներից մեկն է: Գրունտում ջերմային ռեժիմը ձևավորվում է երեք հիմնական գործոնների ազդեցությամբ՝ արևի ճառագայթմամբ, արտաքին օդի ջերմաստիճանով և ընդերքային ջերմության հոսքով, որը տրվում է երկրի ընդերքից և, որպես կանոն, կազմում է 0.05...0.12 Վտ/մ<sup>2</sup> [1]: Հարկ է նշել, որ այսօր ՋՊՏ-ով ջեռուցման, տաք ջրամատակարարման և օդափոխության լայն օգտագործման նման այլընտրանք ուղղակիորեն չկա:

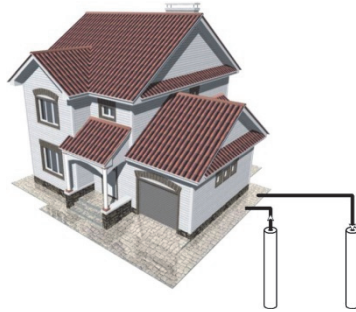
Ներկայումս համաշխարհային էներգետիկայում երկրաջերմային ՋՊՏ-երի կիրառումը կրում է լայնածավալ բնույթ: Շվեդիայում ողջ ջեռուցման 50%-ն իրականացվում է երկրաջերմային ՋՊՏ-ների միջոցով, մասնավորապես Ստոկհոլմում՝ 12%-ը (ընդհանուր հզորությունը 377 ՄՎտ, ջերմաղբյուրը՝ Բալթիկ ծով): Շվեյցարիայում շահագործվում է մոտ 60000 ջերմային պոմպ, այսինքն՝ տնտեսվում է մոտ 150000<sub>լ</sub> հեղուկ վառելիք և դեպի շրջակա միջավայր արտանետվում է 390000<sub>տ</sub> քիչ ածխածնի երկօքսիդ և 325<sub>տ</sub> քիչ ածխածնի օքսիդ: ԱՄՆ-ում տարեկան արտադրվում են ավելի քան 1 մլն երկրաջերմային ջերմային պոմպեր: Գերմանիայում նախատեսվում է դոտացիա ՋՊՏ-երի կիրառման համար՝ դարձնելով գնային տեսանկյունից դրանք շատերին հասանելի [2]:

Հայաստանում երկրաջերմային ՋՊՏ-երի կիրառման փորձը բազմամյա չէ, սակայն զարգացման նախահիմքերը արդեն իսկ դրված են: Դրա մասին են վկայում Երևանի որոշ թաղամասերում վերջիններիս շահագործումը՝ Դավիթաշեն, Հյուսային պողոտա և այլն: «Հայաստանի վերականգնվող էներգետիկայի և էներգախնայողության հիմնադրամի» կողմից ևս մշակվում է նախագիծ Նուբարաշենի քրեակատարողական հիմնարկում երկրաջերմային ՋՊՏ-ի տեղադրման վերաբերյալ:

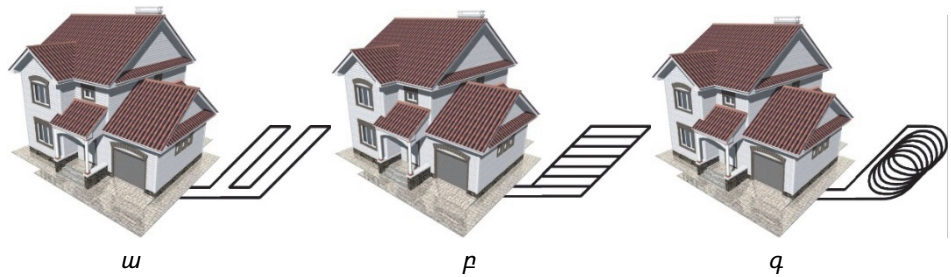
Հիմնականում կիրառվում են երկրաջերմային ՋՊՏ-երի երկու տիպի համակարգերը.

- Բաց. որպես ցածր պոտենցիալային ջերմության աղբյուր օգտագործվում են գրունտային ջրերը, որոնք անմիջապես տրվում են ջերմային պոմպին հորատանցքերից (նկ.1): Նման սխեմայի առավելությունն այն է, որ համեմատաբար ցածր ծախսերի դեպքում հնարավոր է լինում ստանալ բավականին մեծ քանակությամբ ջերմային էներգիա, սակայն հորատանցքերը պահանջում են հատուկ սպասարկում: Նման համակարգերի կիրառումը ոչ բոլոր վայրերում է հնարավոր, քանի որ ջուրը պետք է վերցվի մեծ ստորգետնյա ջրամբարից և վերադարձվի ետ:

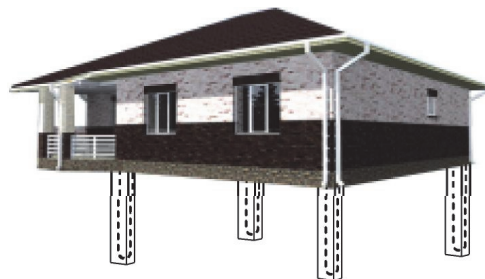
- Փակ. օգտագործվում է անմիջապես գրունտի ջերմությունը ԳՋՓ-ի միջոցով: Փակ համակարգերը իրենց հերթին ստորաբաժանվում են հորիզոնականի և ուղղահայացի: Միջանկյալ ջերմակրով հորիզոնական համակարգերում ԳՋՓ-ն, որպես կանոն, տեղադրվում է ոչ մեծ խորության վրա, որը սառեցման ենթակա չէ: Հորիզոնական ԳՋՓ-ների օգտագործումը սահմանափակվում է տվյալ տարածքի մակերեսով: Հորիզոնական ԳՋՓ-ները ներկայացնում են առանձին խողովակներ, որոնք կարող են իրար միացված լինել գալարած, Ռ-ձև կամ Z-ձև, պարուրած և այլն (նկ.2): Ուղղահայաց ԳՋՓ-ները թույլ են տալիս օգտագործել գրունտի այն ջերմությունը, որը գտնվում է արևային էներգիայի մատուցմամբ պայմանավորված ջերմաստիճանային տատանման գոտուց վար (երկրի մակերևույթից 15-20մ խորության վրա): Ուղղահայաց փակ համակարգերը լինում են՝ Ս-ձև (տեղադրված առավելագույնը 3 հորատանցքերում) և կոաքսալին (խողովակը խողովակի մեջ) (նկ.3):



Նկ. 1. Ջերմամատակարարման բաց համակարգ



Նկ. 2. Հորիզոնական գրունտային ջերմափոխանակիչների տեսակներ



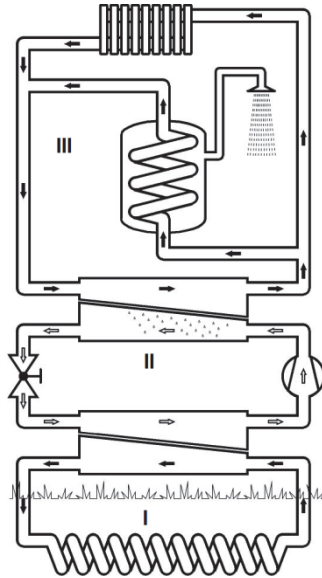
Նկ. 3. Ուղղահայաց գրունտային ջերմափոխանակիչ

Ուղղահայաց ԳՋՓ-ների՝ հորիզոնականի համեմատ առավելություններն են.

- Հորիզոնական ԳՋՓ-ի տեղակայումից հետո տվյալ հողատարածքի վրա, արևային էներգիայի հաշվին գրունի ջերմության կլանման նպատակով, շինարարական գործունեություն ծավալելը նպատակահարմար չէ, ուղղահայաց ԳՋՓ-ն նման խնդրի չի առնչվում:
- Ուղղահայաց ԳՋՓ-ներում ջերմակրի շրջանառությունն ուղեկցվում է շրջանառության պոմպերի էներգիայի զգալիորեն քիչ ծախսերով:
- Ուղղահայաց ԳՋՓ-ներով ԶՊՏ-ներն օժտված են բարձր տեխնոլոգիականությամբ, որը թույլ է տալիս օգտագործել գործնականորեն անսահմանափակ ջերմային հզորությամբ ջերմափոխանակիչներ:

Ուղղահայաց ԳՋՓ-ների կիրառումը խոչընդոտող հանգամանքներից են միայն հորատող սարքավորումների տեխնոլոգիական հնարավորությունները և ջերմափոխանակչի գնային ցուցանիշները:

Այժմ դիտարկենք ԶՊՏ-ի աշխատանքային սկզբունքը (նկ. 4): Նախ նշենք, որ ԶՊՏ-ները բաղկացած են 3 հիմնական կոնտուրներից՝ արտաքին (առաջնային), ներքին և ջեռուցման (երկրորդային):



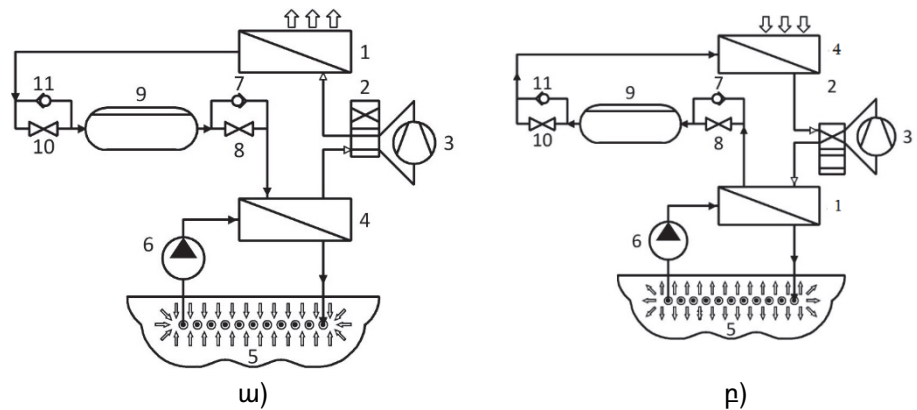
Նկ. 4. Գրունտից ջերմության օգտահանմամբ ջերմային պոմպի սկզբունքային սխեման.

*I. արտաքին կոնտուր, II. ներքին կոնտուր, III. ջեռուցման կոնտուր*

Արտաքին կոնտուրը տվյալ դեպքում ներառում է ԳՋՓ-ն, շրջանառության պոմպը և գոլորշացուցիչը: Զերմակիրը, արտաքին կոնտուրում գրունտից խլելով ջերմությունը, ԳՋՓ-ում տաքանում է  $6...8^{\circ}\text{C}$ -ով, և տրվում է գոլորշացուցիչ: Այստեղ տաքացված ջերմակիրը իր ջերմությունը հաղորդում է ջերմային պոմպի ներքին կոնտուրում շրջանառություն կատարող սառնարանային ազենտին (ֆրեոնին՝ գազակերպ արագ ցնդող նյութ՝ բավականին ցածր եռման ջերմաստիճանով): Սառնարանային ազենտը, ունենալով ցածր եռման ջերմաստիճան, անցնելով գոլորշացուցչով, ցածր ճնշման պայմաններում եռում է: Գոլորշացուցչից գազանման սառնարանային ազենտն անցնում է կոմպրեսոր, որտեղ սեղմվում է, ինչի արդյունքում դրա ջերմաստիճանը կտրուկ աճում է ( $35...70^{\circ}\text{C}$ ): Այնուհետ տաքացված գազանման սառնարանային ազենտը տրվում է կոնդենսատոր: Կոնդենսատորում տեղի է ունենում ջերմափոխանակություն տաք սառնարանային ազենտի և ջեռուցման կոնտուրի ջերմակրի միջև: Սառնարանային ազենտը,

տալով իր ջերմությունը ջեռուցման համակարգ, հովանում է և կրկին անցնում հեղուկ վիճակի, իսկ ջեռուցման համակարգի տաքացված ջերմակիրը տրվում է ջեռուցիչ սարքավորումներ: Ռեդուկցիոն փականով անցնելով՝ սառնարանային ագենտի ճնշումն ընկնում, հետևաբար՝ նվազում է նրա ջերմաստիճանը, և այն տրվում է գոլորշացուցիչ, և ցիկլը կրկնվում է:

Երբ ջեռուցման սեզոնում ԳՋՓ-ն աշխատում է ջերմային պոմպի ռեժիմով, գրունտը հանդիսանում է ջերմաղբյուր, իսկ ԳՋՓ-ի միջոցով իրականացվում է գրունտից ջերմության անջատումը և վերջինիս փոխակերպումը ՋՊՏ-ի ցիկլում (նկ.5ա): Այս ռեժիմով ԳՋՓ-ի շահագործման արդյունքում գրունտի ջերմաստիճանը կարող է ժամանակից կախված նվազել, ինչը կհանգեցնի ձևափոխման գործակցի նվազմանը: Տարվա տաք եղանակին, ի հաշիվ արևային և երկրի ընդերքային էներգիաների, գրունտում ջերմաստիճանը վերականգնվում է՝ հասնելով ելակետային պարամետրերին:



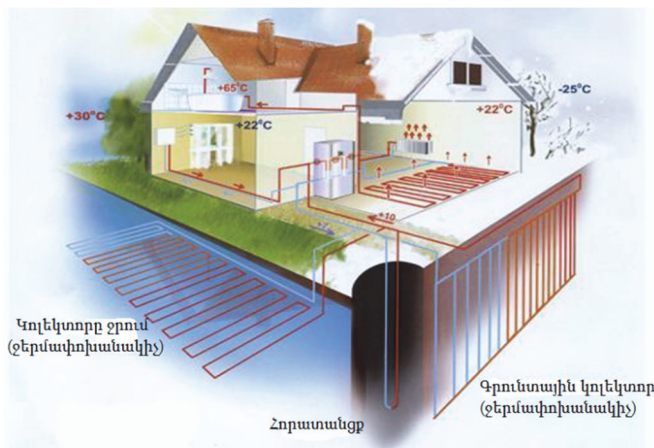
Նկ. 5. Ջերմության ուներսիվ ջերմային տրանսֆորմատորի սկզբունքային սխեմաները.  
 ա- ջերմային պոմպի ռեժիմ, բ- սառնարանային մեքենայի ռեժիմ  
 1. ջերմափոխանակիչ, 2. քառաքայլ փական, 3. կոմպրեսոր, 4. գոլորշացուցիչ, 5. ԳՋՓ, 6. շրջանառության պոմպ, 7,11. հակադարձ փական, 8,10. ջերմակարգավորիչ փական, 9. ռեսիվեր

Եթե ամռանը շինության օդորակման անհրաժեշտություն է լինում, ապա գրունտը կարող է դիտարկվել որպես լավ ջերմընդունիչ, իսկ ջերմության տրանսֆորմատորը կաշխատի սառնարանային մեքենայի ռեժիմով (նկ.5բ): Ընդ որում՝ այս դեպքում ԳՋՓ-ում տեղի է ունենում հովացվող միջավայրից ջերմության մատուցում դեպի գրունտ: Սա այս տիպի սառնարանային մեքենաների առավելություններից մեկն է օդային օդորակիչների համեմատությամբ, որոնք շինություններում մեծ տարածում են գտել, քանի որ ջերմընդունիչի ջերմաստիճանի նվա-

զեցման հետևանքով աճում է սառնարանային գործակիցը: Այս ռեժիմով ԳՋՓ-ի շահագործման ժամանակ գրունտի ջերմաստիճանը ժամանակի ընթացքում աճում է, ինչը հանգեցնում է ձևափոխման գործակցի նվազմանը:

Երկրաջերմային ՋՊՏ-ների կիրառման առավելություններն են.

1. ջերմային պոմպի բարձր արդյունավետությունը,
2. առավելագույն կայուն բնութագրերը (ՋՊՏ-ի ջերմային հզորություն և օ.գ.գ.) անկախ եղանակային պայմաններից (հորատանցքերում որոշակի խորության վրա գրունտի ջերմաստիճանը կայուն է),
3. գրունտի վերգետնյա շերտերում ջերմափոխանակչի ջերմաստիճանային ազդեցության բացակայություն, ջերմափոխանակչի տեղադրման հետևանքով կանաչապատման սահմանափակման և լանդշաֆտի խախտման բացակայություն,
4. ջեռուցման և հովացման ապահովում միևնույն համակարգի միջոցով (նկ.6),



Նկ. 6. Երկրաջերմային ջերմային պոմպի աշխատանքային սկզբունքը

5. արտաքին բլոկերի բացակայություն,
6. աղմուկի բացակայություն,
7. ջերմային պոմպի շահագործման երկար ժամկետ և առանձնահատուկ սպասարկման բացակայություն: Ըստ գործարանային տվյալների՝ ԳՋՓ-ի շահագործման ժամկետը մոտ 100 տարի է, իսկ կոմպրեսորինը՝ 30 տարի,
8. բացակայում են վնասակար արտանետումները,
9. առավելագույնս անկախ են և ինքնավար,
10. հեղուկ և գազային վառելիքների կիրառման բացակայություն, հետևաբար՝ բացակայում են անհրաժեշտ պահեստարանները և խողովակաշարերը:

Չնայած վերը նշված բոլոր առավելություններին՝ ՋՊՏ-ն ունի բարձր արժեք՝ ի համեմատ դասական ջեռուցման կաթսայական համակարգերի: Ըստ արտասահմանյան տվյալների՝ երկրաջերմային ջերմային պոմպերի յուրաքանչյուր 1 կՎԿր հզորության արժեքները կազմում են 300...400 EURO, իսկ ՋՊՏ-ի նախագծման, մոնտաժման և սպասարկման համար պահանջվում են հմուտ և որակավորված մասնագետներ, որոնք Հայաստանում գրեթե չկան:

ՋՊՏ-ի արդյունավետության հիմնական ցուցանիշը ձևափոխման կամ ջեռուցման գործակիցն է (COP՝ coefficient of performance)՝ ջերմարտադրողականության հարաբերությունը ՋՊՏ-ի կոմպրեսորի շարժաբերմանն անհրաժեշտ էլեկտրասպառումանը: Սառնարանային մեքենայի ռեժիմով աշխատելու դեպքում տեղակայանքի արդյունավետությունը բնութագրվում է սառնարանային գործակցով (EER՝ energy efficiency ratio)՝ ցրտարտադրողականության և կոմպրեսորի սպառած հզորության հարաբերությամբ:

$$\text{COP} = \frac{Q_o}{N} = \frac{Q_g + N}{N} = \text{EER} + 1 = \frac{T_o}{T_y - T_o} + 1, \quad (1)$$

$$\text{EER} = \frac{Q_g}{N}, \quad (2)$$

որտեղ  $Q_g$ -ն և  $Q_o$ -ն համապատասխանաբար տարեկան անհրաժեշտ ցրտարտադրողականությունն ու ջերմային էներգիան են, կՎԿր, N-ը՝ կոմպրեսորի շարժաբերման համար անհրաժեշտ հզորությունը,  $T_y - T_o$ -ն՝ կոնդենսացման և եռման ջերմաստիճանները ջերմային պոմպում:  $T_y$  ջերմաստիճանը որոշվում է ջերմային պոմպում սառնարանային ազենտի կոնդենսացման ճնշմամբ, իսկ  $T_o$ -ն՝ ցածր պոտենցիալային աղբյուրի ջերմաստիճանով:

Գրունտից ջերմային հոսքի տարեկան միջինացված արժեքը և՛ ջերմային պոմպի ռեժիմով, և՛ սառնարանային մեքենայի ռեժիմով աշխատելու դեպքում որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$q = 10^9 \cdot \frac{-Q_g \cdot \frac{\text{EER} + 1}{\text{EER}} + Q_o \cdot \frac{\text{COP} - 1}{\text{COP}}}{31536000} = 31.71 \left( -Q_g \cdot \frac{\text{EER} + 1}{\text{EER}} + Q_o \cdot \frac{\text{COP} - 1}{\text{COP}} \right): \quad (3)$$

Այսպիսով, COP-ի և EER-ի մեծացման վրա ազդող հիմնական գործոնները  $T_y$  և  $T_o$  մեծություններն են: Ներկայումս համաշխարհային պրակտիկայում մշակվում և արդեն իսկ կիրառվում են ավելի փոքր  $T_y$ -ով սառնարանային ազենտներ:

Բնապահպանական խնդիրները (օզոնային շերտի քայքայում) հանգեցրել են նոր սերնդի սառնարանային ազենտների մշակմանը: R-134a-ը երրորդ սերնդի սառնարանային ազենտ է և համեմատաբար քիչ է ազդում օզոնային շերտի վրա,

սակայն նպաստում է ջերմոցային էֆեկտի ուժգնացմանը՝ GWP=1340 (Global Warming Potential): Այն թունավոր չէ, սակայն շահագործման ողջ ջերմաստիճանային տիրույթում պայթուցանավտանգ է, և համակարգում օդի հայտնվելու պարագայում վերջինիս սեղմման արդյունքում հնարավոր է վառելիքային խառնուրդների կտրուկ առաջացում: Ներկայումս իրականացվում է չորրորդ սերնդի սառնարանային ագենտների մշակում, որոնց GWP<150:

Հայաստանի բնակլիմայական պայմաններում որոշակի խորությունների վրա գրունտի ջերմաստիճանների վերաբերյալ տվյալներ կան [3]-ում, այս գրականության աղբյուրը հրատարակվել է 1966թ., դրանից հետո առաջին անգամ 2016թ. «Հայաստանի վերականգնվող էներգետիկայի և էներգախնայողության հիմնադրամի» կողմից Նուբարաշենի շրջակայքում փորձնական եղանակով մի քանի ամիս իրականացվել է գրունտի ջերմաստիճանի որոշում տարբեր խորությունների վրա (աղ. 1):

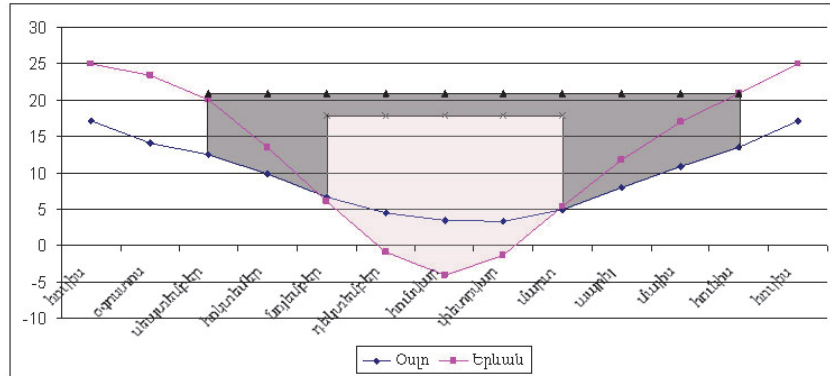
Աղյուսակ 1

Երևանում գրունտի որոշակի խորություններում ջերմաստիճանի բաշխումը

Ամիսներ	Գրունտի մակերևույթից խորությունը					
	Ըստ առկա տվյալների			Ըստ [4]-ի տվյալների		
	3.5 մ	2.5 մ	1.5 մ	3.2մ	2.4մ	1.6մ
Հունվար	14.859	12.952	8.643	14.8	13.5	10.8
Փետրվար	14.633	12.596	8.475	13.3	11.6	9.2
Մարտ	14.942	11.706	8.874	12.2	10.6	8.7
Ապրիլ	13.567	12.046	10.901	11.7	10.7	10

Համեմատելով ստացված արդյունքները առկա արդյունքների հետ՝ տեսնում ենք որոշակի շեղումներ, որոնք կարող են պայմանավորված լինել մի շարք գործոններով՝ նախ 50 տարվա ընթացքում կլիմայական փոփոխությամբ, տվյալ շրջանի գրունտի տեսակով: [3]-ում ընդհանրացված են տվյալներ Երևանի ողջ տարածքի համար:

Տվյալ տարածաշրջանում ջեռուցվող օբյեկտների տարեկան ջերմային սպառման վրա ազդող կլիմայական առանձնահատկությունների ընդհանրական գնահատման համար ընդունված է օգտագործել ինտեգրալային բնութագրերը: Այդ բնութագրերը գրաֆիկորեն ներկայացնում են մակերեսներ՝ սահմանափակված ջեռուցվող շինության ներքին օդի նորմատիվային ջերմաստիճանի ուղղով և տվյալ տարածաշրջանում արտաքին օդի միջին ամսական ջերմաստիճանի կորով: Նկ.7-ում պատկերված են Երևանի և Օսլոյի համար արտաքին օդի միջին ջերմաստիճանի փոփոխությունը տարեկան կտրվածքով և համապատասխան ինտեգրալային բնութագրերը:



Նկ. 7. Երևանում և Օսլոյում ջեռուցման շրջանում արտաքին օդի միջին ջերմաստիճանները և ինտեգրալային բնութագրերը Երևան՝ 2292°C օր, Օսլո՝ 3600°C օր

Այս գրաֆիկում ջեռուցման սեզոնի ինտեգրալային բնութագրերը Երևանի և Օսլոյի համար պատկերված են տարբեր գույներով: Քանակապես ջեռուցման շրջանի ինտեգրալային բնութագրերը որոշվում են որպես ջեռուցման սեզոնում արտաքին և ներքին օդի միջին օրական ջերմաստիճանների տարբերություն, չափվում են °Cօր և որոշվում հետևյալ բանաձևով՝

$$D_{\text{ինտ.բ.}} = (t_{\text{ներ.}} - t_{\text{արտ.}}) \cdot T_{\text{ջեռ.}} \quad (4)$$

որտեղ  $t_{\text{ներ.}}$ ,  $t_{\text{արտ.}}$  -ը համապատասխանաբար ջեռուցման շրջանում ներքին և արտաքին օդի միջին ջերմաստիճաններն են, °C,  $T_{\text{ջեռ.}}$  -ն՝ ջեռուցման շրջանի տևողությունը, օր:

$$\text{Երևանի համար՝ } D_{\text{ինտ.բ.}} = (18 - (1.1)) \cdot 120 = 2292 \text{ }^\circ\text{Cօր:}$$

Ըստ ինտեգրալային բնութագրերի՝ << տարածքը պայմանականորեն բաժանվում է չորս կլիմայական գոտիների (աղ. 2).

Աղյուսակ 2

<< տարածքներում ինտեգրալային բնութագրերը

Կլիմայական գոտի	Ընդգրկված տարածք	ինտեգրալային բնութագրեր, °Cօր
1	Սյունիքի ցածրադիր գոտի, հյուսիս-արևելյան շրջաններ (Տավուշի մարզ, Ալավերդու, Մեղրու տարածաշրջաններ և այլն)	< 1900
2	Արարատյան դաշտը՝ հարակից նախալեռնային բնակավայրերով, Վայոց ձորի մարզ	1900...2400
3	Լորի-Փամբակ, Գորիս և այլն	2400...3000
4	Շիրակի, Գեղարքունիքի, Կոտայքի և Արագածոտնի մարզերի բարձրադիր գոտիներ	> 3000

Այլ երկրների հետ համեմատման համար ներկայացնենք տարբեր երկրների ինտեգրալային բնութագրերը.

Շվեդիա՝  $D_{\text{ինտ.բ.}} = 4017 \text{ } ^\circ\text{Cop}$ ,

Նորվեգիա՝  $D_{\text{ինտ.բ.}} = 3600 \text{ } ^\circ\text{Cop}$ ,

Գերմանիա՝  $D_{\text{ինտ.բ.}} = 3163 \text{ } ^\circ\text{Cop}$ ,

ԱՄՆ՝  $D_{\text{ինտ.բ.}} = 2700 \text{ } ^\circ\text{Cop}$ :

Բերված ցուցանիշներից ակնհայտ է, որ միևնույն օբյեկտների համար ջեռուցող ՋՊՏ-ների տարեկան գումարային ջերմարտադրողականությունը, օրինակ, Շվեդիայի կլիմայական պայմաններում 1.75 անգամ ավելի է, քան Հայաստանում: Որքան բարձր են ջեռուցման շրջանի ինտեգրալային բնութագրերը, այդքան բարձր պետք է լինի ՋՊՏ-ի տեղակայված հզորությունը, որը կախված է առավել ցուրտ հնգօրյակի ջերմաստիճանից: Քանի որ, ի համեմատ այլ երկրների, Երևանում ջեռուցման շրջանի ինտեգրալային բնութագրերը այդքան էլ մեծ չեն, ուստի երկրաջերմային ՋՊՏ-ների կիրառումը բավականին նպատակահարմար է:

ՋՊՏ-ի էկոնոմիկական ցուցանիշների բարելավման և ԳՋՓ-ների համար անհրաժեշտ կապիտալ ներդրումների կրճատման համար կարևոր է նաև ԳՋՓ-ների կառուցվածքի, նյութի և ձևի հիմնավորված ընտրությունը: Շահագործման ծախսերի նվազեցման տեսանկյունից, պայմանավորված կոմպրեսորի շարժաբերման համար անհրաժեշտ էլեկտրաէներգիայի ծախսի կրճատմամբ, անհրաժեշտ է մշակել ինքնավար ջերմամատակարարման ողջ համակարգի համար օպտիմալացման մեթոդիկա, որը կներառի շինության ջերմամեկուսացման համալիր միջոցառումները, անցումը ցածր ջերմաստիճանային ռեժիմի, որը թույլ կտա ՋՊՏ-ի շահագործման ընթացքում ստանալ առավելագույն ձևափոխման գործակիցներ՝ ի հաշիվ գոլորշացուցչում ջերմակրի ջերմաստիճանային անկման նվազման:

ՋՊՏ-ի տեխնոլոգիական հնարավորությունների հետագա ընդլայնման նպատակով անհրաժեշտ է ուսումնասիրել ինքնավար ջերմամատակարարման համակարգերում այլ տարրերի ներառումը, որոնք թույլ կտան օգտագործել վերականգնվող այլ էներգաաղբյուրների պոտենցիալը, օրինակ՝ տաք ջրամատակարարման համար ստանալ լրացուցիչ ջերմություն՝ ի հաշիվ տանիքին տեղադրված արևային կոլեկտորների:

Վերը թվարկված համալիր խնդիրների դիտարկումը կնպաստի ՋՊՏ-ի արդյունավետության ցուցանիշների բարձրացմանը և կիրառման ընդլայնմանը:

Եզրակացնելով վերը շարադրվածը՝ հանգում ենք հետևյալին.

- Գրունտի մակերևութային շերտերի ցածր պոտենցիալային ջերմության կիրառումը ՋՊՏ միջոցով վերականգնվող էներգետիկայի զարգացման գործըն-

թացում բավականին մեծ հեռանկար ունի և կնպաստի այժմյան էներգետիկայի առջև ծառայած հիմնախնդիրների մեղմացմանը: Ըստ Համաշխարհային էներգետիկական կոմիտեի կանխատեսման՝ 2020թ.-ին մի շարք առաջատար երկրներում երկրաջերմային ջերմային պոմպերի կիրառությունը կկազմի մոտ 75%:

▪ Երկրաջերմային ՋՊՏ-ի կիրառումը շինություններում հնարավորություն է ընձեռում բարեկեցիկ պայմաններ ստեղծել ինչպես ձմռանը՝ ջեռուցման, այնպես էլ ամռանը՝ օդորակման տեսանկյունից, պահպանելով հարմարավետության նորմերը, և ՋՊՏ-ի արդյունավետության բարձրացումը, ներկայիս աշխատանքային ցիկլերի և սխեմաների վերլուծության և կատարելագործման միջոցով, ժամանակակից հետազոտությունների հիմնական թիրախներից մեկը պետք է լինի, քանի որ հիմնականում դրանից է կախված ՋՊՏ-ների տեխնիկատնտեսական և բնապահպանական արդյունավետությունը:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Васильев Г.П.** Геотермальные теплонасосные системы теплоснабжения и эффективность их применения в климатических условиях России: URL:[http://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=3685](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3685)
2. **Крылов В.А., Рябова Т.В., Василенок А.В.** Экономические и экологические аспекты использования геотермальных технологий в народном хозяйстве// Научный журнал НИУ ИТМО. Серия "Экономика и экологический менеджмент". - 2015.-№2.- С. 348-357.
3. Температура воздуха и почвы: Справочник по климату СССР. Выпуск 16.-Л.: Гидрометеиздат. 1966.

**Ջ.Տ. ՕԳԱՆԵՏՅԱՆ, Ն.Ր. ԱՐՄԵՆՅԱՆ, Ա.Գ. ՏԱՐԳՏՅԱՆ**

#### **ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В СИСТЕМАХ АВТОНОМНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В Г. ЕРЕВАНЕ**

Проведен анализ принципов действия работы геотермальных теплонасосных установок (ТНУ) и типовых особенностей грунтовых теплообменников. Исследованы опыт геотермальных ТНУ в мировой практике и перспектива использования их потенциала в РА. Изучены факторы, влияющие на эффективность геотермальных ТНУ, и сделаны соответствующие выводы.

**Ключевые слова:** теплонасосная станция, грунтовый теплообменник, низкая потенциальная температура, интегральные характеристики.

L.S. HOVHANNISYAN, N.R. HARUTYUNYAN, A.G. SARGSYAN  
**PROBLEMS OF USING GROUND HEAT PUMPS IN AUTONOMOUS  
HEAT SUPPLY SYSTEMS IN YEREVAN**

The analysis of the working principles of geothermal heat pump systems (HPS) and the typical features of ground heat exchangers are carried out. The world practice experience of geothermal heat pumps and the prospect of using their potential in RA are investigated. The factors affecting the efficiency of geothermal heat pumps are studied and appropriate conclusions are made.

**Keywords:** heat pump plant, ground heat exchanger, low potential temperature, integral characteristics.

ՀՏԴ 621.311.22

**Մ.Գ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ**

**ԱԷԿ-Ի ՇԱՀԱԳՈՐԾՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ՁԵՎԱՎՈՐՎՈՂ  
ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՀԱՐՄԱՆ ԱՆՀԱՏԱԿԱՆ ԲԱԺՆԵԶԱՓԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄՆ ԸՍՏ  
ՄՆՆԴԱՅԻՆ ՇՂԹԱՆԵՐԻ**

Իրականացվել է շրջակա միջավայրում, ինչպես նաև սննդային և կենսաբանական շղթաներում ռադիոնուկլիդների միգրացիայի մանրակրկիտ վերլուծություն, որի արդյունքում կառուցվել է միգրացիայի ընդհանուր սխեման: Վերջինս հնարավորություն է տվել գնահատել ԱԷԿ-ի շահագործման պարագայում մարդկանց ճառագայթահարման արդյունքում ձևավորվող անհատական համարժեք բաժնեչափերը թե ըստ առանձին սննդային շղթաների, թե ընդհանուր դիտարկումների արդյունքում:

**Առանցքային բառեր.** անհատական համարժեք բաժնեչափ, սննդային և կենսաբանական շղթաներ, ռադիոնուկլիդների միգրացիա, կուտակման գործակից, սահմանային թույլատրելի բաժնեչափ:

Էլեկտրաէներգետիկական օբյեկտների տեղաբաշխման, շահագործման, վթարային իրավիճակների կանխատեսման ժամանակ անհրաժեշտ է լինում գնահատել էլեկտրակայանների ազդեցությունը շրջակա միջավայրի (ՇՄ) վրա, որոնք բնապահպանական պայմանների տեսանկյունից կարելի է տեղակայել դիտարկվող շրջանում՝ հաշվի առնելով տարածաշրջանային սոցիալ-տնտեսական և էկոլոգիական իրավիճակը: Նման հիմնախնդիրներն առավել գերակա են դառնում ատոմային էլեկտրակայանների դիտարկման պարագայում:

Ատոմային էներգետիկայի զարգացման նպատակային իրականացումը հնարավոր է միայն ճառագայթասակտիվ (ՃԱ) նյութերի աղտոտումից ՇՄ-ի պաշտպանության և բնակչության ճառագայթային անվտանգության ապահովման