

Ռ.Ա. ՌԱՖԵԱՆ, Ռ.Զ. ՄԱՐՈՒԽՅԱՆ, Ռ.Գ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

**ԳՏՏ ԿՈՄՊԼԵՍՈՐ ՆԵՐՄՈՎՈՂ ՕԴԻ ԶՐԱՅԻՆ ՄՇՈՒՇԱՊԱՏՄԱՄԲ ՀՈՎԱՑՄԱՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՏԵԽՆԻԿԱՏՆԵՍԱԿԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿ
(ԵՐՋԷԿ-Ի ՕՐԻՆԱԿՈՎ)**

ԵրՋԷԿ-ի համակցված շոգեգազային էներգաբլոկի օրինակով դիտարկվել է գազատուրբինային տեղակայանք մատուցվող օդի հովացման ջրային մշուշապատման համակարգի տեխնիկատնտեսական շահավետությունը:

Առանցքային բառեր. գազատուրբինային տեղակայանք, ջրային մշուշապատում, խոնավ հովացման համակարգ, համակցված ցիկլ, ԵրՋԷԿ:

Ջրային մշուշապատման համակարգը հանդիսանում է գազատուրբինային տեղակայանք մատուցվող օդի հովացման ամենատարածված միջոցը: Համակարգի աշխատանքի ժամանակ ծախսվում են էլեկտրական էներգիա և քիմիապես մաքրված ջուր, որը պատրաստվում է կայանի քիմիական արտադրամասում, ինչպես նաև հավելյալ վառելիք: Այդպիսի որևէ համակարգի տարեկան շահագործման ծախսերի համար կարելի է գրել՝

$$3 = \sigma * K + \Theta, \quad (1)$$

որտեղ 3-ն տարեկան ծախսերն են, σ -ն՝ կապիտալ ներդրումների ետգնման գործակիցը, K-ն՝ կապիտալ ներդրումները, Θ -ն՝ տարեկան շահագործման ծախսերը:

Հովացման համակարգի ստեղծած հավելյալ եկամուտը (II) կլինի դրա աշխատանքով պայմանավորված ավել արտադրված էլեկտրական էներգիայի վաճառքից գոյացած եկամուտը:

Հովացման ջրային մշուշապատման համակարգի տեղակայման արժեքը հաշվարկվում է ըստ Էքսպերտային գնահատման արժեքի, որը կազմում է 4 \$/կՎտ տեղակայված հզորություն՝ ըստ նախագծային հզորության [1]: Այսինքն, ԵրՋԷԿ-ի դեպքում այդ հզորությունը կազմում է 172000 կՎտ, որը հանդիսանում է միայն ԳՏՏ-ի հզորությունը, քանի որ հովացման համակարգի ձևը կախված չէ ԳՏՏ-ի համակցված կամ պարզ ցիկլով աշխատելու փաստից: Հետևաբար՝ հովացման համակարգի տեղակայման արժեքը կլինի $251,1 \cdot 10^6$ ղր:

$$K = 251,1 \cdot 10^6 \text{ ղր} :$$

Տարեկան շահագործման ծախսերի և հավելյալ եկամուտների համար կարող ենք գրել՝

$$\Theta = \Theta_{\text{էլ}} + \Theta_{\text{ջ}} + \Theta_{\text{վ}}, \quad (2)$$

$$\Theta_{\text{էլ}} = W_{\text{տ}} * c_{\text{էլ}} * \tau, \quad (3)$$

$$\Theta_{\text{ջ}} = G_{\text{ջ}} * c_{\text{ջ}} * \tau, \quad (4)$$

$$\Theta_{\text{վ}} = G_{\text{հ.վ.}} * c_{\text{վ}} * \tau, \quad (5)$$

$$\Pi = \Pi_{\text{էլ}}, \quad (6)$$

$$\Pi_{\text{էլ}} = \Delta N * c_{\text{էլ}} * \tau, \quad (7)$$

որտեղ τ -ն հովացման համակարգի կիրառման տևողությունն է, ΔN -ն՝ հովացման համակարգի գործունեության հետևանքով ավելացած հզորության չափը (*կՎտ*), $c_{\text{էլ}}$ -ն՝ էլեկտրական էներգիայի ինքնարժեքը (*դր*), $c_{\text{ջ}}$ -ն՝ քիմիապես մաքրված ջրի ինքնարժեքը (*դր*), $c_{\text{վ}}$ -ն՝ վառելիքի գինը (*դր*), $W_{\text{տ}}$ -ն՝ հովացման տեղակայանքի հզորությունը (*կՎտ*), $G_{\text{ջ}}$ -ն՝ հովացման համար ծախսվող ջրի քանակությունը, $G_{\text{հ.վ.}}$ -ն՝ հավելյալ ծախսվող վառելիքի քանակը:

Քիմիապես աղազրկված ջրի ինքնարժեքը հաշվարկենք Հրազդանի 5-րդ էներգաբլոկում տեղակայված քիմիական արտադրամասի աղազրկման տեղակայանքի տվյալների հիման վրա: Քանի որ ԵրՋԷԿ-ից առաքվող էլեկտրական էներգիայի սակագնի մեջ արդեն իսկ ներառված է արտադրվող քիմիապես աղազրկված ջրի ինքնարժեքը, և որում ներառված են քիմիական արտադրամասում տեղակայված սարքավորումների կապիտալ ներդրումները, ամորտիզացիոն ծախսերը և այլն, ուստի խոնավ հովացման համակարգի համար օգտագործվող ջրի ինքնարժեքը որոշելու համար անհրաժեշտ է հաշվարկել միայն պահանջվող հավելյալ ջրի արտադրության վրա ծախսվող նյութերի և հում ջրի արժեքների հետ կապված ծախսերը:

Այսպես, ըստ Հրազդանի 5-րդ էներգաբլոկում տեղակայված ջրի աղազրկման տեղակայանքի անձնագրային տվյալների՝ 1000 մ^3 քիմիապես աղազրկված ջուր ստանալու համար անհրաժեշտ է 1650 մ^3 հում ջուր: Որպես հում ջուր Երևանի ՋԷԿ-ն օգտագործում է խմելու ջուր, որի արժեքը, ըստ «ԵրևանՋուր» ընկերության սահմանած սակագնի, կազմում է 153,85 $\text{դր}/\text{մ}^3$ [2]: Պահանջվող մյուս բաղադրիչների քանակները և արժեքները ներկայացված են աղ.1 –ում:

Աղյուսակ 1

Քիմիապես աղազրկված ջրի (ՔԱՋ) պատրաստման համար անհրաժեշտ ռեագենտների անվանումները, պահանջվող քանակությունները և գները

	ՔԱՋ արտադրության համար պահանջվող ռեագենտի անվանումը	Քանակությունը		Ռեագենտի միավորի գինը		Ռեագենտի գինը 1 մ ³ ՔԱՋ-ի արտադրության համար	
		չափ. միավոր	մեծությ.	չափ. միավոր	մեծությ.	չափ. միավոր	մեծությ.
1	Հիպոքլորիդ	գր/մ ³	9,720	\$ / կգ	0,660	դր/մ ³	2,4
2	Լիմոնաթթու	գր/մ ³	23,600	\$ / կգ	3,240	դր/մ ³	28,3
3	Նատրիումի հիդրոքսիդ, պինդ	գր/մ ³	21,400	\$ / կգ	1,800	դր/մ ³	14,3
4	Նատրիումի մետաբիսուլֆիտ	գր/մ ³	1,530	\$ / կգ	3,600	դր/մ ³	2,0
5	Կոագուլյանտ՝ ալյումինի պոլիոքսիքլորիդ	գր/մ ³	58,200	\$ / կգ	2,700	դր/մ ³	58,1
6	Կայունացուցիչ Purotech R0107	գր/մ ³	2,920	€ / կգ	3,444	դր/մ ³	5,3
7	Քարտրիջ 2.5" x 40" 5 մկմ	հատ/մ ³	0,00067	\$ / հատ	48,00	դր/մ ³	11,9

Աղ.1-ում բերված տվյալների և հում ջրի գնի հիման վրա հաշվարկների արդյունքում 1 մ³ քիմիապես աղազրկված ջրի համար ստանում ենք 376,2 դր/մ³ արժեքը:

Մտ-ի համար կարելի է գրել՝

$$W_{\text{տ}} = k_2 \frac{PG_2}{\eta_{\text{ս}} \eta_2}, \quad (8)$$

որտեղ P-ն ջուրը մղող պոմպի զարգացրած ճնշումն է, Պ_ս, G₂-ն՝ ջրի ծախսը, մ³/վ-ով, k₂-ն՝ շարժիչի պաշարի գործակիցը, η_ս-ն և η₂-ն՝ համապատասխանաբար պոմպի և շարժիչի օ.գ.գ.-ները:

Պոմպի զարգացրած ճնշումը հովացման համակարգի նորմալ աշխատանքի համար հավասար է 20 ՄՊա: $k_{պ}$ -ն ընդունում ենք հավասար 1,2-ի: $\eta_{պ}=85\%$, $\eta_2=86\%$: G_2 -ն հաշվարկվում է տվյալ մթնոլորտային պայմանների դեպքում օդի զանգվածային խոնավապարունակության միջոցով՝ $d_{դօ}$: Նախ հաշվվում է առանց հովացման դեպքի համար $d_{դօ}$ -ն և այն բազմապատկվում այդ դեպքում ԳՏՏ կոմպրեսորում օդի զանգվածային ծախսով: Հովացման համակարգի աշխատանքի դեպքում կոմպրեսորի մուտքում օդի հարաբերական խոնավությունը հասնում է 100%-ի, և արդեն հովացած օդի դեպքում հաշվարկելով $d_{դօ}$ -ն՝ այն բազմապատկում ենք այդ դեպքում օդի զանգվածային ծախսով:

ԵրՋԷԿ-ի համար բնական գազի սակագինը 88,75 $\eta p/մ^3$ է, իսկ առաքվող էլեկտրական էներգիայի ինքնարժեքը 8,04 $\eta p/կՎտժ$ [2]: Այս բոլորը հաշվի առնելով, աղ.2 և 3-ում բերված միջին ջերմաստիճանի և տևողականության դեպքում ստանում ենք՝ $\Theta=2,38 \cdot 10^6 \eta p$, իսկ $\Pi=85,7 \cdot 10^6 \eta p$:

Աղյուսակ 2

Միջին ամսական ջերմաստիճանների տևողություններն ըստ ամիսների Երևան քաղաքի համար [3]

Ջերմաստիճան		Ամիսներ								
-ից	մինչև	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15,1	20	0,2	6,7	16,8	7,9	0,6	0,8	12	8,5	0,08
20,1	25	0	0,3	7	17,4	12,9	13,9	14,1	0,5	0
25,1	30	0	0	0	4,1	16,4	15,9	1,5	0	0
30,1	35	0	0	0	0	1	0,4	0	0	0

Աղյուսակ 3

Միջին ամսական ջերմաստիճանների տևողություններն ըստ ժամերի Երևան քաղաքի համար

Միջին ջերմաստիճան	Ժամեր									
	3-րդ ամիս	4-րդ ամիս	5-րդ ամիս	6-րդ ամիս	7-րդ ամիս	8-րդ ամիս	9-րդ ամիս	10-րդ ամիս	11-րդ ամիս	Գույ՝ մար
17,5	-	160,8	403,2	189,6	14,4	19,2	288	204	-	1279,2
22,5	0	7,2	168	417,6	309,6	333,6	338,4	12	0	1586,4
27,5	0	0	0	98,4	393,6	381,6	36	0	0	909,6
32,5	0	0	0	0	24	9,6	0	0	0	33,6

Աղ.4-ում ներկայացված են աղ.3-ում բերված դիտարկվող միջին ջերմաստիճանների դեպքում վերը նկարագրված հաշվարկների արդյունքները:

Աղյուսակ 4

Ջրային մշուշապատման համակարգի տեխնիկատնտեսական ցուցանիշները ԵրՋԷԿ-ի համար

Առանց հովացման		հովացմամբ		τ, ժամ	G _{ջուր} , կգ /վ	N _{պոմպ} , կՎտ	ΔN, կՎտ	3, ՊՊ	Π, ՊՊ	Π-3, ՊՊ
t, °C	φ, %	t, °C	φ, %							
17,5	49,9	11,5	100	1279,2	1,27	41,9	8374,5	2812272	86130221	82006712
22,5	49,9	15,6	100	1586,4	4,66	153,6	8610	12179761	109816289	91677056
27,5	49,9	19,7	100	909,6	1,67	55,9	9362	2626034	68466142	64594720
32,5	49,9	23,9	100	33,6	1,94	63,9	10150	110641	2741883	2578699

Ինչպես երևում է աղ.4-ից, ամբողջ տարվա ընթացքում հովացման համակարգի 3808,8 ժամ աշխատանքի ընթացքում ծախսվում է $17,7 \cdot 10^6$ ՊՊ հավելյալ վառելիքի, աղագրկված ջրի և պոմպի ծախսած էլեկտրական էներգիայի համար, իսկ ավելացած հզորության հաշվին արտադրվում է $267,1 \cdot 10^6$ ՊՊ արժողությամբ էլեկտրաէներգիա: Ուստի տարեկան հավելյալ եկամուտի և ծախսերի տարբերությունը կազմում է $249,4 \cdot 10^6$ ՊՊ:

Կատարենք տարեկան շահագործման ծախսերի և հավելյալ եկամուտի տարբերության հաշվարկ երկու տարբերակով՝ առաջինում ընդունելով σ-ն հավասար 0,121-ի, որը համապատասխանում է 8,3 ետգնման տարիներին, որը ընդունված գործակից է էներգետիկական օբյեկտների համար: Երկրորդ դեպքում հաշվարկենք տարեկան եկամուտը և գտնենք σ-ի նվազագույն արժեքը, այսինքն՝ կապիտալ ներդրումների ետգնման նվազագույն ժամկետը: σ-ի 0,121 արժեքի համար՝

$$3=0,121 \cdot 251,1 \cdot 10^6 + 17,7 \cdot 10^6 = 47,9 \cdot 10^6 \text{ ՊՊ,}$$

իսկ

$$\Pi = 267,1 \cdot 10^6 \text{ ՊՊ:}$$

$$\text{Ուստի՝ } \Pi - 3 = 219,1 \cdot 10^6 \text{ ՊՊ:}$$

Այսինքն՝ տարեկան մաքուր հավելյալ եկամուտը կկազմի $219,1 \cdot 10^6$ ՊՊ:

Երկրորդ դեպքի համար հաշվարկենք 3-ն՝ առանց կապիտալ ներդրումների ետգնման մասնաբաժնի: Այն հավասար կլինի $17,7 \cdot 10^6$ ՊՊ, իսկ Π-ն կլինի հավասար կլինի $267,1 \cdot 10^6$ ՊՊ: Եվ $\Pi - 3 = 249,4 \cdot 10^6$ ՊՊ: Եթե K-ն բաժանենք (Π-3)-ի վրա, կստանանք կապիտալ ներդրումների ետգնման նվազագույն ժամկետը՝ 1,007 տարի, կամ σ=0,99-ի:

Եզրակացություն. Հաշվարկների արդյունքները ցույց են տալիս, որ Երևան քաղաքի պայմաններում ԵրԶԷԿ-ի գազատուրբինային տեղակայանքի մուտքում օդի հովացման ջրային մշուշապատման համակարգի տեղադրումը տնտեսապես շահավետ է, և այդպիսի համակարգի ետգնման ժամկետը կազմում է 1,007 տարի:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. GT inlet-air cooling boosts output on warm days to increase revenue By Dharam V Punwani, Avalon Consulting Inc and Ray Pasteris, Strategic Energy Services Inc.
2. ՀՀ Հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողով. www.psrc.am
3. Справочник по климату СССР. Выпуск 16: Армянская СССР. Часть 4.-Л., 1969.-195 с.

ՀԱՊՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 12.02.2015:

Ր.Ա. ՐԱԲՅԱՆ, Վ.Յ. ՄԱՐՈՒԽՅԱՆ, Ր.Գ. ԽԱՇԱՏՐՅԱՆ

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОСТУПАЮЩЕГО В КОМПРЕССОР ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ ВОЗДУХА ВОДЯНЫМ ТУМАНООБРАЗОВАНИЕМ (НА ПРИМЕРЕ ЕрТЭЦ)

Исследована технико-экономическая эффективность системы охлаждения поступающего в компрессор ГТУ воздуха водяным туманообразованием на основе парогазового энергоблока ЕрТЭЦ.

Ключевые слова: газотурбинная установка, водяное туманообразование, система мокрого охлаждения, комбинированный цикл, ЕрТЭЦ.

R.A. RAFYAN, V.Z. MARUKHYAN, R.G. KHACHATRYAN

TECHNICAL AND ECONOMIC CALCULATIONS OF GT COMPRESSOR INTAKE AIR COOLING SYSTEM BY FOGGING (ON YCCPP EXAMPLE)

The technical and economic efficiency of GT compressor air intake cooling system by fogging on the basis of the gas-steam power unit of YCCPP is investigated.

Keywords: gas turbine plant, water fogging, wet cooling system, combined cycle, YCCPP.