

Ո.Զ. ՄԱՐՈՒԽՅԱՆ, Ռ.Ա. ՌԱՖԻՅԱՆ

ԲՆԱԿԼԻՄԱՅԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՐԵՎԱՆԻ ՋԷԿ-Ի
ՀԱՄԱԿՑՎԱԾ ԷՆԵՐԳԱԲԼՈԿԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՎՐԱ

Դիտարկվել է բնակլիմայական պայմանների ազդեցությունը համակցված ցիկլով աշխատող գազատուրբինային և շոգետուրբինային տեղակայանքների աշխատանքի վրա: Տրվել է ԵրՋԷԿ-ի համակցված շոգեգազային էներգաբլոկի վրա բնակլիմայական պայմանների ազդեցության գնահատականը՝ տարեկան կտրվածքով: Ներկայացվել է նաև ԵրՋԷԿ-ի շոգեգազային էներգաբլոկում գազատուրբինային տեղակայանք մատուցվող օդի ջրային մշուշապատման հովացման համակարգի կիրառման դեպքում հնարավոր վերականգնվող թերաբաղադրանքի հաշվարկ:

Առանցքային բառեր. գազատուրբինային տեղակայանք, շոգեուժային տեղակայանք, համակցված ցիկլ, բնակլիմայական պայմաններ:

Շոգեգազատուրբինային տեղակայանքները էլեկտրական և ջերմային էներգիաների համակցված արտադրության առավել ժամանակակից և հեռանկարային սարքավորումներից են, և պատահական չէ, որ վերջիններիս բավականաչափ ընդգրկում կիրառումը աշխարհի շատ երկրներում հնարավորություն տվեց էապես բարձրացնել էլեկտրականների շահավետության ցուցանիշները և բարելավել դրանց էկոլոգիական բնութագրերը: Միևնույն ժամանակ, վերոնշյալ սարքավորումների յուրացման ժամանակահատվածը և արդեն իսկ կուտակված շահագործման փորձը բացահայտեցին դրանց առնչվող որոշակի խնդիրներ, որոնցից մեկին անդրադարձ է կատարվում սույն հոդվածի շրջանակներում: Խոսքը վերաբերում է գազատուրբինային տեղակայանքի կոմպլեքսը ներծծվող, այրման պրոցեսի իրականացման համար անհրաժեշտ օդի ջերմաստիճանին: Վերջինս բնակլիմայական պայմաններից խիստ կախված մեծություն է և ենթակա է փոփոխությունների ինչպես սեզոնային, այնպես էլ տարեկան կտրվածքով: Բնական է, որ ամառային ժամանակահատվածում կոմպլեքսը ներծծվող օդի ջերմաստիճանը զգալիորեն բարձրանում է, որի արդյունքում նվազում է սեղմման ենթարկվող օդի էլակետային խտությունը, և, այդպիսով, կրճատվում է վերջինիս զանգվածային ծախսը: Արդյունքում՝ նվազում է գազային տուրբինում բանաձ գազերի էներգիան, որն ուղղվում է շոգեգազատուրբինային տեղակայանքի օգտահանիչ կաթսա: Ի հետևանք նշվածի՝ օգտահանիչ կաթսայում գեներացվող շոգու քանակը ևս նվազում է: Այս հիմնախնդիրը կարող է լուծվել կոմպլեքսը ներծծվող օդի հովացման ճանապարհով: Հարկ է նշել, որ վաղուց հայտնի այդ մեթոդի կիրառման շրջանակները բավականաչափ ընդլայնվում են՝ շնորհիվ էներգետիկ ոլորտի ռեսուրսային կտրուկ աճի և շուկայական հարաբերությունների ավելի խոր ներթափանցման, որի արդյունքում էլեկտրաէներգիայի համեմատաբար ցածր արժեքի

պայմաններում աճում է տեղակայված միավոր հզորության տեսակարար արժեքը: Գազատուրբինային տեղակայանք ներծծվող օդի հովացման ճիշտ տեխնոլոգիայի ընտրությունը ոչ միայն տեխնիկական, այլև էկոլոգիական խնդիր է: Օպտիմալ տարբերակի ընտրումն ապահովում է սարքավորումների շահագործման բարձր շահավետությունը և ծախսերի արագ հետգնումը: ՀՀ էներգետիկ ոլորտում շոգեգազատուրբինային տեխնոլոգիայի ներդրման անվիճարկելի առաջնությունը պատկանում է “Երևանի ՋԷԿ” ՓԲԸ-ին, որի արդիականացման ու վերակառուցման ծրագրի շրջանակներում հնարավոր եղավ իրականացնել խոշորագույն նախագիծ՝ հանրապետության մայրաքաղաքի միակ ջերմաէլեկտրակենտրոնին հարակից տարածքում գերժամանակակից, բարձրարտադրողական և բնապահպանական տեսանկյունից առավել անբասիր համակցված շոգեգազային ցիկլով աշխատող էլեկտրակայանի (էներգաբլոկի) կառուցման ուղղությամբ: Երևանի համակցված շոգեգազային ցիկլով էլեկտրակայանը (ՀՇԳՑԷ), որի կառուցումն իրականացվեց “բանալի” սկզբունքով (նախագծումից մինչև շահագործման հանձնումը), ունի հետևյալ տեխնիկական բնութագրերը՝

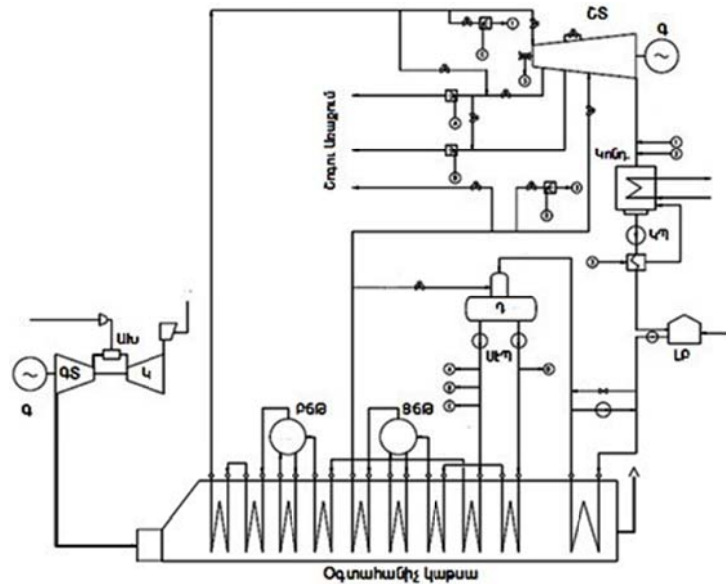
- տեղակայված ընդհանուր հզորությունը 271,7 ՄՎտ է, որից էլեկտրականը՝ 242 ՄՎտ, ջերմային հզորությունը 434,9 ԳՋ/ժ,
- շվեյցարական “Alstom” ընկերության արտադրության GT13E2 MXL տիպի գազային տուրբինը՝ 179,9 ՄՎտ տեղակայված հզորությամբ,
- ճապոնական “Fuji” ընկերության արտադրության ջերմաֆիկացման շոգե-տուրբինը՝ 63 ՄՎտ տեղակայված էլեկտրական հզորությամբ, 103,7 Գկալ/ժամ ջերմային էներգիայի առաքմամբ,
- կորեական “SEC” ընկերության արտադրության օգտահանիչ շոգեգեներատորը:

Վերոնշյալ էներգաբլոկի սկզբունքային ջերմային սխեման բերված է նկ. 1-ում:

Անդրադառնալով հողվածի սկզբնամասում բերված դիտողություններին գազատուրբինային տեղակայանք ներծծվող արտաքին օդի ջերմաստիճանի առնչությամբ, պետք է արձանագրենք այն իրողությունը, որ նշվածը իրավացի է Երևանի ՀՇԳՑ-ի համար ևս, եթե նկատի ունենանք, որ այն նախագծված է օդի տարեկան միջին ջերմաստիճանի 12 °C և օդի հարաբերական խոնավության 56% ելակետային պարամետրերի համար, ինչը, բնականաբար, չի կարող չհանգեցնել ինչպես սեզոնային(ամառ), այնպես էլ տարվա կտրվածքով էներգաբլոկի էլեկտրական էներգիայի թերարտադրման՝ կապված ներծծվող օդի բարձր ջրմասստիճանի հետ: Ստորև փորձ է արվում համապատասխան հաշվարկային ալգորիթմի իրականացման ճանապարհով գնահատելու նշված թերարտադրանքի չափը և դիտարկելու վերջինիս փոխհատուցման հնարավորությունը կոմպրեսոր ներծծվող օդի ջերմաստիճանի նվազեցման մեխանիզմի կիրառմամբ:

Ջերմաստիճանի փոփոխության ազդեցությունը շոգեգազային ցիկլի վրա պարզելու ճանապարհին գոյություն ունեցող բարդություններից մեկը ցիկլի շոգեջրային

մասի վրա ԳՏՏ-ի աշխատանքային պարամետրերի համապատասխան փոփոխությունների ազդեցության գնահատումն է:



Նկ. 1. ԵրՋԷԿ-ի համակցված ցիկլով էներգաբլոկի ՍՋՍ:

ԳՏ-զազային տուրբին, ՇՏ-շոգետուրբին, Գ-գեներատոր, Կ-կոմպրեսոր, ԱԽ-այրման խուց, Դ-դեներատոր, ԲՃԹ-բարձր ճնշման թմբուկ, ՅՃԹ-ցածր ճնշման թմբուկ, ԼԲ-լրասնուցման բաք, ՄԷՊ-սնող էլեկտրական պոմպ, ԿՊ-կոնդենսատային պոմպ

Կոմպրեսորում օդի ծավալային ծախսը օդի 15 °C ջերմաստիճանի և 60% հարաբերական խոնավության պարագայում հավասար է 523,08 կգ/վ [1]: Քանի որ այդ պայմաններում օդի խտությունը կազմում է 1,22 կգ/մ³, ապա կոմպրեսորի ծավալային ծախսը կազմում է 428,65 մ³/վ: Այս ծավալային ծախսը հաստատուն մեծություն է:

Հետևաբար, ԳՏՏ հզորությունը նշված պայմաններում հավասար կլինի 155,2 ՄՎտ: Այս նույն պայմաններում ԵրՋԷԿ-ի համակցված ցիկլով աշխատող էլեկտրակայանի շոգետուրբինի հզորությունը մաքուր կոնդենսացիոն ռեժիմում հավասար է 63,4 ՄՎտ: Այդ պայմաններում ծխագազերի հետ տարվող ջերմության քանակությունը հաշվարկվում է (1) հետևյալ բանաձևով՝

$$Q = G_m \cdot h_{qsh}, \text{ կՋ/վ} [2], \quad (1)$$

որտեղ h_{qsh} -ն ծխագազերի էնթալպիան է, G_m -ն՝ հեռացող ծխագազերի ծախսը՝ կգ/վ-ով:

Q մեծությունը վերոնշյալ պայմաններում հավասար է 410878,5 կՋ/վ:

Գնահատենք էլեկտրական էներգիայի թերարտադրությունը՝ տարվա կտրվածքով օդի ջերմաստիճանի 12 °C-ից բարձր լինելու հետևանքով: Վերցնենք միջին հարաբերական խոնավությունը Երևան քաղաքի համար այն ամիսներին, որոնց ընթաց

քում միջին ջերմաստիճանը բարձր է 15°C-ից, քանի որ դրանից ցածր ջերմաստիճանների դեպքում հովացման հետևանքով ԳՏՏ կոմպրեսորի մուտքում ստացվում են վտանգավոր ջերմաստիճաններ՝ կապված սառցակալման հնարավորության առաջացման հետ: Դրանք մարտ-նոյեմբեր ամիսներն են: Սակայն մարտ և նոյեմբեր ամիսներին 15°C-ից բարձր ջերմաստիճանների միջին տևողականությունը հավասար է ընդամենը 6,72 ժամի, ուստի այդ ամիսները հանվում են դիտարկվող գոտուց: Միջին հարաբերական խոնավությունը մնացած դիտարկվող ամիսների ընթացքում (ապրիլ-հոկտեմբեր) լինում է 49,86% (աղ. 1 և 2)[3]:

Աղյուսակ 1

Միջին ամսական ջերմաստիճանների տևողականությունները՝ ըստ ամիսների Երևան քաղաքի համար [4]

Ջերմաստիճան, °C	Տևողականություններ, օր								
	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
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 2

Միջին ամսական ջերմաստիճանների տևողականությունները՝ ըստ ժամերի Երևան քաղաքի համար

Միջին ջերմ., °C	Տևողականություններ, ժամ									
	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	Գումար
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

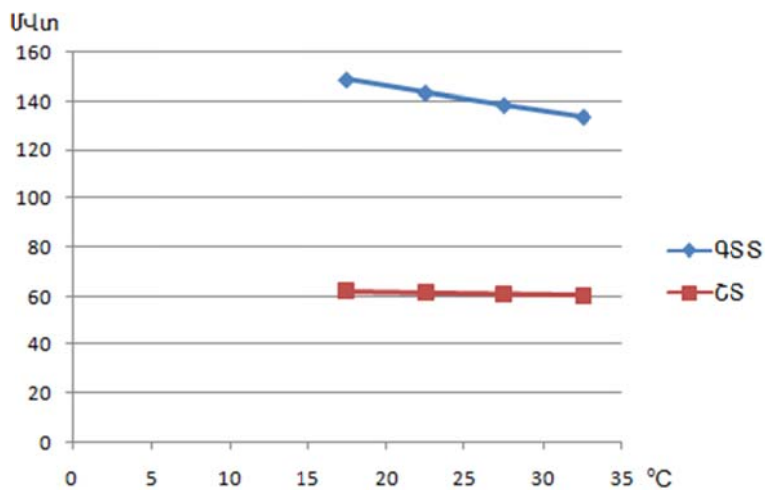
Կորուստները գնահատվում են ըստ ջերմաստիճանային տիրույթների՝ 5°C քայլով: Այսինքն, նախ հաշվարկվում է կորուստը՝ պայմանավորված 17,5°C միջին ջերմաստիճանի տևողականության դեպքում, հետո՝ 22,5°C միջին տևողականության հետ կապված և այլն: Բոլոր կորուստների գումարը կլինի միջին տարեկան կորուստը՝ կապված ջերմաստիճանի բարձր լինելու հետ: 17,5°C միջին ջերմաստիճան նկատվում է տարեկան 1279,2 ժամ: Այդ ջերմաստիճանի դեպքում ԳՏՏ կոմպրեսորում ճնշման բարձրացման աստիճանը հաշվարկվում է (2) բանաձևով և հավասար է 15°C-ում իր ունեցած արժեքի 99,4%-ին՝ 15,3 [2]:

$$P=0,363t-6056,541/t^2+440,075/\ln(t)-40,948, \% \quad (2)$$

Խնդրի լուծման համար առաջարկվող ԳՏՏ ջերմային հաշվարկի մեթոդիկան և վերջինիս վրա հիմնված հաշվարկային ալգորիթմը ներկայացնում են ուսումնասիրված հաշվարկի մեթոդների մի ամբողջություն, որում հաշվի են առնվել և շտկվել այդ բոլոր մեթոդներում առկա թերությունները, որոնք հիմնականում կարելի է բաժանել երկու խմբի՝

1. հաշվարկների անճշտություններ՝ պայմանավորված որոշ գործոնների հաշվի չառնվելով և աղյուսակային տվյալների օգտագործմամբ,
2. կիրառական թերություն՝ պայմանավորված ԳՏՏ կոմպրեսոր ներծծվող օդի ջերմաստիճանի՝ կոմպրեսորում ճնշման բարձրացման աստիճանի վրա ունեցած նշանակալի ազդեցության անտեսմամբ (բոլոր մեթոդներում):

Նկ. 2-ում բերված գրաֆիկը ցույց է տալիս ԵրՋԷԿ-ի ԳՏՏ-ի և ՇՏ-ի հզորության փոփոխությունները դիտարկվող ջերմաստիճանային տիրույթներում:

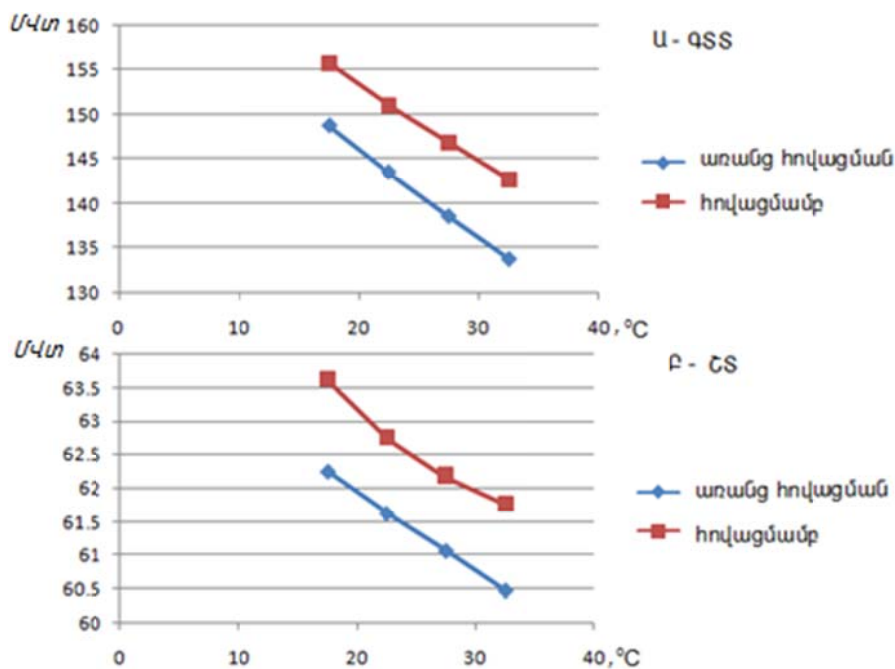


Նկ. 2. ԵրՋԷԿ-ի համակցված էներգաբլոկի ԳՏՏ-ի և ՇՏ-ի հզորությունները՝ կախված ԳՏՏ կոմպրեսոր ներծծվող օդի ջերմաստիճանից

Առաջարկվող մեթոդով կատարված հաշվարկների արդյունքները ցույց են տալիս, որ ԵրՋԷԿ-ի համակցված էներգաբլոկը դիտարկվող ջերմաստիճանային տևողականությամբ տիրություն արտադրում է 783,74 *մլն կՎտ.ժ* էլ. էներգիա: Սակայն, եթե էլեկտրակայանն աշխատեր նախագծայինին հավասար հզորությամբ, ապա այդ նույն ժամանակահատվածում կարտադրվեր 832,59 *մլն կՎտ.ժամ* էլ. էներգիա: Այսինքն՝ դիտարկվող 3808,8 ժամերի ընթացքում էլեկտրաէներգիայի թերարտադրանքը էներգաբլոկում կազմում է 48,85 *մլն կՎտ.ժամ*:

Այժմ ենթադրենք՝ ԳՏՏ-ի վրա տեղակայվել է կոմպրեսոր մատուցվող օդի ջրային մշուշապատման հովացման համակարգ: Այդ դեպքում ԳՏՏ մատուցվող օդը հո-

վացվում է մինչև տվյալ մթնոլորտային ճնշմանը համապատասխան և դիտարկվող տևողականություններով միջին ջերմաստիճանների դեպքում հաստատվող խոնավ ջերմաչափի ջերմաստիճանը: Իսկ հարաբերական խոնավությունը նույնիսկ հասնում է 100%-ի: Այդ պայմանների դեպքում կատարված հաշվարկների արդյունքների հիման վրա կառուցված գրաֆիկները բերված են նկ.3-ում, որոնք նաև պարունակում են առանց հովացման համակարգի դեպքում կատարված հաշվարկի արդյունքները՝ համեմատության համար:



Նկ. 3. Ա) ԵրՋԷԿ-ի ԳՏՏ հզորության փոփոխությունը՝ կախված կոմպրեսոր ներծծվող օդի ջերմաստիճանից և դրա հովացման համակարգի կիրառման դեպքում, Բ) ԵրՋԷԿ-ի ՇՏ հզորության փոփոխությունը՝ կախված ԳՏՏ կոմպրեսոր ներծծվող օդի ջերմաստիճանից և դրա հովացման համակարգի կիրառման դեպքում

ԳՏՏ կոմպրեսոր մատուցվող օդի հովացման ջրային մշուշապատման համակարգի կիրառմամբ դիտարկվող ժամանակահատվածում հնարավոր է արտադրել 816,96 մլն կՎտ.ժ էլ. էներգիա: Այսինքն՝ էներգաբլոկը հովացման համակարգի կիրառման արդյունքում արտադրում է իր նախագծային արտադրանքի 98,1%-ը, մինչդեռ առանց հովացման համակարգի՝ 94,1%-ը:

Եզրակացություն. Ակնհայտորեն ԳՏՏ կոմպրեսոր մատուցվող օդի ջրային մշուշապատման հովացման համակարգի միջոցով հնարավոր չէ վերականգնել նախագծային ողջ հզորությունը: Հաշվարկները ցույց են տալիս, որ հովացման համակարգի կիրառման դեպքում՝

- վերականգնվող արտադրանքը կազմում է 33,22 մլն կՎտ.ժամ կամ թերադարձված էլ. էներգիայի 68%-ը,
- դիտարկվող 3808,8 ժամերի ընթացքում արտադրված էլեկտրաէներգիայի արտադրման համար ծախսվում է $1,21 \times 10^{11}$ գր վառելիք, իսկ առանց հովացման աշխատանքի դեպքում վառելիքի ծախսը կազմում է $1,17 \times 10^{11}$ գր,
- տեղակայանքն արտադրում է հավելյալ 33,22 մլն կՎտ.ժամ էլ. էներգիա՝ ծախսելով հավելյալ $4,36 \times 10^9$ գր վառելիք, հետևաբար՝ վերականգնված արտադրանքի համար վառելիքի ծախսը կազմում է 131,2 գր/կՎտ.ժ.

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. GT13E2M Dataset D1.1-Status 14.6.02 TN02/1153, Alstom Power (Switzerland) 2002.
 2. Մարուխյան Ռ.Զ., Ռաֆյան Ռ.Ա. Գազատուրբինային տեղակայանքի կոմպրեսոր ներծծվող օդի ջերմաստիճանի բարձրացման ազդեցությունը շոգեգազային տեղակայանքի աշխատանքի վրա // ՀՀ ԳԱԱ և ՀՊՀՀ Տեղեկագիր. Տեխն. գիտ. սերիա. - 2011. - Հատ. 64, N 3. - էջ 243 - 249:
 3. Справочник по климату СССР Вып. 16. Армянская ССР. Часть 4.-Л., 1969.-195 с.
 4. Справочник по климату СССР, Вып. 16. Армянская ССР. Часть 2.-Л., 1966.-222 с.
- ՀՊՀՀ (ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿ): Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 14.03.2013.

В.З. МАРУХЯН, Р.А. РАФЯН

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАБОТУ КОМБИНИРОВАННОГО ЭНЕРГОБЛОКА ЕРЕВАНСКОЙ ТЭЦ

Исследовано воздействие природно-климатических условий на работу газотурбинной и паротурбинной установок, работающих в комбинированном цикле. Дается оценка воздействий природно-климатических условий Еревана на комбинированную парогазовую установку ЕрТЭЦ на годовой основе. Представлен расчет вероятной возобновляемой недовыработки на комбинированном энергоблоке ЕрТЭЦ в случае установки системы водяного охлаждения воздуха, поступающего в компрессор газотурбинной установки.

Ключевые слова: газотурбинная установка, парогазовая установка, комбинированный цикл, природно-климатические условия.

V.Z. MARUKHYAN, R.A. RAFYAN

THE INFLUENCE OF NATURAL AND CLIMATIC CONDITIONS ON THE OPERATION OF COMBINED POWER UNIT OF YTPP

The impact of natural and climatic conditions on the operation of gas turbine and steam turbine units functioning in combined cycle is observed. The impact evaluation of natural and climatic conditions of Yerevan on the combined gas and steam power unit of YTPP on an annual basis is provided. The possible restored underproduction on the combined power unit of YTPP by installation of an air cooling system on air supplied to the compressor of the gas turbine is also calculated.

Keywords: gas turbine plant, steam turbine plant, combined cycle, natural and climatic conditions.