

Ա.Ա. ՄԱՐԳՍՅԱՆ

ՀԱԷԿ-Ի ՏՈՒՐԲՈՏԵՂԱԿԱՅԱՆՔԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԼԱՎԱՐԿՈՒՄԸ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՄԲ

Ժամանակակից հզոր ատոմային և ջերմային կայանների էներգաբլոկները բարդ կապերով և բազմաթիվ պարամետրերով բնութագրվող համակարգեր են: Լավարկման խնդրի ուսումնասիրության համար ավելի բնութագրական հանգույցը կայանի ցածր պոտենցիալային համալիրն է (ՑՊՀ), որն իր մեջ ներառում է տուրբինի ցածր ճնշման մասը, խտարարը (կոնդենսատոր), տեխնիկական ջրամատակարարման համակարգը և աշտարակահովացուցիչը:

Առանցքային բառեր. ցածր պոտենցիալային համալիր, թերմիկ ՕԳԳ, խտարար, լավարկում, էներգետիկ օբյեկտ, տեխնոլոգիական գործընթաց:

Ինչպես հայտնի է, ջերմային և ատոմային էլեկտրակայանների շահավետության բարձրացման հիմնական ուղին տվյալ կայանում տեղակայված ցիկլի թերմիկ ՕԳԳ-ի բարձրացումն է: Դա պայմանավորված է տուրբին մտնող թաքմ շոգու պարամետրերի լավարկմամբ: Սակայն հայտնի է, որ ջերմային ցիկլի շահավետությունը էապես պայմանավորված է նաև աշխատող վերջնական պարամետրերով [1, 2]: Գտնվելով նման բարդ և վառելիքային ռեսուրսներից աղքատ աշխարհագրական դիրքում, մեր էներգետիկայում գլխավոր ուղին պետք է լինի ներկայումս գոյություն ունեցող էներգետիկ օբյեկտներից առավելագույնը կորզելը: Հաշվի առնելով ԱԷԿ-ում աշխատող ջերմային ցիկլում շոգու նախնական պարամետրերի բարձրացման անհնարինությունը, խնդրի դիտարկման ժամանակ հիմնական շեշտադրումը կատարվում է վերջնական պարամետրերի փոփոխման հնարավորության, այսինքն՝ ցածր պոտենցիալային համալիրի աշխատանքի ուսումնասիրության և լավարկային աշխատանքային ռեժիմի առաջարկմանը: Օրինակ՝ հանրապետության բնակլիմայական պայմանները զգալիորեն կանխորոշում են վերջնական պարամետրերի կախվածությունը շրջապատող միջավայրի պայմաններից:

ԱԷԿ-ի և ՋԷԿ-ի համար որպես վերջնական պարամետրեր համարվում են կոնդենսացվող շոգու ջերմաստիճանը և կոնդենսատորում բացարձակ ճնշումը (նոսրացումը), որը կախված է կոնդենսացման գործընթացից, այսինքն՝ հովացնող ջրի քանակից, որակից, ջերմաստիճանից և արագությունից, ջերմափոխանցման մակերևույթից, նրա վիճակից և այլ գործոններից [3]:

Ցիկլի թերմիկ ՕԳԳ-ի կախվածությունը վերջնական ջերմաստիճանի փոփոխությունից ավելի զգալի է: Աշխատող միջավայրի սկզբնական և վերջնական ջերմաստիճաններից կախված այն որոշվում է

$$\eta_i = 1 - \frac{T_d}{T_0}$$

արտահայտությամբ [2], որտեղ T_d -ն տուրբինում աշխատած շոգու ջերմաստիճանն է, $^{\circ}C$, T_0 -ն՝ ցիկլի ջերմության հաղորդման միջին թերմոդինամիկական ջերմաստիճանը, որը Կառնոյի համարժեք ցիկլի համար հավասար է նախնական ջերմաստիճանին, $^{\circ}C$:

Դիֆերենցելով այս արտահայտությունը ըստ T_0 -ի և T_d -ի՝ կստանանք.

$$\begin{aligned} \text{ըստ } T_0 \text{-ի } \quad \eta'_{T_0} &= \frac{T_d}{T_0^2}, \\ \text{ըստ } T_d \text{-ի } \quad \eta'_{T_d} &= -\frac{1}{T_0}: \end{aligned}$$

Այս երկու արտահայտությունների հարաբերությունից կստանանք՝

$$\frac{\eta'_{T_d}}{\eta'_{T_0}} = \frac{T_0}{T_d}:$$

Օրինակ, ՀԱԷԿ-ի համար $T_0/T_d=254,9/22=11,58$: Այսինքն՝ միևնույն պայմաններում վերջնական ջերմաստիճանի իջեցումն ավելի քան 11 անգամ ավելի ազդեցիկ է սկզբնական ջերմաստիճանի համանման բարձրացումից:

Ջերմային և ատոմային կայանների ՑՊՀ-ի առանձնահատկությունները համալիրի առանձին հանգույցներում տեխնոլոգիական գործընթացների բավականին նեղ փոխկախվածություններն են, որոնք պայմանավորվում են համալիրի աշխատանքային ռեժիմների տեղայնությամբ և, հետևաբար, դիտարկվող համալիրի պարամետրերի համեմատաբար թույլ կախվածությամբ կայանի մնացած սարքավորումների պարամետրերով և ռեժիմներով, ինչպես նաև իր ջերմային սխեմայով: Վերջին առանձնահատկությունը թույլ է տալիս առանձնացնել տուրբոտեղակայանքի ՑՊՀ-ի պարամետրերի լավարկումը որպես առանձին, անկախ դիտարկվող խնդիր, որը կազմում է ԱԷԿ-ի աշխատանքային ռեժիմների լավարկման խնդրի մի մասը: ՑՊՀ-ի մաթեմատիկական մոդելը ցույց է տալիս պարամետրերի միջև գոյություն ունեցող քանակական փոխհարաբերությունները, արտաքին տեխնոլոգիական և նյութական բնութագրերը և տնտեսական կապերը[4]:

Աշխատանքի նպատակն է՝ ցածր պոտենցիալային համալիրում տեղի ունեցող գործընթացների հիման վրա ստացված մաթեմատիկական արտահայտությունների միջոցով ստեղծել նմանակային մաթեմատիկական մոդել, որը հնարավորություն կտա դիտարկել աշխատանքային ռեժիմների ցանկացած հնարավոր տարբերակ և ընտրել լավարկային եղանակը: Որպես նախնական հաշվարկային պարամետրեր ընդունվում են տեղակայանքի բոլոր պարամետրերի անվանական արժեքները, կամ այն արժեքները, որոնք ժամանակի ընթացքում փոփոխվել են՝ կապված կառուցվածքային փոփոխությունների հետ:

ՑՊՀ-ի աշխատանքը կարող է արտահայտվել հետևյալ ֆունկցիոնալ կախվածության միջոցով [4]՝

$$N=N(i'_l, P_l, i_l, D_l, \Sigma D_{\eta p}, t_{\eta p}, F_l, c_2, t_1, t_2, G_{\eta p}, \beta, K, W_{\eta p}, h, \phi, v, t_{on}, F, d_1, d_2, \alpha_1, \alpha_2 \dots),$$

որտեղ N - ը տուրբինի հզորությունն է, P_l - ն՝ ճնշումն է կոնդենսատորում, kg/cm^2 , i'_l, i_l - ն՝ շոգու և նրա կոնդենսատի էնթալպիաներն են, $kg/2kg$, $D_l, \Sigma D_{\eta p}$ - ն կոնդենսատորում շոգու և դրենաժների գումարային ծախսը, kg/s , F_l -ն կոնդենսատորում ջերմափոխանակության մակերեսն է, m^2 , t_1, t_2 - ը՝ հովացնող ջրի

ջերմաստիճաններն են կոնդենսատորի մուտքում և ելքում, $^{\circ}C$, K - ն ջերմափոխանցման գործակիցն է կոնդենսատորում, $կՎտ/մ^2$ $^{\circ}C$, G_{hnl} , W_{hnl} - ն հովացնող ջրի ծախսը, $կգ/վ$ և նրա արագությունն են $մ/վրկ$, C_2 - ն շոգու արագությունն է տուրբինի ելքային մասում, $մ/վ$, և այլն:

Վերը նշված ֆունկցիայում տրված են այն բոլոր պարամետրերը, որոնց փոփոխությամբ պայմանավորված է տեղակայանքի հզորության փոփոխությունը:

ՑՊՀ-ը հնարավորություն է տալիս մանրամասնորեն ուսումնասիրել տեղակայանքի պարամետրերի բնութագրերի փոխկապակցվածությունը և նրանց ազդեցությունը տեղակայանքի տեխնիկա-տնտեսական ցուցանիշների վրա, ինչպես նաև գնահատել արտաքին շահագործման պայմանների ազդեցությունը պարամետրերի և տեղակայանքի վրա:

Նկարագրվածը մանրամասնենք ՑՊՀ-ի հանգույցներից մեկի՝ կոնդենսատորի օրինակի վրա:

Կոնդենսատորի հաշվարկի համար ՑՊՀ-ի ցանկացած ռեժիմի դեպքում որպես նախնական տվյալ հանդես են գալիս հովացնող ջրի ծախսը, շոգու ծախսը կոնդենսատոր և ջրի ջերմաստիճանը կոնդենսատորի մուտքում:

Հաշվարկի արդյունքում որոշվում է աշխատած շոգու ճնշումը կոնդենսատորում:

Քանի որ կոնդենսատորում տեղի է ունենում ջերմության փոխանցում մի միջավայրից մյուսին (շոգուց՝ ջրին), ապա ջերմային հաշվեկշիռը կարող ենք արտահայտել և՛ ըստ շոգու, և՛ ըստ հովացնող ջրի:

Ըստ կոնդենսացվող շոգու, կոնդենսատորում ջերմային հաշվեկշիռը արտահայտվում է հետևյալ կերպ [4]՝

$$KF_{\text{կ}}\Delta t_{\text{կ}} = D_2 i_2 + \Sigma D_{\text{դր}} i_{\text{դր}} - D_{\text{կ}} i_{\text{կ}},$$

որտեղ $-\Sigma D_{\text{դր}} i_{\text{դր}}$ -ը դրենաժի ջերմությունն է, իսկ $D_{\text{կ}} = D_2 + \Sigma D_{\text{դր}}$ -ը՝ կոնդենսատի ծախսը:

Մյուս կողմից՝ կոնդենսատորի ջերմային հաշվեկշիռը ըստ հովացնող ջրի արտահայտվում է հետևյալ կերպ՝

$$KF_{\text{կ}}\Delta t_{\text{կ}} = G_{\text{դ}}(t_2 - t_1):$$

Այս երկու արտահայտությունների մեջ $\Delta t_{\text{կ}}$ - ն ջերմաստիճանների միջին լոգարիթմական տարբերությունն է, որը արտահայտվում է հետևյալ կերպ.

$$\Delta t_{\text{կ}} = \frac{(t_{\text{կ}} - t_1) - (t_2 - t_2)}{\ln \frac{t_{\text{կ}} - t_1}{t_2 - t_2}},$$

որտեղ $t_{\text{կ}}$ -ն՝ կոնդենսատի, t_2 -ն՝ շոգու, t_1 -ը և t_2 -ը՝ կոնդենսատորում հովացնող ջրի մուտքի և ելքի ջերմաստիճաններն են, $^{\circ}C$: $G_{\text{դ}}$ -ն հովացնող ջրի ծախսն է:

Ջերմափոխանցման գործակիցը աշխատանքային տվյալ ռեժիմում որոշվում է՝ ելնելով հովացնող ջրի ծախսից՝

$$K = K_0 \left(\frac{G}{G_0} \right)^x,$$

որտեղ K_0 -ն և G_0 -ն անվանական արժեքներն են, X -ը կախվածության աստիճանի ցուցիչն է և հավասար է [4]՝

$$x = 0,12\beta_{\text{կ}}(1 + 0,15t_1),$$

ԲԿ-ն կոնդենսատորի խողովակների մակերևույթի կեղտոտվածության ազդեցությունը հաշվի առնող գործակից է :

Այս մոդելի համար ելքային պարամետրեր են կոնդենսատի ջերմաստիճանը, դրանով պայմանավորված բացարձակ ճնշումը կոնդենսատորում և կոնդենսատի ենթալային:

Համանման ձևով արտահայտելով ՑՊՀ-ի մնացած հանգույցներում տեղի ունեցող գործընթացների մաթեմատիկական արտահայտությունները՝ կարելի է դրանք համատեղել և ստանալ տուրբոտեղակայանքի ՑՊՀ-ի նմանակային մաթեմատիկական մոդելը, որի լուծումը կայանի տարբեր ռեժիմների համար հնարավորություն կտա ստանալ լավարկային աշխատանքային ռեժիմ:

Աշխատանքի գործնական նշանակությունը և նրա կիրառելիությունը կպայմանավորվի ՀԱԷԿ-ի երկրորդ էներգաբլոկի շահագործման լավարկային պայմանների առաջարկմամբ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Попырин Л. С.** Комплексная оптимизация теплосиловых систем. – Новосибирск: Наука, 1976. – 318 с.
2. **Стерман Л. С.** Технико-экономические основы выбора параметров конденсационных электрических станций. – М.: Высшая школа, 1970. – 279 с.
3. **Горшков А. С.** Технико-экономические показатели тепловых электростанций. 3-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1984. – 241 с .
4. **Аршакян Д.Т.** Разработка математической модели и программ прогнозирования режимов работы атомных турбоустановок АрмаЭС (заключительный отчет, шифр ¹ 10(79) 134 с).

ՀՊՀՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն՝ 10.08.2004:

Ա.Ա. ՏԱՐԳՏՅԱՆ

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ТУРБОУСТАНОВКИ ААЭС МАТЕМАТИЧЕСКИМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ

Блоки современных атомных и тепловых станций являются системами, характеризующимися множеством параметров и сложными связями. Более характерным узлом для исследования задачи оптимизации является низкопотенциальный комплекс, который включает в себя часть низкого давления турбины, конденсатор, систему технического водоснабжения и градирню.

Ключевые слова: низкопотенциальный комплекс, термический КПД, конденсатор, энергетический объект, технологический процесс.

A.A. SARGSYAN

OPTIMIZATION OF ANPP TURBOPLANT WORKING CONDITIONS BY MATHEMATICAL MODELLING

Modern nuclear and thermal plant blocks are systems characterized by a set of parameters and complex connections. The low-potential complex including part of low turbine pressure, condenser, system of water supply and cooler is a more characteristic mode for studying the optimization problem.

Keywords: low-potential complex, thermal efficiency, condenser, energetic object, technological process.