

Ո.Ջ. ՄԱՐՈՒԽՅԱՆ, Է.Ա. ԵՂՈՅԱՆ

**ՉՈՐ ՏԻՊԻ ԱՇՏԱՐԱԿԱՀՈՎԱԳՈՒՑԻՉԻՉՆԵՐՈՎ ԿԱՀԱՎՈՐՎԱԾ ԱՏՈՄԱՅԻՆ
ԷՆԵՐԳԱԲԼՈՎՆԵՐԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Ուսումնասիրվում է չոր աշտարակահովացուցիչներով կահավորված ատոմային էներգաբլոկների ցածրպոտենցիալային մասի տարբեր պարամետրերի ազդեցությունը հովացման համակարգի և շոգետուրբինային տեղակայանքի աշխատանքային ցուցանիշների վրա:

Առանցքային բառեր. չոր աշտարակահովացուցիչ, կոնդենսատոր, շոգետուրբին, հովացնող պոմ, մաթեմատիկական մոդել:

Սակավաջուր շրջաններում կառուցվող ջերմային (ինչպես նաև որոշ միջուկային) էլեկտրակայաններում հաճախ կիրառվում են չոր հովացման համակարգեր, որոնց ակնհայտ առավելություններից են ոչ միայն հովացնող ջրի անվերադարձ կորուստների բացակայությունը և էլեկտրակայանի կառուցման վայրի ընտրության անկախությունը ջրամատակարարման աղբյուրից, այլ նաև բնապահպանական տեսանկյունից համեմատաբար անբասիր լինելու պարագան:

Մասնավորապես, ատոմային էլեկտրակայաններում «թաց» աշտարակահովացուցիչների կիրառման դեպքում քամու որոշակի ուղղության պայմաններում հնարավոր է օդաքարշ աշտարակից հեռացող գոլորշու և կայանի հատուկ օդափոխման համակարգի խողովակից դուրս եկող ռադիոակտիվ գազերի խառնում, ինչի արդյունքում ռադիոակտիվ գազերը մթնոլորտում ցրվելու փոխարեն ջրի կաթիլների հետ կարող են նստել հողածածկույթին: Չոր համակարգերը զերծ են վերոհիշյալ բացասական երևույթից:

Ներկայումս աշխարհում «չոր» աշտարակահովացուցիչներով կահավորված էներգաբլոկների գումարային հզորությունը կազմում է ավելի քան 22000 ՄՎտ, որոնցից մոտ 16000 ՄՎտ-ը Հելլերի համակարգերով:

Նկատի ունենալով էներգետիկայի զարգացման ներկա փուլում ջրա-ջրային ռեակտորներով կահավորվող նոր ԱԷԿ-ներում չոր աշտարակահովացուցիչների կիրառման միտումը, շատ արդիական է նման հովացման համակարգերով և խառնման տիպի կոնդենսատորով կահավորված հազեցած շոգիով աշխատող շոգետուրբինի ցածրպոտենցիալային մասի աշխատանքային ռեժիմների հետազոտությունը: Այս նպատակով մշակվել են մաթեմատիկական մոդել և հաշվարկային ալգորիթ, որոնք տեղայնացվել են կոնկրետ տեսակի տեղակայանքի համար: Որպես հետազոտման օբյեկտ ընտրվել է K-220-44 տիպի շոգետուրբինը, որի աշխատանքի ուսումնասիրությունը հետաքրքրություն է ներկայացնում համարժեք հզորության տեղակայանքների նախագծման ժամանակ որոշակի նախնական տվյալներ և հաշվարկի մեթոդիկա ունենալու տեսանկյունից: Հետազոտություններում կիրառվել է հաշվարկի հետևյալ մեթոդիկան:

Խառնման տիպի կոնդենսատորում հազեցման ջերմաստիճանը որոշվում է

$$t_y'' = t_{on} + \theta + \delta t_y, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1)$$

արտահայտությունից, որտեղ t_{0n} -ը արտաքին օդի ջերմաստիճանն է, $^{\circ}C$, θ - ն՝ ջերմաստիճանային էջքը ռադիատորային հովացման աշտարակում, $^{\circ}C$, δt_{θ} - ն՝ ջերմաստիճանային էջքը կոնդենսատորում, $^{\circ}C$:

Ջերմաստիճանային էջքը ռադիատորային հովացման աշտարակում (ՌՀԱ) վերջինիս աշխատանքի արդյունավետության գնահատման հիմնական չափանիշներից մեկն է, որի մեծությունը պայմանավորված է ինչպես հովացման պրոցեսի ինտենսիվությամբ, այնպես էլ տեղակայանքի ջերմային բեռնվածությամբ և որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$\theta = Q_u / q_1, \text{ } ^{\circ}C, \quad (2)$$

որտեղ Q_u -ն մեկ հովացնող սյան ջերմային բեռնվածությունն է, Վտ , q_1 -ը՝ միավոր ջերմաստիճանային էջքի դեպքում մեկ հովացնող սյան ջերմահեռացումը, $\text{Վտ}/^{\circ}C$:

ՌՀԱ-ի աշխատանքը բնութագրող q_1 մեծությունը որոշելու համար անհրաժեշտ է ունենալ հովացնող սյուններում ջերմափոխանակության և հովացման աշտարակի աերոդինամիկական բնութագրերը: Այս մեծության որոշման համար օգտագործվում է

$$q_1 = W_1 \Phi \quad (3)$$

արտահայտությունը, որտեղ Φ - ն Բոշնյակովիչի գործակիցն է, W_1 -ը՝ օդի կողմից ջրային համարժեքը, Վտ :

Բոշնյակովիչի գործակիցի որոշման համար պետք է գնահատվեն ջերմատվության գործակիցները հովացվող ջրի և արտաքին օդի կողմից: Վերջիններս կախված են հովացնող սյան տեսակից և ՌՀԱ-ի աշխատանքային ռեժիմից: Հետազոտության համար ընտրվել են L-60 տիպի հովացնող սյունները, որոնց համար, ըստ [1]-ի, ջերմատվության գործակիցները կարող են որոշվել հետևյալ արտահայտություններից: Ջերմատվության գործակիցը օդի կողմից՝

$$\alpha_1 = 1778 (G_{\text{ոդ, հ}})^{0,676}, \text{ } \text{Վտ}/\text{մ}^2 \cdot ^{\circ}C, \quad (4)$$

որտեղ $G_{\text{ոդ, հ}}$ -ը սյան ճակատային միավոր մակերեսին ընկնող օդի հաշվարկային ծախսն է, $\text{կգ}/\text{վ}$:

$$G_{\text{ոդ, հ}} = G_{\text{ոդ}} C_p^{1,14} / 33,45, \text{ } \text{կգ}/\text{վ}, \quad (5)$$

որտեղ $G_{\text{ոդ}}$ -ը մեկ հովացնող սյան վրա ընկնող օդի ծախսն է, $\text{կգ}/\text{վ}$, C_p -ը՝ բերման գործակից, որը հաշվի է առնում օդի խտության իրական արժեքը:

Ջերմատվության գործակիցը ջրի կողմից՝

$$\alpha_2 = (1203,2 + 21,38t_{\theta}) G_0^{0,8}, \text{ } \text{Վտ}/\text{մ}^2 \cdot ^{\circ}C, \quad (6)$$

որտեղ G_0 -ն՝ հովացվող ջրի ծախսն է մեկ սյունով, $\text{կգ}/\text{վ}$, t_{θ} -ը՝ ջրի միջին ջերմաստիճանը, $^{\circ}C$:

Հովացնող սյուններում օդի ծախսը ստանալու համար պետք է համատեղ լուծվեն օդաքարշ աշտարակի քարշը և սյունների ու աշտարակի աերոդինամիկ կորուստները բնութագրող հավասարումները: Ըստ [1]-ի, L-60 տիպի հովացնող սյունների համար աերոդինամիկ կորուստները կարելի է որոշել հետևյալ արտահայտություններից

$$dP_1 = 0,2534 (G_{\text{ոդ, ք}})^{1,555} - 0,005478 (G_{\text{ոդ, ք}})^2, \text{ } \text{Պա}, \quad (7)$$

$$G_{\text{ոդ, ք}} = G_{\text{ոդ}} C_p^{0,5} / 33,45, \text{ } \text{կգ} / \text{վ} \cdot \text{մ}^2: \quad (8)$$

Օդի էլքի արագության հետ կապված կորուստները որոշվում են

$$dP_2 = (\gamma_1 - \Delta\gamma)w^2 / 2g, \quad \text{Պա}, \quad (9)$$

արտահայտությամբ, որտեղ w -ն օդի էլքի արագությունն է, u/v :

Հովացնող սյունում օդի ծախսը որոշելու համար իրականացվում է իտերացիոն (աստիճանական մոտարկման) ցիկլ: Ցիկլի առաջին քայլում ծախսին տրվում է որոշակի սկզբնական արժեք, իսկ յուրաքանչյուր հաջորդ քայլում՝ կախված աշտարակի քարշի և աերոդինամիկական կորուստների մեծություններից, նրան վերագրվում է ճշգրտված արժեք:

$$G_{on}^n = G_{on}^{n-1} + k(H_p - dP_1 - dP_2), \quad (10)$$

որտեղ k -ն իտերացիոն ցիկլի գործակիցն է, H_p -ն՝ քարշի մեծությունը աշտարակում:

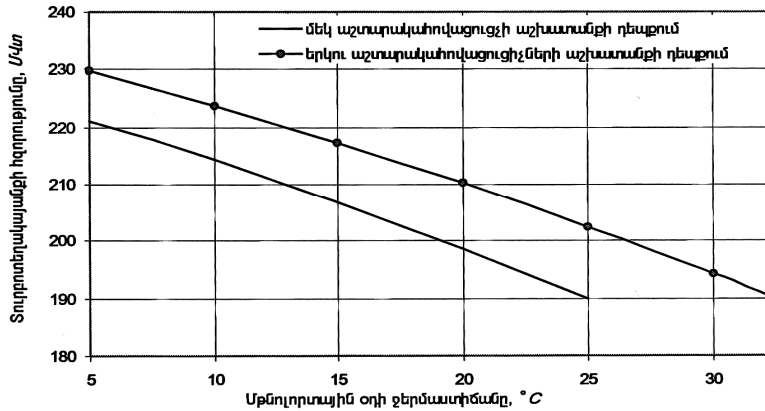
Իտերացիոն ցիկլն ավարտվում է երբ բավարարվում է $|G_{on}^n - G_{on}^{n-1}| \leq \varepsilon$ առնչությունը:

Նկարագրված հաշվարկի մեթոդի կիրառմամբ գնահատվել է ցածրպոտենցիալային մասի որոշ պարամետրերի ազդեցությունը էներգաբլոկի (մասնավորապես K-220-44 տուրբինի) աշխատանքային ցուցանիշների վրա: Այդ մեծություններից են չոր տիպի աշտարակահովացուցչի հովացնող սյունների քանակը և հովացվող ջրի ծախսը նրանցում, շոգետուրբինների կոնդենսատորներում հովացման բազմապատիկի մեծությունը և այլն:

Կատարված հետազոտություններից պարզվել է, որ հովացման բազմապատիկի մեծության ազդեցությունը ռադիատորային հովացնող աշտարակում ջերմաստիճանային էջքի մեծության վրա կախված չէ հովացնող սյունների քանակից: Վերջինիս տարբեր արժեքների դեպքում հովացման բազմապատիկի մեծացումը 48-ից մինչև 65 կգ/կգ-ի հանգեցնում է ջերմաստիճանային էջքի նվազման՝ 1,7°C-ի չափով: Հետազոտվող K-220-44 տուրբինի դեպքում, դիտարկված տիրույթում հովացման բազմապատիկի փոփոխության արդյունքում տեղի ունի տուրբոտեղակայանքի հզորության փոփոխություն 2,25...2,4 ՄՎտ-ի չափով [2]:

Չոր տիպի հովացման համակարգի դեպքում արտաքին օդի ջերմաստիճանի մեծությունն ավելի կտրուկ է ազդում կոնդենսատորում նոսրացման մեծության վրա, որի փոփոխության արագությունն օդի բարձր ջերմաստիճանների տիրույթում հասնում է 0,64 կՊա/°C-ի, իսկ գոլորշացման տիպի աշտարակահովացուցիչների դեպքում այն կազմում է մոտ 0,23 կՊա/°C: Թաց և չոր տիպի հովացման համակարգերի դեպքում շոգետուրբինային տեղակայանքի հզորության թերարտադրության չափը, կապված մթնոլորտային օդի ջերմաստիճանի աճի հետ, զգալիորեն տարբեր է: Ըստ հաշվարկի արդյունքների, դրանք համապատասխանաբար կազմում են 0,55...0,65 ՄՎտ/°C [3] և 1,25...1,65 ՄՎտ/°C:

Մշակված մաթեմատիկական մոդելի միջոցով գնահատվել է աշտարակահովացուցիչների աշխատանքի արդյունավետությունը վերջիններիս զուգահեռ աշխատանքի դեպքում: Մասնավորապես, գնահատվել է հնարավոր լրացուցիչ ջրահովացուցչի զուգահեռ աշխատանքի միացման արդյունքում ստացվող շահավետությունը: Հետազոտությունների արդյունքները վկայում են, որ երկրորդ ՌՀԱ-ի միացման հետևանքով կոնդենսատորներ տրվող հովացնող ջրի ջերմաստիճանի նվազումը կկազմի 7,15...8,35°C-ով, ինչը գոլորշացման տիպի աշտարակահովացուցիչների դեպքում կազմում է մոտ 4,2...5,6°C [3]: Նկարում բերված է K-220-44 տուրբոտեղակայանքի զարգացրած հզորության կախվածությունը մթնոլորտային օդի ջերմաստիճանից մեկ և երկու ռադիատորային հովացման աշտարակների աշխատանքի դեպքում (թարմ շոգու անվանական ծախսի պայմաններում):



Նկ. Տուրբոտեղակայանքի զարգացրած հզորության կախվածությունը մթնոլորտային օդի ջերմաստիճանից մեկ և երկու զուգահեռ աշխատող աշտարակների դեպքում

Եզրակացություններ.

- Շոգետուրբինային տեղակայանքի հզորության թերարտադրության չափը, կապված մթնոլորտային օդի ջերմաստիճանի աճի հետ, չոր տիպի հովացման համակարգերի դեպքում մոտ 2,2...2,5 անգամ ավելի մեծ է, քան գոլորշացման տիպի ջրահովացուցիչների դեպքում: Մասնավորապես, K-220-44 շոգետուրբինի դեպքում այն հասնում է 1,65 ՄՎտ/°C-ի:
- Ռադիատորային հովացման աշտարակների դեպքում լրացուցիչ միացվող ջրահովացուցիչն ապահովում է հովացման համակարգի արդյունավետության զգալիորեն ավելի մեծ (1,8...2,2 անգամ) աճ՝ համեմատած թաց տիպի աշտարակահովացուցիչների հետ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Марухян В. З.** Исследование конденсационно-охладительных установок и разработка методов оптимизации и интенсификации режимов их работы: Дис. ... канд. техн. наук. - Ереван - 1982. – 205 с.
2. Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата К-220-44 ХТГЗ. - М.: Союзтехэнерго, 1981. - 43 с.
3. **Եղոյան Է.Ա.** Տեխնիկական ջրամատակարարման համակարգերի աշխատանքային ռեժիմների հետազոտում և լավարկում (Հայկական ԱԷԿ-ի օրինակի վրա) // ՀԳԱԱ և ՀՊՃՀ Տեղեկագիր. ՏԳ սեր. - 2003. - Հ. 56, № 3.- Էջ 445-450:

ՀՊՃՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 10.07.2004:

**В.З. МАРУХЯН, Э. А. ЕГОЯН
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АТОМНЫХ ЭНЕРГОБЛОКОВ, УКОМПЛЕКТОВАННЫХ СУХИМИ ГРАДИРНЯМИ**

Исследуется влияние различных параметров низкопотенциальной части атомных энергоблоков, укомплектованных сухими градирнями, на показатели работы системы охлаждения и паротурбинной установки.

**V. Z. MARUKHYAN, E. A. YEGHOYAN
STUDY OF NUCLEAR POWER UNIT OPERATION
COMPLETED WITH DRY COOLING TOWERS**

The low-potential part of various parameter influence on operation factors of cooling system and steam turbine of nuclear power units completed with dry cooling towers is studied.