

Մ.Գ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Հ.Տ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

**ՋԷԿԵՐԻ ՇՈԳԵՏՈՒՐԲԻՆՆԵՐԻ ԿՈՆԴԵՆՍԱՏՈՐՆԵՐԻ ՀՈՎԱՑՄԱՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՋԵՐՄՈՒԹՅԱՆ ՕԳՏԱՀԱՆՈՒՄԸ ՋԵՐՄԱՊՈՄՊԱՅԻՆ
ՏԵՂԱԿԱՅԱՆՔԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ**

Ուսումնասիրվել են շոգետուրբինի կոնդենսատորի շրջապտուտային հովացման համակարգի ջրի ջերմության՝ շոգեկոմպրեսիոն ջերմապոմպային տեղակայանքի միջոցով օգտահանման հնարավորությունները: Գնահատվել է շոգեկոմպրեսիոն ջերմային պոմպի աշխատանքի և օգտահանված ջերմության օգտագործման արդյունավետությունը ջերմամատակարարման նպատակով ՋԷԿ-ին հարակից բնակավայրում և արտադրական ձեռնարկություններում՝ ներդրումների հետզնման ժամկետի որոշմամբ:

Առանցքային բաներ. ջերմային էլեկտրակայան, ջերմային պոմպ, երկրորդային էներգառեսուրս, ջերմության օգտահանում:

Վառելիքաէներգետիկական ռեսուրսների նպատակային օգտագործումը ժամանակակից համաշխարհային հիմնախնդիրներից մեկն է, որի հաջող լուծումը, ըստ երևույթին, կունենա որոշիչ նշանակություն ոչ միայն մարդկային հասարակության հետագա զարգացման, այլ նաև նրա բնակության միջավայրի պահպանման համար: Այդ հիմնախնդրի լուծման հեռանկարային ուղիներից մեկը ոչ ավանդական, վերականգնվող էներգաաղբյուրներ օգտագործող էներգախնայողական տեխնոլոգիաների կիրառումն է: Այսօր ջերմության արտադրության էներգախնայողական ամենաարդյունավետ տեխնոլոգիաներից մեկը, որն օգտագործում է այդպիսի էներգաաղբյուրներ, ջերմային պոմպերն են:

Որպես էներգիայի ոչ ավանդական աղբյուրների ավելի լայն օգտագործման գերակա ուղղություն առավել հետաքրքրություն է ներկայացնում ջերմացրտամատակարարման ոլորտը, որը այսօր վառելիքաէներգետիկական ռեսուրսների ամենամեծ սպառողներից մեկն է: Էներգիայի ոչ ավանդական աղբյուրներ օգտագործող ջերմացրտամատակարարման տեխնոլոգիայի առավելությունը, ի համեմատ ավանդական նմանակների, կապված է ոչ միայն շենքերի և շինությունների կենսաապահովման համակարգերում էներգիայի ծախսի կրճատման, այլ նաև դրանց էկոլոգիական մաքրության, ինչպես նաև ինքնավարության աստիճանի բարձրացման հնարավորությունների հետ: Ամենայն հավանականությամբ, հենց այս հատկությունները ոչ հեռու ապագայում որոշիչ դեր կխաղան ինչպես մեր երկրում, այնպես էլ արտերկրում ջերմացրտագեներացնող սարքավորումների մրցակցային շուկայի ձևավորման բնագավառում [1]:

Ջերմային պոմպերի (ՋՊ) կիրառմամբ ջերմացրտամատակարարումը դասվում է էներգախնայողական, էկոլոգիապես մաքուր տեխնոլոգիաների շարքը և ավելի լայն տարածում է գտնում աշխարհում: Այդ տեղակայանքները, մի շարք հեղինակավոր միջազգային կազմակերպությունների կարծիքով, էներգախնայողական այլ տեխնոլոգիաների (արեգակնային, քամու էներգիայի, օվկիանոսի էներգիայի և այլնի օգտագործման) հետ համատեղ, դարձել են XXI դարի առաջատար տեխնոլոգիաներից մեկը [2,3]:

Ջեռուցման համակարգերում ՋՊ-երի շահագործման համար խթան հանդիսացավ անցյալ դարի 70-ական թվականների էներգետիկական ճգնաժամը, երբ զգալիորեն աճեցին վառելիքի գները: 1993թ.-ին տարբեր երկրներում ՋՊ-երի ընդհանուր քանակը գերազանցում էր 12մլն, իսկ տարեկան արտադրությունը կազմում էր 1մլն: Ներկայումս Ճապոնիայում արտադրվում է տարեկան 3մլն ՋՊ, ԱՄՆ-ում՝ 1մլն: Սակայն պետք է նկատի ունենալ, որ դրանց զգալի մասը կազմում են օդորակիչները, որոնք կարող են աշխատել ՋՊ-ի ռեժիմում տարվա եղանակային անցողիկ ժամանակաշրջանում:

Ընդհանուր դեպքում ՋՊ-ն տաքացման և սառեցման համար օգտագործվող տեղակայանք է, որը հնարավորություն է տալիս բարձրացնելու ջերմակրի ջերմաստիճանը ջեռուցման և տաք ջրամատակարարման համար, շրջապատող միջավայրի կամ էլ ցածր ջերմաստիճանային, տնտեսական կամ արդյունաբերական թափոնների ջերմության օգտահանման ուղիով: Դրանք ջերմային էներգիա չեն արտադրում, այլ արտաքին աշխատանքի օգտագործման շնորհիվ տեղափոխում են ջերմությունը ջերմակրից (որն ունի 0...40°C ջերմաստիճան և կոչվում է ցածրպոտենցիալային) ջերմակրին, որն օգտագործվում է ջեռուցման և տաք ջրամատակարարման նպատակով (կոչվում է բարձրպոտենցիալային)՝ տաքացնելով մինչև 50...80°C:

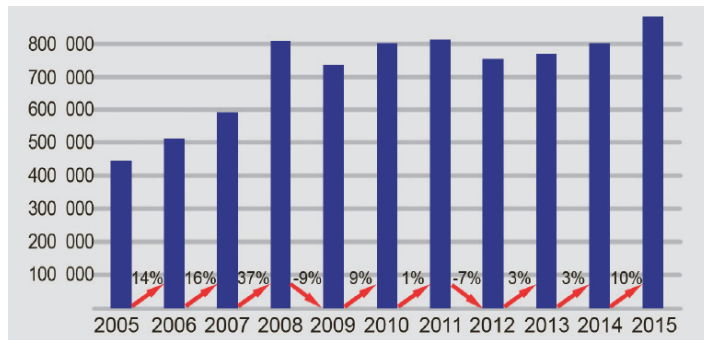
Ջերմապոմպային տեղակայանքները, ըստ աշխատանքի սկզբունքի, դասակարգվում են 3 խմբի՝ կոմպրեսորային (օդակոմպրեսորային և շոգեկոմպրեսորային), սորբցիոն (աբսորբցիոն և ադսորբցիոն) և ջերմաէլեկտրական: Ըստ աշխատանքային առաջնային (մուտքային) և երկրորդային (ելքային) կոնտուրներում օգտագործվող միջավայրերի տեսակների՝ ՋՊ-երը դասակարգվում են 6 խմբի՝ «օդ-օդ», «օդ-ջուր», «ջուր-օդ», «ջուր-ջուր», «հող-օդ», «հող-ջուր»:

Օրինակ, Եվրոպայում տեղակայված ՋՊ-երի 77%-ը որպես ջերմության աղբյուր օգտագործում է արտաքին օդը, մինչդեռ Շվեդիայում, Շվեյցարիայում և Ավստրիայում գերակշռում են ջերմային պոմպերը, որոնք աշխատում են ընդերքի ջերմության հաշվին: Նորվեգիայում արդեն իսկ 1999թ.-ին հաշվառվել է շահագործվող մոտ 27200 ՋՊՏ, ընդ որում, դրանց 67%-ը, որպես ջերմության աղբյուր,

օգտագործում էր արտաքին օդի ջերմությունը, 12%-ը՝ աշխատած օդը, 19%-ը՝ ջրի և ընդերքի ջերմությունը:

Ընդհանուր առմամբ, գրունտը և գրունտային ջրերը՝ որպես ցածր պոտենցիալային ջերմության աղբյուրներ լայնորեն օգտագործվում են Շվեյցարիայում, ԱՄՆ-ում, Ավստրիայում, Գերմանիայում, Ֆինլանդիայում, արեգակնային էներգիան՝ Գերմանիայում, Նորվեգիայում, գետերի, լճերի, ծովերի ջուրը, մաքրված կենցաղային հոսքաջրերը՝ Գերմանիայում, Ճապոնիայում, Շվեդիայում:

Ջերմային պոմպերի հարցերով զբաղվող Եվրոպական գործակալությունը (The European Heat Pump Association) 2015թ.-ի տարեկան հաշվետվությունում ներկայացրել է 2015թ.-ի ՋՊՏ-ների վաճառքի տվյալները, որոնք ներկայացված են նկ. 1-ում, ընդ որում, համաձայն այդ հաշվետվության, 2015թ.-ին ՋՊ-երի եվրոպական շուկան աճել է 10%-ով՝ ի համեմատ 2014թ.-ի տվյալների [4,5]։



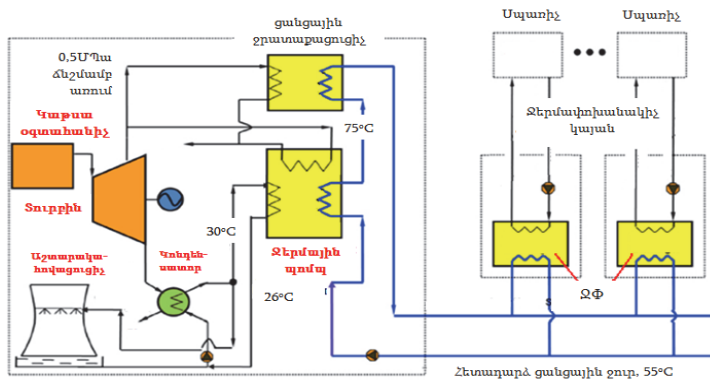
Նկ. 1. ՋՊ-երի վաճառքի վիճակագրությունը Եվրոպայում 2005-2015թթ.

Համաձայն Համաշխարհային էներգետիկական կոմիտեի կանխատեսումների՝ 2020թ. առաջատար երկրներում ջերմային պոմպերով ջեռուցման և տաք ջերմամատակարարման մասնաբաժինը կկազմի 75%:

Ընդհանրացնելով կարելի է ասել. ՋՊ-երը էկոլոգիապես մաքուր կոմպակտ տեղակայանքներ են, որոնք օգտագործում են թափոնային (երկրորդային) և վերականգնվող էներգիայի աղբյուրները՝ օդի, գրունտի, ստորգետնյա ջրերի, հոսքաջրերի և տեխնոլոգիական պրոցեսների արտանետման ջրերի, բաց չսառցող ջրավազանների ջրերի ջերմությունը: Դրա վրա ծախսվում է էլեկտրաէներգիա, սակայն ստացվող ջերմային էներգիայի հարաբերությունը ծախսվող էլեկտրական էներգիային կազմում է 3...7:

Ջերմապոմպային տեղակայանքների կիրառման հեռանկարային ուղղություններից մեկը, ինչպես ցույց է տվել զարգացած տարբեր երկրների փորձը, արդյունաբերական ձեռնարկությունների տեխնոլոգիական պրոցեսների ցածր-պոտենցիալային թափոնային ջերմության օգտահանումն է, մասնավորապես,

ՋԷԿ-երի շրջապտուտային հովացման համակարգերի ջուրը [6]: Նմանօրինակ մոտեցման հաջող փորձ է Չինաստանի Շուզու քաղաքի Շենտու ՋԷԿ-ում ՋՊ-երի կիրառումը: Չինաստանի Շուզու քաղաքի իշխանությունը որոշում էր կայացրել 2012-ին փակել բոլոր ջերմամատակարարման ածխային կաթսայատները: Ամբողջ քաղաքի համար ջեռուցման նոր աղբյուր դարձավ Շենտու ՋԷԿ-ը, որտեղ իրականացվեցին էներգաբլոկների վերակառուցումներ՝ ՋՊ-երի ներդրմամբ: Ջերմամատակարարման համակարգի հիմնական տարրն է ՋՊ-ն, որն օգտագործում է կոնդենսատորի հովացման համակարգի ջերմությունը և փոխանցում է այն տաք ջրամատակարարման համակարգի տաքացման կոնտուր: ՋՊ-երում տաք ջուրը տաքանում է մինչև 75°C, իսկ վերջնական տաքացումը մինչև 130°C իրականացվում է ցանցային տաքացուցիչներում (նկ. 2):



Նկ. 2. Շենտու էլեկտրակայանի վերակառուցված սխեման

ՋՊ-երով ՋԷԿ-ի վերագինման մեկ այլ օրինակ է Նովոսիբիրսկի ՋԷՑ-4-ը: «ОКБ Теплоси́стема» կազմակերպության կողմից նախագծվել և կառուցվել է նոր սերնդի արտորբցիոն փորձարարական ջերմային պոմպ՝ գոլորշային տաքացուցիչով, որի անվանական հզորությունը 2000կՎտ է (АБХН-2000П): ՋՊ-ն տեղակայվել է Նովոսիբիրսկի ՋԷՑ-4-ում: Որպես ցածրպոտենցիալային ջերմաղբյուր օգտագործվել է տուրբինի կոնդենսատորի հովացնող ջուրը: ՋՊ-ի մոտավորապես 2 տարի շահագործման փորձը վկայել է դրա բարձր հուսալիության և տնտեսավետության մասին: Օգտագործված կառուցվածքային և քիմիական նյութերը թույլ են տալիս կանխատեսել ՋՊՏ-ի շահագործման ժամկետը ոչ պակաս 20 տարի: Այդ ՋՊ-ի կոնստրուկցիան երաշխավորվել էր որպես բազային մոդել՝ արդյունաբերական ՋՊ-երի սերիական արտադրության համար:

Վերը բերված օրինակներով ՋՊ-երի կիրառումը ՀՀ-ում կարող է իրականացվել գործող ՋԷԿ-երի երկրորդային էներգառեսուրսների օգտահանման նպատակով: Այդպիսիք կարող են հանդիսանալ Հրազդանի ՋԷԿ-ում տեղակայված

K-200-130 էներգաբլոկները: Սույն աշխատանքում ուսումնասիրվել է K-200-130 էներգաբլոկների կոնդենսացիոն տուրբինների հովացման համակարգի վերակառուցումը HT-9000 մակնիշի ՋՊ-ի տեղակայմամբ, որը թույլ կտա օգտահանել կոնդենսատորների հովացման համակարգի ցածրպոտենցիալային ջերմությունը: Ընդ որում, հարկ է նշել, որ դիտարկվող տարբերակում ջերմային բեռի փակման համար օգտագործվում է շրջանառու ջրի որոշ մասը, թվով 6 ջերմային պոմպերը տեղակայվում են շրջապտուտային համակարգի տաք գծի վրա: Հովացման համակարգից մոտ 36ՄՎտ արտանետվող ջերմության ՋՊ-ում փոխակերպման արդյունքում ստացվում է 45ՄՎտ ջերմային էներգիա, որն ուղղվում է ՋԷԿ-ին հարակից բնակավայրի և արդյունաբերական 2 օբյեկտների ջերմամատակարարմանը: ՋՊ-ում օգտահանվող ջերմությունը ծախսվում է 800 բնակիչներով բնակավայրի (որում տեղակայված են երկհարկանի 100 քաթեջներ) և 2 գործարանների ջերմային բեռի փակման համար:

HT-9000 ՋՊ-ն, որը օգտագործում է անկախ ջրամատակարարման համակարգերի ջերմությունը, նախատեսված է բնակելի և կից կառույցներ ունեցող արտադրական շինությունների ջերմամատակարարման համար տաք և սառը եղանակային պայմաններում: HT-9000 ՋՊ-ի տեխնիկական բնութագրերը տրված են աղ.1-ում, արտաքին տեսքը՝ նկ. 3-ում:

Աղյուսակ 1

HT-9000 ՋՊ-ի հիմնական տեխնիկական բնութագրերը

ՋՊ-ի տեսակը	HT-9000
ՋՊ-ի գաբարիտային չափերը, մ	8,1x4,9x3,75
Ջերմարտադրողականությունը, կՎտ	
8°C ջրի համար	6150
25°C ջրի համար	7500
Ծախսվող էլեկտրական հզորությունը, կՎտ	
25°C ջրի համար	1250
Սառնագենտի ջերմաստիճանը (կոնդենսացման), °C	
R-142b-ի համար	80
R-134-ի համար	60
Ջանգվածը, կգ	
Խլադոն	5600
Յուղ	1600
ՋՊ	60500
Ծախսը, մ ³ /ժ	
տաք ջուր	340
ցածրպոտենցիալային աղբյուրի ջուր	810



Նկ. 3. HT-9000 ՋՊ-ի ընդհանուր տեսքը

HT-9000 մակնիշի ՋՊ-ի թերմոդինամիկական ցիկլի հաշվարկն իրականացնելու համար ելակետային բնութագրիչ տվյալները բերված են աղ.2 -ում, իսկ հաշվարկի վերջնարդյունքները՝ աղ.3-ում:

Աղյուսակ 2

Ելակետային տվյալները

Պարամետրի անվանումը	Նշանակումը	Արժեքը
1	2	3
ջերմային բեռնվածքը	$Q_{ջս}$	7500 կՎտ
ցածրատենցիալային ջերմակրի (ջրի) ջերմաստիճանը ՋՊ-ի մուտքում	t_{g1}	25°C
ցածրատենցիալային ջերմակրի (ջրի) ջերմաստիճանը ՋՊ-ի ելքում	t_{g2}	15°C
բարձրատենցիալային ջերմակրի (տաք ջրի) ջերմաստիճանը ՋՊ-ի մուտքում	t_{p2}	55°C
բարձրատենցիալային ջերմակրի (տաք ջրի) ջերմաստիճանը ՋՊ-ի ելքում	t_{p1}	80°C
շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանը	$t_{շմ}$	-10°C
ջերմաստիճանային էջքը գոլորշացուցում	Δt_q	10°C
ջերմաստիճանային էջքը կոնդենսատորում	Δt_k	5°C
ջերմաստիճանային էջքը միջանկյալ ջերմափոխանակիչում (լրահովացուցիչ)	$\Delta t_{լհ}$	5°C
սառնագենտի գոլորշու գերտաքացումը միջանկյալ ջերմափոխանակիչում	$\Delta t_{մջ}$	5°C

Հաշվարկային արդյունքներ

Մեծության անվանումը	Բանաձևը	Արժեքը
Շոգեկոմպրեսիոն ՋՊՏ-ի օ.գ.գ-ն	$\eta = \frac{(q_{լ} + q_{ւջ}) \cdot \tau_q}{I_{կմ}}$	0,86
Սառնարանային գործակից	$\varepsilon = \frac{q_0}{I_{կմ}}$	4.26
ՋՏՊ-ի ջերմային օ.գ.գ-ն	$\eta_2 = \frac{q_0}{q_0 + I_{կմ}}$	0,81
ՋՏՊ-ի ընդհանուր օ.գ.գ-ն	$\eta_{\text{ՋՏՊ}} = \mu \cdot \eta_{կմ} \cdot \eta_i \cdot \eta_2$	3.44

ՋՊՏ-ից ջերմամատակարարման համակարգի տնտեսական արդյունավետության գնահատման նպատակով իրականացվել են բիզնես-պլանի կազմում և ֆինանսական ներդրումների հետգնման ժամկետի որոշում: Այդ նպատակով իրականացվել են բնակելի ավանի և արդյունաբերական 2 կազմակերպությունների ջերմամատակարարման տարեկան ջերմային բեռի, ինչպես նաև ՋՊ-երով ջերմամատակարարման համակարգի ներդրումային ծախսերի գնահատում և ջերմային էներգիայի ինքնարժեքի որոշում:

Արդյունքներն ընդհանրացված են աղ. 4.-ում:

Բիզնես պլանի բնութագրիչ մեծությունները

Մեծության անվանումը	Արժեք	Չափման միավոր
1	2	3
Ներսի օդի ջրմաստիճանը	20	°C
Արտաքին օդի ջերմաստիճանը	-18	°C
Բնակելի տան կառուցապատված ծավալը՝ ըստ արտաքին եզրագծի	720	մ ³
Ջեռուցման համար անհրաժեշտ ջերմության միջին ժամային ծախսը	69,34	ՄՋ/ժամ
Բնակելի ավանի ջեռուցման համար ջերմության տարեկան ծախսը(100 տուն)	20233	ԳՋ/տարի
Ջերմության տարեկան ծախսը տաք ջրամատակարարման համար	$4,21 \cdot 10^3$	ԳՋ/տարի
Տաք ջրամատակարարման համար ջերմության տարեկան ծախսը առաջին ձեռնարկության համար	$125.9 \cdot 10^3$	ԳՋ/տարի

Աղյուսակ 4-ի շարունակությունը

1	2	3
Տաք ջրամատակարարման համար ջերմության տարեկան ծախսը երկրորդ ձեռնարկության համար	$157,6 \cdot 10^3$	ԳՋ/տարի
Ջերմամատակարարման համար ջերմության տարեկան գումարային ծախսը	$308 \cdot 10^3$	ԳՋ/տարի
Ներդրումային ծախսերը՝ ներառյալ կապիտալ ներդրումների, աշխատավարձերի, ՋՊՏ-ի սարքավորումների, վերանորոգման ծախսերը, ջերմային պոմպի տեղադրման, ջերմային ցանցի մոնտաժման և այլ ծախսեր	$1047 \cdot 10^6$	դրամ
1 Գկալ ջերմային էներգիայի ինքնարժեքը	3400	դրամ/ԳՋ

Եզրակացություն: ԶԷԿ-երում ջերմապոմպային տեղակայանքների կիրառման ներկայացված սխեմատիկական լուծումները թույլ են տալիս մեծացնել շոգեփոխանակման տեղակայանքի ջերմային տնտեսավետությունը՝ ի հաշիվ ցածր պոտենցիալային ջերմության օգտահանման: Ընդ որում, դիտարկված դեպքերում օգտահանված ջերմությունը հնարավոր է օգտագործել ինչպես կայանի ներքին կարիքների համար, այնպես էլ արտաքին (ջերմամատակարարման) սպառման նպատակով, որը մեծացնում է վառելիքի ջերմության օգտագործման գործակիցը:

Հետզնման ժամկետի համեմատական գնահատման համար դիտարկվել է 2 տարբերակ, երբ ջերմային էներգիան կգնվի ՀՀ-ում գործող սակագնով որևէ կազմակերպությունից (ըստ ՀՀ էներգետիկայի ոլորտում Հանրային ծառայությունների տվյալների՝ ջերմային էներգիայի սակագինը կազմում է մոտ 5200դրամ/ԳՋ), և երբ կարտադրվի բնական գազով աշխատող կաթսայատանը (եթե ընդունենք ըստ ՀՀ էներգետիկայի ոլորտում Հանրային ծառայությունների տվյալների՝ գազի սակագինը 242.1 ԱՄՆ դոլլար/1000մ³, գազի միջին կալորիականությունը՝ 8000կկալ/մ³, կաթսայատան օ.գ.գ.-ն՝ 85...90%, ապա ջերմային էներգիայի սակագինը կկազմի մոտ 4000դրամ/ԳՋ): Առաջին տարբերակում հետզնման ժամկետը կազմում է 1.26 տարի, իսկ 2-րդ տարբերակի դեպքում՝ 3.14 տարի: Ստացված արժեքներից կարելի է միանշանակ ենթադրել, որ դիտարկվող 2 դեպքերի համեմատության արդյունքով՝ ջերմապոմպային տեղակայանքով ջերմամատակարարման իրականացման համար ներդրումները արդարացված կլինեն:

Այսպիսով, ՋՏՊ-ի հիմնական տարբերությունը, ջերմամատակարարման այլ աղբյուրի հետ համեմատած, այն է, որ ջերմային սպառման բավարարումը դիտարկվող դեպքում ապահովվում է 80% թափոնային կամ ԶԷԿ-ի հովացման համակարգից արտանետվող ջերմության օգտահանմամբ, և միայն 20%-ն է ապահովվում ի հաշիվ էլեկտրական էներգիայի ծախսի (եթե կոմպրեսորը աշխատում է էլեկտրահաղորդակով):

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Հովհաննիսյան Լ.Ս. Էներգախնայողություն և էներգետիկական մենեջմենթ: Դասագիրք.-Եր.:Ճարտարագետ, 2008.-442էջ:
2. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: Учебник/ Под руководством проф. О.Л. Данилова.-М.: МЭИ, 2002.-188с.
3. Данилов Н.И., Евпланов А.И., Михайлов В.Ю., Щелоков Я.М. Энергосбережение. Введение в проблему. -Екатеринбург: ИД "Сократ", 2001. - 208 с.
4. Тепловые насосы в современной промышленности и коммунальной инфраструктур: Информационно–методическое издание / Е.Г. Гапо, С.А. Козлов, В.С. Пузаков и др. — М.: Издательство «Перо», 2017. — 204 с.
5. Кологривых А.С., Семиненко А.С. Обзор мирового и российского рынков теплонасосных установок. - С. 10-12. <http://www.scienceforum.ru/2013/43/5803>
6. Кубашов С.Е., Шарапов Б.И., Кузьмин А.В. Использование тепловых насосов в схеме ТЭС для регенерации теплоты циркуляционной воды// Теплоэнергетика и теплоснабжение.- Ульяновск, 2009.-С. 97-99.

Մ.Գ. ԿԱԶԱՐՅԱՆ, Ա.Թ. ԳՐԻԳՐՅԱՆ

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ КОНДЕНСАТОРОВ ПАРОТУРБИН ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ

Исследованы возможности утилизации тепла воды системы оборотного охлаждения конденсатора паровой турбины с применением парокомпрессионной теплонасосной установки. С этой целью проведена оценка эффективности парокомпрессионного теплового насоса и использования утилизируемого тепла для теплоснабжения расположенных рядом с ТЭС населенного пункта и промышленных объектов с определением срока окупаемости инвестиций.

Ключевые слова: тепловая электростанция, тепловой насос, вторичный энергоресурс, утилизация тепла.

M.G. GHAZARYAN, H.T. GRIGORYAN

INVESTIGATING THE EFFICIENCY OF DEEP COOLING OF FLUE GASES OF HEAT-POWER PLANTS IN THE CONDENSING HEAT EXCHANGER

The possibilities of the water heat utilization of the recycling cooling system of the steam turbine condenser with application of vapor compression heat pump plant are investigated. For this purpose, estimation of the effectiveness of vapor compression heat pump, and the use of the utilized heat for the heat supply of the settlement and industrial facilities near to the TPP has been carried out to determine the payback period of investments.

Keywords: thermal power plant, heat pump, secondary energy resources, heat utilization.