

ՋԵՐՄԱՆՆԵՐԳԵՏԻԿԱ, ՇՐՋԱԿԱ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ
ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

ՀՏԴ 621.182.233

Ո.Զ. ՄԱՐՈՒԽՅԱՆ, Ա.Ս. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

**ԱՇԽԱՏՈՂ ՍԱՐՔԱՎՈՐՈՒՄՆԵՐԻ ՀՈՒՍԱԼԻՈՒԹՅԱՆ ԵՎ
ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ՏԵՂԱԿԱՅՎԱԾ ՀՁՈՐՈՒԹՅԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐ
ՍԱՀՄԱՆԱՓԱՈՒՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՌՄԱՆ ՀԵՏ ԿԱՊՎԱԾ ՀԱՐՑԱԴՐՈՒՄՆԵՐՆ
ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԲԵՌՆՎԱԾՔԻ ԲԱՇԽՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅՈՒՄ**

Դիտարկվել են ջերմային էլեկտրակայանների (ՋԷԿ) կազմում աշխատող սարքավորումների հուսալիության և ՋԷԿ-երի տեղակայված էլեկտրական հզորության հնարավոր սահմանափակումների հաշվառման հետ կապված հարցադրումները էլեկտրական բեռնվածքի բաշխման գործընթացում: Մասնավորապես, որպես սահմանափակման հնարավոր պատճառ դիտվել է ՋԷԿ-երի ցածր պոտենցիալային մասերի (ՑՊՄ) աշխատանքային ցուցանիշների ազդեցությունը էլեկտրակայանների կազմում աշխատող էներգաբլոկների զարգացրած էլեկտրական հզորության վրա:

Առանցքային բառեր. ջերմային էլեկտրակայան, բեռնվածքի բաշխում, տեղակայված էլեկտրական հզորության սահմանափակում, հուսալիություն, վթարայնություն, ցածր պոտենցիալային մաս, էլեկտրաէներգիայի թերարտադրություն:

Հայտնի է, որ էլեկտրական էներգիայի սպառմանը բնորոշ օրական և շաբաթական անհավասարաչափության հետևանքով ՋԷԿ-երն աշխատում են փոփոխական, մասնակի բեռնվածքներով [1...3]: Ընդ որում՝ ՋԷԿ-երի աշխատանքի հուսալիությամբ է պայմանավորված էլեկտրաէներգետիկական համակարգերի գործունեության արդյունավետությունը և նրանցում վթարային պաշարի անհրաժեշտ չափը: ՋԷԿ-երի հուսալիության ցածր մակարդակն էներգահամակարգերի ոչ բավարար պաշարավորման դեպքում հանգեցնում է սպառիչների աշխատանքային ռեժիմի խաթարման, արդյունքում՝ բնակչության կենսամակարդակի նվազման: Նշված հանգամանքը ոչ միայն պահանջում է սպառիչներին հուսալի էներգամատակարարում, այլև առաջացնում է էներգահամակարգի կազմում ՋԷԿ-երի և առանձին ՋԷԿ-ում էներգաբլոկների միջև պահանջվելիք էլեկտրական բեռնվածքի լավարկային բաշխման խնդիր [1, 4...6]: Վերջինի լուծման ժամանակ խիստ կարևոր է հնարավորինս հաշվի առնել բաշխման ընթացքի վրա ազդող տարատեսակ գործոնները, այդ թվում նաև աշխատող սարքավորումների հուսալիության ցուցանիշները [7, 8]: Արժեք հակիրճ անդրադառնալ դրանց:

Որևէ էներգաբլոկի վթարման դեպքում տեղի ունի էլեկտրաէներգիայի՝ համապատասխան ω չափով թերարտադրություն: Ընդ որում՝ էներգաբլոկի վթարայ-

նության հաշվառման պարագայում էլեկտրաէներգիայի տարեկան հնարավոր թերարտադրության չափը կկազմի $q \cdot \omega$ [7]: Հետևաբար, էներգամատակարարման հուսալիությունը հավասար կլինի.

$$1 - q \cdot \omega,$$

որտեղ $q \cdot \omega$ - ն էլեկտրաէներգիայի տարեկան հնարավոր թերարտադրության չափն է՝ պայմանավորված էներգահամակարգի կազմում գործող ՋԷԿ- երի աշխատող սարքավորումների կամ էլեկտրահաղորդման գծերի աշխատանքային խոտանով: Վերջինը բնութագրվում է վթարայնության q կամ պատրաստականության (հուսալիության) p գործակիցներով.

$$q = \frac{\tau_{վթ}}{\tau_{աշխ} + \tau_{վթ}}, \quad p = \frac{\tau_{աշխ}}{\tau_{աշխ} + \tau_{վթ}}:$$

Այստեղ $\tau_{աշխ}, \tau_{վթ}$ - ը համապատասխանաբար տարվա ընթացքում աշխատող սարքավորումների՝ սարքին վիճակում աշխատանքի և վթարի հետևանքով պարապուրդում գտնվելու ժամանակամիջոցներն են, ժ:

Ակներև է, որ $p + q = 1$:

Էլեկտրաէներգիայի թերարտադրություն հնարավոր է տեղի ունենա հիմնականում պիկային էլեկտրական բեռնվածքի ժամերին, այն էլ չնչին չափով: Այդ դեպքում որևէ m թվով էներգաբլոկների վթարման դեպքում պակասող հզորությունը կկազմի.

$$\Delta N_m = m \cdot N_{անվ}:$$

Ինչպես հայտնի է, ընդհանուր n - ից m թվով էներգաբլոկների շարքից դուրս գալու հավանականությունը հաշվարկվում է Բերնուլլիի բանաձևի կիրառմամբ [7].

$$q_n^m = C_n^m \cdot q^m \cdot p^{n-m} = C_n^m \cdot q^m \cdot (1-q)^{n-m},$$

որտեղ C_n^m - ը համակցությունների թիվն է և որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}:$$

Էլեկտրական բեռնվածքի տարեկան տևողության գրաֆիկի վրա ($\sum N_{անվ} - \Delta N_m$) օրդինատին համապատասխանող արացիսը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$\tau_m = \frac{\tau_{\text{pH}}}{(1-f_0)^{1/\lambda}} \cdot \left(\frac{\Delta N_m}{\sum N_{\text{y}_i}} \right)^{1/\lambda} :$$

Արդյունքում՝ տրված n ընդհանուր թվից m թվով էներգաբլոկների շարքից դուրս գալու դեպքում էլեկտրաէներգիայի տարեկան թերարտադրության բացարձակ չափը, $U_{\text{վր}} \cdot \sigma$, կկազմի.

$$\omega_m = \Delta N_m \cdot \tau_m - \frac{\sum N_{\text{անվ}}}{\tau_{\text{տար}}^\lambda} \cdot (1-f_0) \cdot \frac{\tau_m^{\lambda+1}}{\lambda+1},$$

իսկ հարաբերական չափը.

$$\overline{\omega}_m = \frac{\omega_m}{\sum N_{\text{անվ}} \cdot h_{\text{տեղ}}} :$$

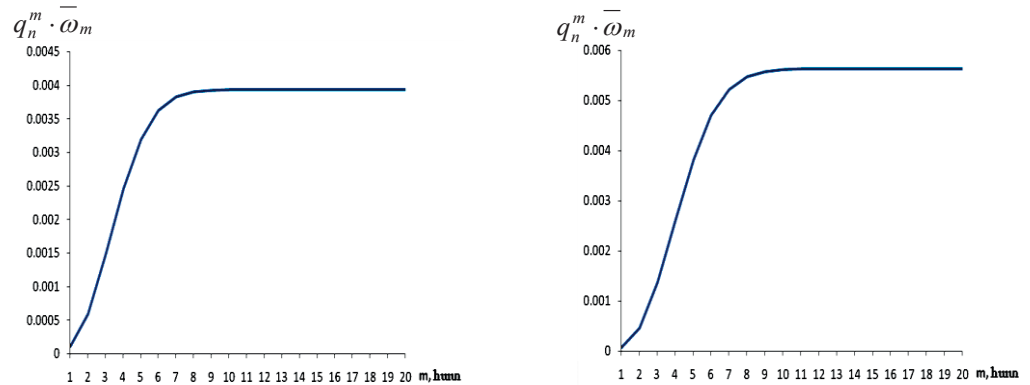
Այստեղ $\sum N_{\text{անվ}} = N_{\text{տեղ}}$ - ը էներգահամակարգի (ՋԷԿ-ի) գումարային (տեղակայված) հզորությունն է, $U_{\text{վր}}$, $\tau_{\text{տար}} = 8760$ ժ- ը՝ տարեկան ժամերի թիվը, $f_0 = N_{\text{սզ}} / \sum N_{\text{անվ}}$ - ը՝ նվազագույն էլեկտրական բեռնվածքի գործակիցը, $\lambda = (f_{\text{տար}} - f_0) / (1 - f_{\text{տար}})$ - ն՝ Ռոսանդերի բանաձևի հաստատունը, $f_{\text{տար}} = h_{\text{տեղ}} / \tau_{\text{տար}}$ - ը՝ փաստացի աշխատաժամանակի կամ բեռնավորման տարեկան գործակիցը, $h_{\text{տեղ}}$ - ը՝ տեղակայված հզորության օգտագործման ժամերի թիվը [7, 8]:

Այսպիսով՝ ընդհանուր n -ից m թվով էներգաբլոկների շարքից դուրս գալու դեպքում էլեկտրաէներգիայի տարեկան հնարավոր թերարտադրության չափը կկազմի.

$$q_n^m \cdot \overline{\omega}_m :$$

Այդ կերպ հաշվարկվում է $q_n^m \cdot \overline{\omega}_m$ - ը տարբեր թվով էներգաբլոկների միաժամանակ վթարվելու դեպքում, և կառուցվում է համապատասխան գրաֆիկը: Քանի որ m - ի մեծացմանը զուգընթաց էներգաբլոկների աշխատանքի միաժամանակյա խոտանման հավանականությունը կտրուկ նվազում է, ապա $q_n^m \cdot \overline{\omega}_m$ - ը ևս նվազում է (նկ.): Գրաֆիկների վրա պատկերված կորերը, որոնք, հասնելով իրենց սահմանային արժեքներին, ստանում են ուղղագծային բնույթ, վերը նշվածի ապացույցն են: Գրաֆիկներից նաև ակներև է q - ի փոփոխման ազդեցությունը $q_n^m \cdot \overline{\omega}_m$ - ի նշանակության վրա: Վերջինի նվազեցման կամ փոխհատուցման նպատակով էներգահամակարգերում նախատեսվում են պաշարային սարքավորումներ: Հասկանալի է, որ ինչքան մեծ է էներգահամակարգի գումարային հզորությունը, այնքան փոքր է

պաշարային հզորության բաղադրիչը էլեկտրամատակարարման միևնույն հուսալիության ապահովման համար:



Նկ. Խոշոր էներգահամակարգում ($n=65$, $N_{\text{աճվ}}=200$, $h_{\text{տեղ}}=6000$ ժ) էլեկտրաէներգիայի հնարավոր թերարտադրության հարաբերական չափը՝ կախված վթարված էներգաբլոկների թվից. ա) $q=0.04$, բ) $q=0.05$

Առանձին էլեկտրակայանի զարգացրած հզորության սահմանափակման, հետևաբար նաև էլեկտրաէներգիայի թերարտադրության կամ, վատթարագույն դեպքում, վթարային կանգառման պատճառ կարող է հանդիսանալ, մասնավորապես, ՋԷԿ-ի ցածր պոտենցիալային մասի (ՑՊՄ) աշխատանքային ռեժիմի ազդեցությունը [9...11]: Այսպես, օրինակ, կոնդենսատորների մուտքում հովացնող ջրի $t_{\text{ջ1}}$ ջերմաստիճանի՝ 1°C -ով բարձրացումը հանգեցնում է 0.4% -ով շոգետուրբինի զարգացրած հզորության նվազման [12]: Միևնույն ժամանակ, հաշվի առնելով, որ տուրբինների մեծ մասի համար կոնդենսատորում բանաժ շոգու 12 կՊա սահմանային թույլատրելի ճնշմանը համապատասխանում է 49.1°C կոնդենսացման ջերմաստիճան, իսկ յուղագազահովացուցիչների հուսալի աշխատանքի պայմանից ելնելով՝ $t_{\text{ջ1}}$ -ը չպիտի գերազանցի 33°C -ը [11], կարելի է եզրահանգել, որ կոնդենսատորի մուտքում հովացնող ջրի առավելագույն թույլատրելի ջերմաստիճանի գերազանցումը ևս կառաջացնի տուրբինի շոգեբեռնվածքի, հետևաբար նաև զարգացրած էլեկտրական հզորության սահմանափակման անհրաժեշտություն: Իսկ դա իր հերթին կհանգեցնի տվյալ ՋԷԿ-ի սահմաններում ներկայանային էլեկտրական բեռնվածքի վերաբաշխման, կամ ՋԷԿ-ի տեղակայված էլեկտրական հզորության սահմանափակման դեպքում կպահանջի էներգահամակարգում առկա փոխարինող հզորությունների՝ աշխատանքի մեջ ներգրավում:

Մասնավորապես, վերը դիտարկված էներգահամակարգի համար միայն կոնդենսատորի (անգամ պայմանականորեն մաքուր) մուտքում հովացնող ջրի ջերմաս-

տիճանի բարձրացման գործոնի տեսքով ՅՊՄ-ի ազդեցության հաշվառումը ցույց է տալիս, որ էներգաբլոկների անվանական բեռնվածքի և $t_1=35\text{ }^{\circ}\text{C}$ դեպքում կոնդենսատորում շոգու կոնդենսացման ջերմաստիճանը գերազանցում է $49.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ը, և ի հայտ է գալիս էներգաբլոկի զարգացրած հզորության սահմանափակում 10 ՄՎտ -ով: Ուստի և պիկային էլեկտրական բեռնվածքի ծածկման համար անհրաժեշտ կլինի աշխատանքի մեջ ներգրավել էներգահամակարգում առկա փոխարինող հզորությունները:

Այսպիսով, էներգահամակարգերի կազմում գործող ՋԷԿ-երի աշխատող սարքավորումների հուսալիության և դրանց տեղակայված էլեկտրական հզորության վրա ՅՊՄ- ի աշխատանքի արդյունավետության ցուցանիշների ազդեցության հաշվառումն էլեկտրական բեռնվածքի բաշխման գործընթացում թույլ է տալիս առավել ճշգրիտ լուծել էլեկտրական բեռնվածքի լավարկային բաշխման խնդիրը՝ դրանից բխող բոլոր դրական հետևանքներով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Մարուխյան Ո.Ջ., Բուռնաչյան Հ.Ա.** Ջերմային էլեկտրակայանների աշխատանքային ռեժիմներ և շահագործում: Ուսումնական ձեռնարկ.- Երևան, 1994.- 146 էջ:
2. **Качан А.Д.** Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций: Учеб. пособие для спец. "Тепловые электр. станции".- Мн.: Высшая школа, 1978.- 288 с.
3. **Прокопенко А.Г., Мысак И.С.** Стационарные переменные и пусковые режимы энергоблоков ТЭС.- М.: Энергоатомиздат, 1990.- 317 с.
4. **Մարուխյան Ո.Ջ., Առաքելյան Ա.Ս.** Բեռնվածքի անկման անցման եղանակները էլեկտրական բեռնվածքի գրաֆիկի կարգավորման ռեժիմում աշխատող տարատիպ էներգետիկական կազմով կոնդենսացիոն էլեկտրակայանի համար // ՀՀ ԳԱԱ և ՀՊՃՀ Տեղեկագիր. Տեխնիկական գիտությունների սերիա.- 2012.- Հ. LXV, №3.- էջ 260-268:
5. **Մարուխյան Ո.Ջ., Հարությունյան Ն.Ռ., Առաքելյան Ա.Ս.** Ջերմային էլեկտրակայանի բեռի օպտիմալ բաշխումը զուգահեռ աշխատող ագրեգատների միջև դինամիկական ծրագրավորման օպտիմալացման սկզբունքի հիման վրա // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրաբեր (ՀՃԱԼ).- 2012.- Հ. 9, №2.- էջ 327-332:
6. **Մարուխյան Ո.Ջ., Առաքելյան Ա.Ս.** ՋԷԿ- երի բեռնվածքի օպտիմալ բաշխումը զուգահեռ աշխատող ագրեգատների միջև // ՀՊՃՀ Բանբեր. էլեկտրատեխնիկա, էներգետիկա սերիա.- 2012.- Թ.15, Հ.1.- էջ 77-81:
7. **Ноздренко Г.В., Томилов В.Г., Зыков В.В., Пугач Ю.Л.** Надежность ТЭС: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. – 63 с.
8. **Рыжкин В.Я.** Тепловые электрические станции: Учебник для вузов / Под ред. В.Я. Гиршфельда.-3- е изд., перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1987.- 328 с.
9. **Шелепов И.Г., Михайский Д.В.** Исследование влияния режимов работы НПК на эффективность работы энергоблока// Восточно-Европейский журнал передовых технологий.- 2005.- С. 122-125.

10. **Շամաճյան Ե.Ռ.** ԶԷԿ-երի մակերևութային կոնդենսատորների աղտոտման հետևանքով էլեկտրական հզորության անկման մաթեմատիկական մոդելի մշակումը // ՀՃԱԼ.- 2009.- Հ. 6, N 3.- էջ 377-380:
11. Методические указания по определению и согласованию ограничений установленной электрической мощности тепловых и атомных электростанций: Приложение №4 к Техническим требованиям к генерирующему оборудованию участников ОРЭ.- 2010.- С. 1-60.
12. **Пономаренко В.С., Арефьев Ю.И.** Градирни промышленных и энергетических предприятий: Справочное пособие / Под общ. ред. В.С. Пономаренко.- М.: Энергоатомиздат, 1998.- 376 с.

В.З. МАРУХЯН, А.С. АРАКЕЛЯН

ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ И УЧЕТА ВЕРОЯТНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Рассмотрены вопросы надежности оборудования, работающего в составе тепловых электростанций (ТЭС), и учета вероятных ограничений установленной мощности ТЭС в процессе распределения электрической нагрузки. В частности, в качестве вероятной причины ограничения рассмотрено влияние рабочих показателей низкотянцальных частей ТЭС на развиваемую электрическую мощность энергоблоков, работающих в составе электростанций.

Ключевые слова: тепловая электростанция, распределение нагрузки, ограничение установленной электрической мощности, надежность, аварийность, низкотянцальная часть, недоотпуск электроэнергии.

V.Z. MARUKHYAN, A.S. ARAKELYAN

RELIABILITY ISSUES OF THE OPERATING EQUIPMENT, AND CONSIDERATION OF THE PROBABLE LIMITATIONS OF THE DETERMINED CAPACITY OF TPPS IN THE ELECTRIC LOAD DISTRIBUTION PROCESS

The issues on thermal power plants' (TPP) operating equipment reliability, and consideration of the TPP's installed capacity's probable limitations at the electric load distribution are reviewed. Particularly, as a probable reason for limitation, the influence of TPP's low potential parts' (LPP) operating indices on the output of power units is considered.

Keywords: thermal power plant, load distribution, limitation of the determined electric capacity, reliability, breakdown rate, low potential part, undersupply of electric power.