

## Հ.Գ. ԹՈՐՈՍՅԱՆ

### ՋԵՌՈՒՑՄԱՆ ԵՎ ՕԴՈՐԱԿՄԱՆ ԻՐԱԿԱՆԱՑՈՒՄԸ ՕԴԱՅԻՆ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՄՊԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ

Ուսումնասիրվել են ջերմամատակարարման և օդորակման համակարգերում ջերմային պոմպերի կիրառման առանձնահատկությունները, դրանց տեսակները և շուկայում առաջարկվող տարբերակները: Դիտարկվել են դրանց զարգացման տեմպերը, օգտագործման ոլորտները, իրականացվել է համեմատություն էներգիայի ավանդական աղբյուրների հետ: Ուսումնասիրվել են ջերմային պոմպերի արդյունավետ աշխատանքի համար առավել բարենպաստ պայմանները, բնապահպանական ռիսկերը, ինչպես նաև ԵՄ տարածքում ջերմային պոմպերին վերաբերող օրենսդրական կարգավորումները:

**Առանցքային բաներ.** ջերմային պոմպ, ջերմամատակարարում, ջեռուցում, օդորակում, փոխակերպման գործակից:

Երկիր մոլորակի բնական ռեսուրսների պահպանումը, դրանց նպատակային օգտագործումը և վերարտադրությունը մարդկության կենսական պահանջմունքն է, նրա սոցիալական և տնտեսական զարգացման գրավականը: Այս խնդրի լուծման հեռանկարային ուղիներից մեկն է էներգախնայողական նոր տեխնոլոգիաներն են, որոնցում օգտագործվում են ոչ ավանդական, վերականգնվող էներգիայի աղբյուրներ:

Կենսոլորտի բոլոր բաղադրիչներից մարդու նորմալ կենսագործունեության համար առաջին հերթին անհրաժեշտ է օդ: Ցավոք, բնակելի և արտադրական տարածքների մեծ մասում այսօր չի ապահովվում նորմալ կենսագործունեության համար անհրաժեշտ օդափոխություն: Եթե սենյակում օդափոխությունը արդյունավետ չի իրականացվում, առաջանում են բազմաթիվ բացասական հետևանքներ, օրինակ՝ ալերգիկ երևույթներ, մաշկի գրգռում, հոգնածություն, սրտխառնոց, գլխացավ, թթվածնային քաղց և այլն: Բարձր ջերմաստիճանային պայմաններում աշխատող մարդու մոտ կարող է նկատվել հոգնածություն, մարմնի գերտաքացում կամ ջերմային հարված, ցածր ջերմաստիճանը կարող է առաջացնել մարմնի տեղային կամ ընդհանուր սառեցում կամ մրսածություն: Ավելորդ խոնավությունը (ավելի քան 80%) դժվարացնում է մաշկի մակերևույթից խոնավության գոլորշացումը. դա կարող է հանգեցնել ինքնազգացողության վատթարացման և նվազեցնել մարդու աշխատունակությունը: Ցածր խոնավությունը (18%-ից պակաս) առաջացնում է վերին շնչառական ուղիներին չորության զգացում, վատացնում է ինքնազգացողությունը և նվազեցնում աշխատունակությունը:

Ջերմային պոմպի կիրառմամբ կազմակերպված ջեռուցման և հովացման համակարգը բնակելի և արտադրական տարածքներում օդային միջավայրի կարգավորման արդյունավետ միջոց է: Ջերմային պոմպը (ՋՊ) թերմոդինամիկական սարքավորում է, որում ջերմությունը ցածրպոտենցիալային աղբյուրից փոխանցվում է սպառողին ավելի բարձր ջերմաստիճանով [1,2]:

Ջերմապոմպային տեղակայանքները, իրականացնելով թերմոդինամիկական հակադարձ ցիկլ ցածր եռման ջերմաստիճան ունեցող աշխատող մարմնով, շրջակա միջավայրից վերցնում են վերականգնվող ցածրպոտենցիալային ջերմային էներգիան, բարձրացնում են դրա պոտենցիալը ջերմամատակարարման համար անհրաժեշտ մակարդակի՝ ծախսելով 1,2...2,3 անգամ պակաս առաջնային էներգիա, քան վառելիքի ուղղակի այրման ժամանակ:

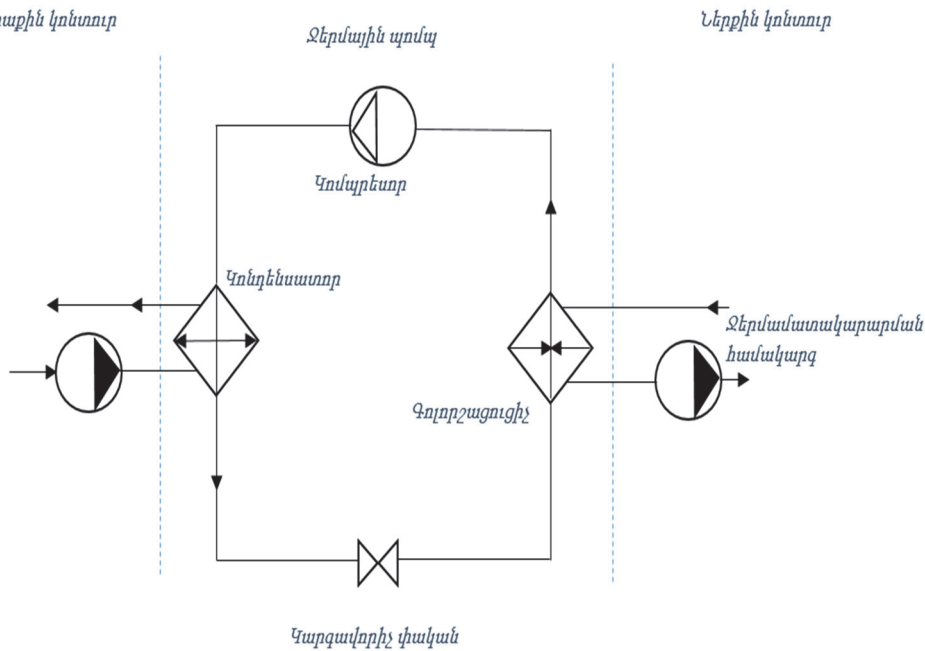
ՋՊ-երի օգտագործման առավելություններն են՝

- ինքնավարություն,
- բնակարանների ջեռուցման, տաք ջրամատակարարման և օդորակման իրականացման հնարավորություն,
- տեղակայանքի հետզնման կարճ ժամկետ (փոքր շինություններում տեղադրված սարքավորումների համար՝ 5...7 տարի),
- հուսալիություն, երկարակեցություն, օգտագործման պարզություն,
- էկոլոգիական համեմատական անվտանգություն (լրիվ կամ մասամբ բացակայում է այրման պրոցեսը),
- ֆինանսական արդյունավետություն (ջերմային պոմպով 1 կՎտ-ժ էլեկտրաէներգիայի օգտագործմամբ կարելի է ստանալ մինչև 6 կՎտ-ժ ջերմային էներգիա),
- անվտանգ սպասարկում (բացակայում են տաք տարրերը), սարքավորման մասերի առավելագույն ջերմաստիճանը 70°C է,
- «խելացի տուն» համակարգերին միանալու հնարավորությունը թույլ է տալիս ամբողջությամբ ավտոմատացնել ջեռուցման և օդորակման գործընթացը,
- ջերմապոմպային տեղակայանքի տեղադրման համար անհրաժեշտ չեն թույլտվություններ:

ՋՊ-ի աշխատանքի համար կարելի է օգտագործել ցածր պոտենցիալային ջերմության (ՑՊՋ) ցանկացած աղբյուր՝ սկսած 5°C-ից: Որպես ՑՊՋ աղբյուր կարող են հանդիսանալ գրունտը, ստորգետնյա ջրերը (արտեզյան, երկրաջերմային), բնական և արհեստական ջրամբարները և արտաքին օդը:

ՋՊ-երը բաղկացած են երեք հիմնական տարրերից (գոլորշացուցիչ, կոնդենսատոր, կոմպրեսոր) և երեք հիմնական կոնտուրներից (սառնագենտ, ջրային

աղբյուր և ջրային ջերմամատակարարում). գոլորշացուցիչը իրանային խողովակային ջերմափոխանակիչ է, որտեղ խողովակներով հոսում է ջուր, իսկ միջխողովակային մասով՝ սառնագեներ (նկ. 1):



Նկ. 1. ԶՊ-ի սկզբունքային սխեման

Ոչ ավանդական էներգետիկայի բոլոր տեսակներից ջերմապոմպային ջերմամատակարարումը ամենաարագ զարգացող ճյուղն է, և որոշ զարգացած երկրներում այն արդեն ավանդական ջերմաէներգետիկայի հիմնական մրցակիցն է: Աշխարհում շահագործվում է ավելի քան 120 մլն ԶՊ, իսկ համաշխարհային էներգետիկական հանձնաժողովի կանխատեսումներով՝ մինչև 2020 թվականը դրանք կկազմեն ողջ ջերմամատակարարման համակարգերի շուրջ 75%-ը [3]: Պետք է ընդգծել, որ ջերմային պոմպը էներգիա է ծախսում ոչ թե ջերմության արտադրելու համար, ինչպես էլեկտրական վառարանը, այլ համակարգում ֆրեոնի տեղաշարժի համար: Զերմության հիմնական մասը փոխանցվում է սպառողին աղբյուրից, ինչը պայմանավորում է ԶՊ-ի ջերմության ցածր ինքնարժեքը:

Զեռուցման համար ԶՊ-ի առաջին իսկ կիրառումը ցույց տվեց, որ նույնիսկ ամենաարդյունավետ գազային կաթսաները ի վիճակի չեն տնտեսապես մրցակցել ջերմային պոմպի հետ: Արդյունքում, ԶՊ-երը սկսեցին արագորեն դուրս մղել ջերմամատակարարման մնացած բոլոր եղանակները և լայն կիրառություն գտան ԱՄՆ-ում, Շվեդիայում, Ֆինլանդիայում, Կանադայում և խիստ կլիմայական

պայմաններով այլ երկրներում: Արտադրված և տեղադրված ՋՊ-երի թիվն ավելանում է ամեն տարի: ՋՊ-ի տեղադրումը 60...70% -ով նվազեցնում է շենքերի շահագործման ջերմային էներգիայի ծախսը՝ ի համեմատ ջեռուցման և օդորակման ավանդական եղանակների[4]: Ակնհայտ է, որ ջերմային պոմպերը հատկապես արդյունավետ են օդային և (կամ) հատակային ջրային համակարգերի օգտագործման դեպքում, որոնց համար կոնդենսատորի ջերմաստիճանը չի գերազանցում 35...40°C-ը:

Ավելի ու ավելի լայն կիրառում են գտնում ջեռուցման համակարգերը՝ ֆանկոիլ տիպի ջերմափոխանակիչների կիրառմամբ, որոնք բնութագրվում են ջերմափոխանցման բարձր գործակիցներով և համապատասխանաբար թույլ են տալիս օգտագործել ցածր ջերմաստիճանի ջերմակիր: 5°C ջերմաստիճանի գոլորշացուցիչով և 60°C կոնդենսատորի ջերմաստիճանով, "իդեալական" ՋՊ-ում, որը աշխատում է Կառնոյի ցիկլին մոտ ցիկլով, փոխակերպման գործակիցը գերազանցում է 5-ը: Իրական տեղակայանքի համար, հաշվի առնելով առկա կորուստները, այն հավասարվում է 3-ի՝

ԵՄ երկրների ամենահայտնի օրենսդրական դիրեկտիվը՝ «Շենքերի էներգետիկ արդյունավետության մասին» հրահանգը, ենթադրում է 2020 թվականի վերջում ԵՄ բոլոր երկրներում իրականացնել "20-20-20" սկզբունքը: Ընդ որում, նախատեսվում է 20%-ով սպառվող էներգիայի կրճատում, 20% վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների կիրառում էներգամատակարարման մեջ, այսինքն՝ ավանդական աղբյուրների փոխարինում վերականգնվող աղբյուրներով, և ջերմոցային գազերի վնասակար արտանետումների կրճատում 20% - ով [5]:

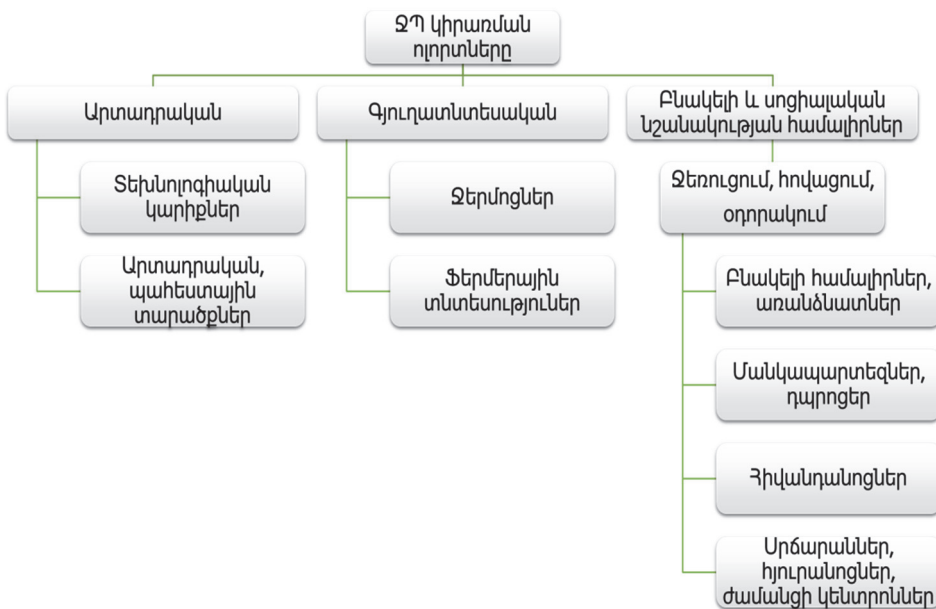
ԵՄ երկրներում կոմունալ-կենցաղային տնտեսություններում էներգախնայողության հարցերին մշտապես մեծ ուշադրություն են դարձրել: Զարգացած երկրների կառավարությունները կիրառում են կարգավորման տարբեր գործիքներ, որոնք կարելի է բաժանել երեք հիմնական խմբի.

1. օրենսդրական կարգավորում,
2. ֆինանսական կարգավորում,
3. բնակավայրի սեփականատերերի խթանում:

ՋՊ-երի աշխատանքի արդյունավետությունը նկարագրող հիմնական ցուցանիշներից մեկը փոխակերպման գործակիցն է (COP՝ coefficient of performance): Այն սահմանվում է որպես արտադրված ջերմության Q<sub>H</sub> -ի հարաբերությունը ստացված P էներգիային:

$$COP=Q_H/P:$$

Ջերմապոմպային տեղակայանքների վերոնշյալ առավելություններով է պայմանավորված դրանց լայն տարածումն աշխարհում [6]: Այսօր աշխարհում հաջողությամբ աշխատող տասնյակ միլիոնավոր տարբեր ֆունկցիոնալ նշանակության ջերմային պոմպեր ջերմության արտադրության այս տեխնոլոգիան դարձրել են հուսալի և տնտեսապես նպատակահարմար օգտագործողների համար: ԶՊ-երի նպատակային կիրառման ոլորտները շարունակում են մնալ բնակարանային համալիրի օբյեկտները (առանձնատներ և բազմաբնակարան շենքեր), սոցիալական նշանակության օբյեկտները (գրասենյակային շենքեր, հյուրանոցներ, դպրոցներ, հիվանդանոցներ, առողջարաններ, սպորտային համալիրներ, առևտրի և զվարճանքի կենտրոններ), արտադրական և վարչական տարածքները, ագրոարդյունաբերական համալիր օբյեկտները (նկ. 2):



Նկ. 2. ԶՊ-երի կիրառության ոլորտները

Այսօր շենքերի ջեռուցման և օդորակման համակարգերի աշխատանքի ժամանակ տեղի է ունենում դրանց գործառույթների որոշակի կրկնօրինակում, քանի որ օդորակման համակարգն ապահովում է տարածքների հովացում ամառային շրջանում և տաքացում սառը շրջանում (ջերմային պոմպի ռեժիմ), իսկ ջեռուցման համակարգը նույնպես իրականացնում է տարածքների տաքացում ցուրտ շրջանում: Կապիտալ ծախսերի տեսանկյունից տնտեսապես ավելի ձեռնտու է օգտագործել մեկ համակարգ երկուսի փոխարեն: Հարավային փոքր բացասական ջերմաստիճանով երկրներում ԶՊ-ի ռեժիմով օդորակման համակարգն

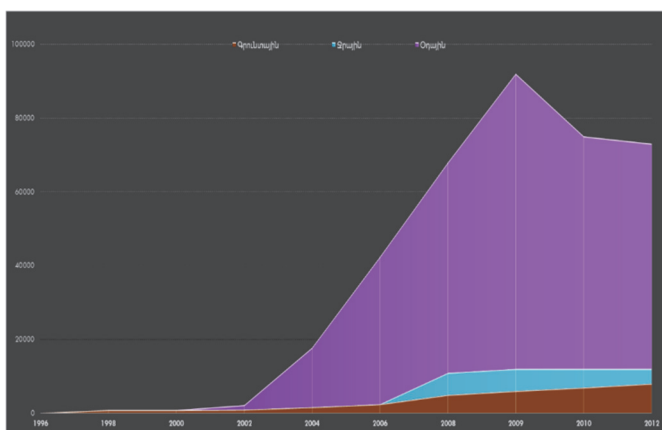
ապահովում է տարածքի կայուն ջերմաստիճանի պահպանում ամբողջ տարվա ընթացքում:

Անհրաժեշտ է հաշվի առնել, որ գրունտային ջերմային պոմպերի բազմաթիվ արժանիքներից զատ, բացի նրա սեփական արժեքը, պատվիրատուն վճարում է համեմատաբար թանկարժեք հողային աշխատանքների, հողի մեջ տեղադրվող հազարավոր մետր մետաղապլաստե խողովակների և որպես ջերմակիր օգտագործվող հեղուկի համար: Անհրաժեշտ է նաև տարածք, որտեղ տեղադրվում է ցածրպոտենցիալային ջերմության կորզման համակարգը:

Ցածրպոտենցիալային ջերմության հարմարավետ աղբյուր են բնական չսառչող ջրամբարները, ոչ խոր հոսող տաք ջրերը կամ տեխնածին հոսքաջրերը: Զուրը որպես էներգիայի աղբյուր օգտագործող ջերմային պոմպերն ըստ կառուցվածքի հիմնականում նման են գրունտային ԶՊ-երին: Երբ ջրամբարն օգտագործվում է որպես ջերմության աղբյուր, մետաղապլաստե խողովակները տեղադրվում են դրա հատակին: ԶՊ-ի էներգիայի փոխակերպման գործակիցը գրեթե նույնն է, ինչ գրունտը՝ որպես ջերմության աղբյուր օգտագործման ժամանակ, սակայն ջրից ցածրպոտենցիալային ջերմության կորզումը պակաս ծախսատար է և ավելի արդյունավետ: Նորվեգիայում NeatPump-ի նոր սերնդի ջերմային պոմպերը, ծովային ջրից խլելով ջերմություն, ապահովում են ծովափնյա շատ քաղաքների կենտրոնացված ջերմամատակարարումը:

Օդային ԶՊ-երը որպես ցածրպոտենցիալային ջերմության աղբյուր օգտագործում են մթնոլորտային օդը կամ օդափոխության համակարգի արտանետումները: Մթնոլորտային օդի օգտագործումը նպատակահարմար է մեղմ կլիմայով երկրներում: Ձմռան ընթացքում արտաքին օդի ջերմաստիճանի իջեցմամբ պահանջվող ջերմային ծանրաբեռնվածության աճի պայմաններում ԶՊ-երն արդյունավետ աշխատանք չեն ապահովում: Այսպես,  $-20^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում ԶՊ-ի ջերմային արտադրողականությունը նվազում է սարքի մասնագրում նշված և թեստային ջերմաստիճանում չափված  $+7^{\circ}\text{C}$  անվանական արժեքի 40% -ով: Հենց այդ պատճառով էլ սառը ձմեռ ունեցող երկրներում օդային ԶՊ-երը՝ որպես լիարժեք տաքացնող սարք, չեն կիրառվում: Zubadan Inverter Mitsubishi Electric սերիայի նոր ցածր ջերմաստիճանային օդային ԶՊ-երի շուկայում հայտնվելը արմատապես փոխեց իրավիճակը և որակապես ազդեց եվրոպական շուկայի սպառողական առաջնահերթությունների և կառուցվածքի վրա: Այս շարքի ԶՊ-երը հաջող փորձարկումներ են անցել 2008-2012 թվականներին Ճապոնիայում (Հոկայդո կղզի), Ֆինլանդիայում, Ռուսաստանում (Վոլգոգրադի շրջան) խիստ ծմեռային կլիմայի պայմաններում: ԶՊ-ի ջերմարտադրությունը կայուն է եղել  $-15^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում, իսկ աշխատունակությունը՝ մինչև  $-23$  և նույնիսկ մի շարք

դեպքերում՝ մինչև  $-30^{\circ}\text{C}$  պայմաններում: Միննույն ժամանակ, էներգիայի փոխակերպման միջին սեզոնային գործակիցը (COP) հասել է 3,5-ի: Հիմնական գործոնները, որոնք վճռորոշ դեր են խաղացել օդային ՋՊ-երի՝ նման բարձր էներգետիկական բնութագրերի ստացման և շուկայում դրանց մասնաբաժնի ավելացման խթանման գործում, R410A ֆրեոնի օգտագործումն ու հնվերտորային տեխնոլոգիաների կիրառումն են: Ճապոնիայում լայնորեն կիրառվող հնվերտորային տեխնոլոգիաների համակարգերը 30% -ով ավելի բարձր COP ունեն, ի համեմատ ոչ հնվերտորային համակարգերի լրիվ բեռնվածության և 40...50%՝ մասնակի բեռնվածության դեպքում: ZubaDan Mitsubishi Electric սերիայի «օդ-օդ» ՋՊ-երի շուկայում հայտնվելուց հետո աշխարհի բոլոր առաջատար ՋՊ արտադրողները արձագանքել են սպառողական պահանջարկի մեծացմանը՝ համանման սարքավորումների շարքի թողարկմամբ[7]: Daikin ընկերությունը մշակել է VRV-III Կենտրոնական ինտելեկտուալ համակարգը, որը երաշխավորում է  $\text{COP} = 3.3$ , արտաքին օդի ջերմաստիճանը մինչև  $-20^{\circ}\text{C}$ , իսկ անգլիական Gledhill Building Products ընկերությունն առաջարկել է Slimline HP նոր սերիա [8]: Եթե մինչև 2005 թվականը խիստ կլիմայով Սկանդինավյան երկրներում նախապատվությունը տրվում էր գրունտային ՋՊ-երին, ապա ցածր ջերմաստիճանային սպիտ համակարգերի ի հայտ գալով, որոնց շահագործման ստորին սահմանները  $-20...-25^{\circ}\text{C}$ -ն է, նկատելի է օդային ՋՊ-երի պահանջարկի թռիչքային աճ: Պայմանավորված այն հանգամանքով, որ օդային ՋՊ-երի կապիտալ ներդրումները և տեղադրման ծախսերը մի քանի անգամ ավելի փոքր են, քան գրունտային ՋՊ-երինը, ASHP-ը ցուրտ կլիմայական երկրներում ակտիվորեն դուրս է մղել գրունտային ՋՊ-երին: Ֆինլանդիայի շուկայում օդային ՋՊ-երի անզիջում գերիշխանությունը առավել տպավորիչ երևում է ստորև բերված գրաֆիկում (նկ. 3):



Նկ. 3. Ֆինլանդիայի շուկայում օդային ՋՊ-երի զարգացումը

Մեկ տասնամյակից պակաս ժամանակահատվածում դրանց վաճառքը աճել է ավելի քան 30 անգամ, իսկ նոր «օդ-ջուր» նորամուծությունից հետո հիմք կա՝ ակնկալելու ավելի տպավորիչ արդյունքներ: Sanyo ճապոնական ընկերության կողմից 2004թ.-ին, եվրոպական շուկա ներկրված առաջին «օդ-ջուր» ՋՊ-ն (ATW) մշակվել է բնական CO<sub>2</sub> սառնագենտի համար: CO<sub>2</sub>-ի օգտագործման առավելությունները ջեռուցման ջրի ավելի բարձր ջերմաստիճանն է (65°C...90°C) և բարձր արդյունավետությունը ցածր բացօդյա ջերմաստիճանում (-6°C-ից ցածր): Դրսի բարձր ջերմաստիճանի և ճնշման տարբերության դեպքում «օդ-ջուր» ՋՊ-երը, հնարավոր է, ավելի արդյունավետ լինի R410A սառնագենտ օգտագործելը, չնայած Չինաստանում նախընտրելի է R22 սառնագենտը:

Սկզբնապես «օդ-ջուր» ՋՊ-ն երկբլոկային համակարգ էր, որը համատեղում էր ֆրեոնային արտաքին բլոկը և ներքին հիդրավլիկական մոդուլը: Ոչ վաղ անցյալում, երկբլոկային նախագծից բացի, մշակվել են մենաբլոկային համակարգեր, որոնք պարունակում են սառնարանային սարք, հիդրավլիկական բաղադրիչներ (ներառյալ շրջանառության պոմպ և ընդլայնման բաք), պահեստային օդափոխիչ և կառավարման համակարգ: ՋՊ-ի ամենակարևոր բնութագրիչներից մեկը տաք ջրի ջերմաստիճանն է ելքում: Կախված դրա արժեքներից՝ ջերմային պոմպերը, որոնք կիրառվում են օդի տաքացման համար, 3 տեսակ են՝ ցածր ջերմաստիճանային (50...59°C), միջին ջերմաստիճանային (60...69°C) և բարձր ջերմաստիճանային (70°C-ից բարձր): R410A սառնագենտով աշխատող կայանքներում ելքային տաք ջրի ջերմաստիճանը կարող է լինել 50°C կամ մի փոքր ավելի (կախված արտաքին օդի պարամետրերից), այս ջերմաստիճանը հարմար է հատակի և օդային պանելների ջեռուցման համակարգերի համար, բայց անբավարար է կենցաղային տաք ջրի արտադրության համար:

Արդյունքում օդային ՋՊ-երը գրավիչ են դարձնում.

1. բարձր բնապահպանական գնահատականը, որը կապված է ջեռուցման համար այլընտրանքային էներգիայի աղբյուր օգտագործելու հնարավորության հետ,
2. չեն պահանջում զգալի քանակությամբ շինարարական աշխատանքներ, խոշոր հողերի օգտագործման անհրաժեշտություն՝ ի համեմատ գրունտային ՋՊ-երի,
3. ցածր շահագործման ծախսերը,
4. լրիվ ավտոմատացման հնարավորությունը, ջեռուցման համակարգի հեշտ և պարզ վերահսկումը, պահպանման նվազագույն աշխատանքները,
5. վնասակար և պայթյունավտանգ նյութերի բացակայությունը: Սարքավորումների քիմիական բաղադրիչները սկսում են մարդու համար վնասակար նյութեր արտանետել 400°C -ից բարձր ջերմաստիճանների դեպքում:

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Эволюция тепловых насосов // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы».- сентябрь, 2012.- № 9.
2. **Оганесян Л.С., Казарян М.Г.** Эффективность применения тепловых насосов в условиях Армении // Вестник НПУА: Электротехника, Энергетика. – 2015. -N1.
3. **Кривоногов В.С.** Тепловые насосы как альтернативные источники энергии // В сборнике: “Электроэнергия: от получения и распределения до эффективного использования” / Национальный исследовательский Томский политехнический университет; Редакторы: Б.И. Кудрин, Б.В. Лукутин, А.С. Сайгаш.- Томск, 2012. - С. 125-127.
4. **Шинкевич Т.О., Попкова О.С., Шинкевич О.П.** Компрессионные тепловые насосы в системах отопления // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2011. - № 68. - С. 125-136.
5. **Лунева С.К., Сафин Р.К.** Использование возобновляемых источников энергии: тепловые насосы // Научно-исследовательские публикации - 2014. - № 4 (8). - С. 179-183.
6. Климатические системы. Кондиционирование, вентиляция и отопление.- 2013.
7. Mitsubishi Electric. Changes for the Better. [www.mitsubishi-aircon.com.ua](http://www.mitsubishi-aircon.com.ua).
8. Тепловой насос на смену бойлеру. <http://www.c-o-k.ru/>.

**Ա.Գ. ԹՐՕՏՅԱՆ**

### **ОТОПЛЕНИЕ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗДУШНОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА**

Изучены особенности применения тепловых насосов в системах теплоснабжения и кондиционирования, их виды и предлагаемые на рынке варианты. Рассмотрены темпы развития, сферы использования, проведено сравнение с традиционными источниками энергии. Показаны наиболее благоприятные условия для эффективной работы тепловых насосов, экологические риски, а также законодательные меры, касающиеся тепловых насосов на территории Евросоюза.

**Ключевые слова:** тепловой насос, теплоснабжение, отопление, кондиционирование воздуха, коэффициент преобразования.

**H.G. TOROSYAN**

### **HEATING AND AIR CONDITIONING USING AN AIR HEAT PUMP**

The features of application of heat pumps in the systems of heat supply and conditioning, their types and the variants offered in the market are studied. The rates of development, spheres of use are considered, a comparison with traditional energy sources is carried out. The most favorable conditions for the efficient operation of heat pumps and environmental risks were also studied. The article considers the legislative regulations concerning heat pumps in the EU.

**Keywords:** heat pump, heat supply, heating, air conditioning, conversion rate.