

Գ.Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

**ԲԱՐԴ ԷՆԵՐԳԱՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ ԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ
ԸՆՏՐՈՒԹՅԱՆ ՄԵԹՈԴԸ**

Դիտարկվում է էներգահամակարգի ռեժիմների լավարկման խնդիրը, երբ հաշվի են առնվում ջերմային կայանների կողմից կատարվող արտանետումների ծախսերը: Այս դեպքում հիմնախնդիր է հանդիսանում այդ գործոնների դիտարկումը:

Առանցքային բաներ. ջերմային էլեկտրակայաններ, էներգետիկական արտադրություն, բեռի բաշխում:

Էլեկտրական էներգիայի կենտրոնացված արտադրությունն ունի մի շարք առավելություններ, դրանք են. բարձրացնում է սպառիչների էլեկտրամատակարարման հուսալիությունը, նվազեցնում է պահուստային անհրաժեշտ հզորությունը, իջեցնում է արտադրվող էլեկտրաէներգիայի ինքնարժեքը և թույլ է տալիս սահմանել մեծ միավոր հզորությամբ ագրեգատներ: Վերջինի դեպքում անհրաժեշտ է համակարգի բեռնվածքը յուրաքանչյուր պահին օպտիմալ բաշխել աշխատող ագրեգատների միջև: Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի՝ որպես կառավարվող օբյեկտի հետագա զարգացումը անհրաժեշտություն է առաջացնում՝ դիտարկելու աղտոտման գործոնի օպտիմալացման խնդիրները:

Այսպիսով, բազմանպատակային օպտիմալացման խնդրի դիտարկումը, որը ներառում է էներգահամակարգի զարգացման պլանավորման մեթոդների, էլեկտրաէներգետիկական համակարգի աշխատանքային ռեժիմների կառավարման միջոցների և մեթոդների մշակումը, արդիական է աշխատող կայանների շրջակա միջավայրի վրա ազդեցության, մասնավորապես՝ օդային աղաղակ արտանետումների գնահատման տեսանկյունից [1]:

Խնդրի դրվածքը. Դիտարկվում է էներգահամակարգ՝ բաղկացած n թվով ՀԷԿ-երից և m թվով ՋԷԿ-երից, որտեղ անհրաժեշտ է հաշվի առնել համակարգում աշխատող ջերմային կայանների արտանետումների ազդեցությունը օպտիմալ ռեժիմներն ընտրելիս:

Խնդրի լուծման համար ջերմային էլեկտրակայանների էներգետիկ բնութագրերը (ըստ ծախսային և հարաբերական աճի) ներկայացվում են ոչ թե ծախսային, այլ դրամային միավորներով, այսինքն՝ ծախսային բնութագիրը ներկայանում է որպես վառելիքի ծախսի դրամական արժեքի կախվածություն հզորությունից, իսկ հարաբերական աճը՝ b_i , $\partial B_i / \partial P_{Ti}$ -ի փոխարեն կներկայացվի $\alpha_i \partial B_i / \partial P_{Ti}$ արտահայտությամբ, որտեղ B_i -ն i -րդ ջերմային կայանի վառելիքի ժամային ծախսն է, d^2/dt , α_i -ն՝

i-րդ ջերմային կայանում վառելիքի գինը, $\$/\text{մ}^3$, P_{Ti} -ն՝ i-րդ ՋԷԿ-ի հզորությունը, $U^{\text{վառ}}$:

Վերը նշված բնութագրերում, կախված ագրեգատների տիպից և քանակից, յուրաքանչյուր կայանի համար պետք է որոշվեն սահմանային թույլատրելի արտանետումները (ՍԹԱ): Հարկ է նշել, որ ագրեգատների քանակն ըստ ստանդարտի նախատեսվում է 2, 4 կամ 6 հատ:

Բնութագրերի՝ դրամային միավորներով արտահայտման նշված փոփոխությունը, բնականաբար, չի ազդում էներգետիկական բնութագրերի տեսքի վրա: Իսկ ինչ վերաբերում է ՍԹԱ-ին, ապա այն յուրաքանչյուր կայանի համար ընդունում է տարբեր արժեքներ՝ կախված տվյալ կայանի տարածքում աղտոտող նյութերի ֆոնային խտությունից, կայանում ծխնելույզների քանակից և բարձրություններից, ծխնելույզից արտանետվող ծխագազերի ծախսից, աղտոտող նյութերի ՍԹԱ-ից և այլն: Հետևապես, կախված ՍԹԱ-ի արժեքից, «թույլատրելի» հզորությունները՝ P_{Ti}^* տարբեր ջերմային կայաններում կլինեն տարբեր:

Քանի որ, ինչպես վերը նշվեց, մեր խնդրում ռեժիմների բաշխման ժամանակ անհրաժեշտ է ժամանակի յուրաքանչյուր պահին վառելիքի և ՍԹԱ-ից բարձր արտանետումների գումարի արժեքի նվազագույն լինելու պայմանի ապահովում, ուստի ինչպես յուրաքանչյուր ջերմային կայանի, այնպես էլ ամբողջ ջերմային ենթահամակարգի էներգետիկական բնութագրերը, սկսած P_{Ti}^* հզորությունից, կշեղվեն դեպի վեր:

Հետևաբար, հարաբերական աճի բնութագիրը նույնպես, սկսած P_{Ti}^* հզորությունից, կաճի՝ ի հաշիվ $\Delta b_i = \beta \partial M_i / \partial P_{\text{Ti}}$: Գումարային հարաբերական աճը կստանա

$$b_i^* = b_i + \Delta b_i$$

տեսքը, որտեղ M_i -ն i-րդ կայանի ՍԹԱ-ից բարձր արտանետումների չափն է, $q/\text{վ}$, որը մինչև P_{Ti}^* հզորությունն ունի զրո արժեք, β_i -ն՝ i-րդ կայանի ՍԹԱ-ից բարձր արտանետումների դեպքում սահմանված տուգանքների չափը:

Պայմանականորեն կատարենք հետևյալ նշանակումը. $3_i(P_i) = \alpha_i B_i + \beta_i M_i$:

ՍԹԱ-ից բարձր արտանետումների վճարներն ակնհայտ կերպով պատկերելու համար ներկայացնենք 2K-160-130 տուրբինի էներգետիկական բնութագրերը աղյուսակների տեսքով (աղ.1,2), մի դեպքում՝ հաշվի չառնելով $\beta_i M_i$ բաղադրիչը, մյուս դեպքում՝ ներառելով այն [2, 3]: Ընդ որում, որպես վառելիք օգտագործվում է բնական գազը ($Q_{\text{գ}} = 8200 \text{ կկալ}/\text{մ}^3$):

Գրաֆիկորեն հարաբերական աճի բնութագիրը կընդունի նշված տեսքը. (նկ.): Ընդ որում, $P_{\text{Ti}}^{\min} \leq P_{\text{Ti}}^* \leq P_{\text{Ti}}^{\max}$:

Վառելիքի և արտանետումների գումարային ծախսը՝ արտահայտված դրամական միավորներով, ջերմային կայաններում ժամանակի ցանկացած պահին, հաշվի

առնելով անցումային պրոցեսները փոփոխական աշխատանքային ռեժիմներում, կարելի է ներկայացնել (1) արտահայտությամբ [4, 5].

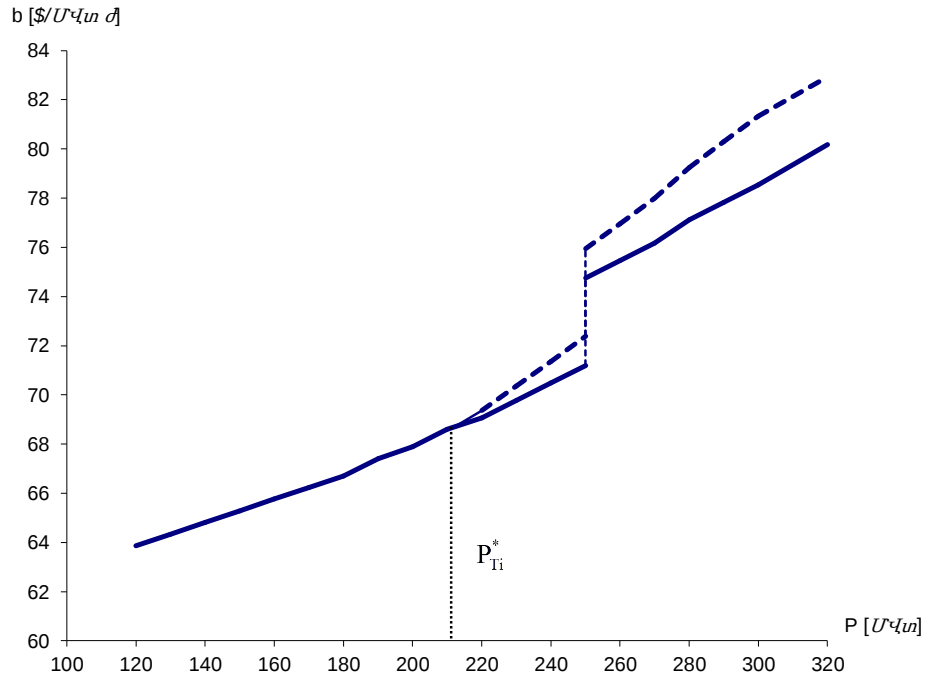
Աղյուսակ 1			Աղյուսակ 2		
P,	B,	b*,	P,	3(P),	b*,
<i>ՄՎտ</i>	<i>\$/ժ</i>	<i>\$/ՄՎտ*ժ</i>	<i>ՄՎտ</i>	<i>\$/ժ</i>	<i>\$/ՄՎտ*ժ</i>
120	8989	63,87	120	8989	63,87
130	9745	64,34	130	9745	64,34
140	10408	64,81	140	10408	64,81
150	11117	65,29	150	11117	65,29
160	11827	65,76	160	11827	65,76
170	12537	66,23	170	12537	66,23
180	13246	66,7	180	13246	66,7
190	13909	67,41	190	13909	67,41
200	14618	67,89	200	14618	67,89
210	15281	68,6	210	15281	68,6
			212	15423	68,7
220	15990	69,07	220	15993	69,37
230	16794	69,78	230	16800	70,36
240	17504	70,49	240	17513	71,36
250	18261	71,2/74,75	250	18273	72,39/75,94
260	19018	75,46	260	19033	76,96
270	19775	76,17	270	19793	77,99
280	20532	77,11	280	20553	79,29
290	21289	77,82	290	21313	80,3
300	22093	78,53	300	22121	81,33
320	23749	80,19	320	23784	81,93

$$\sum_{i=1}^m \mathcal{Z}_i \left(P_{Ti} \right) = f \left(t, \overline{P}_T, \overline{P}_T' \right), \tag{1}$$

$$\overline{P}_T = (P_{T1}, P_{T2}, ..., P_{Tm}), \overline{P}_T' = \frac{d\overline{P}_T}{dt},$$

որտեղ *t* -ն դիտարկվող ժամանակն է, *ժ*, $\overline{P}_T'$ -ը՝ ՋԷԿ-ի բեռի փոփոխման արագությոնը, *ՄՎտ/ժ*.

Խնդիրը մաթեմատիկորեն կարելի է ձևակերպել հետևյալ կերպ.



Նկ. 2K-160-130 էներգաբլոկի հարաբերական աճի բնութագիրը

Անհրաժեշտ է գտնել

$$\int_{t_0}^{t_k} \sum_{i=1}^m 3_i(P_{Ti}) dt \rightarrow \min, \quad (2)$$

միաժամանակ ապահովելով համակարգի հզորությունների հաշվեկշռի պայմանը՝

$$\varphi_t = \sum_{i=1}^m P_{Ti} + \sum_{j=1}^n P_j - P_c - \Delta P = 0, \quad (3)$$

և ջրամբարի աշխատանքային ռեժիմների սահմանային պայմանները՝

$$V_{rj} = \frac{dV_{rj}}{dt} = q_j - Q_{rj}, \quad (4)$$

$$V_{rj}(t_0) = 0, \quad V_{rj}(t_k) = V_{rj}^*,$$

որտեղ V_{rj} -ն j -րդ ՀԷԿ-ի ընթացիկ ջրի ծավալն է, q_j -ն՝ j -րդ կայանի կողային հոսքը, Q_{rj} -ն՝ j -րդ ՀԷԿ-ի տուրբիններից բաց թողնված ջրի ելքը, V_{rj}^* -ը՝ օրական օգտագործվող ջրի ծավալը:

Նշված խնդիրը տիպիկ հարաբերական էքստրեմումի վարիացիոն խնդիր է, երբ պահանջվում է փնտրել (2) ֆունկցիոնալի մինիմումը՝ հաշվի առնելով (3) և (4) սահմանափակումները:

Կիրառելով Լագրանժի անորոշության գործակիցը՝ պայմանական էքստրեմումի խնդիրը կարելի է բերել ոչ պայմանական էքստրեմումի խնդրի [6]: Այդ դեպքում անհրաժեշտ է հետազոտել հետևյալ ֆունկցիոնալը.

$$B = \int_{t_0}^{t_k} \sum_{i=1}^m (3_i + \lambda_t \varphi_t) dt = \int_{t_0}^{t_k} F^* dt, \quad (5)$$

$$F^* = \sum_{i=1}^m 3_i + \lambda_t \varphi_t :$$

Վարիացիոն հաշվարկի տեսությունից հայտնի է, որ դիտարկվող ֆունկցիոնալի էքստրեմումն իրականացնող կորերը պետք է բավարարեն Էյլեր-Լագրանժի դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգին, որն ունի հետևյալ տեսքը [7]՝

$$\begin{cases} \frac{\partial F^*}{\partial P_{Ti}} - \frac{d}{dt} \frac{\partial F^*}{\partial P_{Ti}'} = 0, & i = 1, 2, \dots, m, \\ \frac{\partial F^*}{\partial V_{ji}} - \frac{d}{dt} \frac{\partial F^*}{\partial V_{ji}'} = 0, & j = 1, 2, \dots, n: \end{cases} \quad (6)$$

Այս արտահայտությունները գրենք բացված տեսքով՝

$$\begin{cases} \frac{\partial 3_i}{\partial P_{Ti}} + \lambda_t \left(1 + \frac{\partial \Delta P}{\partial P_{Ti}} \right) - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial 3_i}{\partial P_{Ti}'} \right) = 0, \\ \lambda_t \left(1 - \frac{\partial \Delta P}{\partial P_{ji}} \right) \frac{\partial P_{ij}}{\partial V_{ji}} - \frac{d}{dt} \left[\lambda_t \left(1 - \frac{\partial \Delta P}{\partial P_{ji}} \right) \frac{\partial P_{ij}}{\partial V_{ji}'} \right] = 0: \end{cases} \quad (7)$$

Եթե հաշվի չառնենք անցումային պրոցեսների ազդեցությունը, ապա (7) հավասարումների համակարգի առաջին հավասարման վերջին անդամը կարելի է հավասարեցնել զրոյի: Այդ դեպքում առաջին հավասարումից գտնելով λ_t -ն և տեղադրելով երկրորդ հավասարման մեջ՝ կստանանք.

$$\lambda_t = -\frac{\frac{\partial Z_i}{\partial P_{Ti}}}{\left(1 - \frac{\partial \Delta P}{\partial P_{Ti}}\right)}$$

$$\frac{-\frac{\partial Z_i}{\partial P_{Ti}}\left(1 - \frac{\partial \Delta P}{\partial P_{Tj}}\right)\frac{\partial P_{Tj}}{\partial V'_{Tj}}}{\left(1 - \frac{\partial \Delta P}{\partial P_{Ti}}\right)} + \frac{d}{dt} \left[\frac{\frac{\partial Z_i}{\partial P'_{Ti}}\left(1 - \frac{\partial \Delta P}{\partial P_{Tj}}\right)\frac{\partial P_{Tj}}{\partial V'_{Tj}}}{\left(1 - \frac{\partial \Delta P}{\partial P_{Ti}}\right)} \right] = 0 : \quad (8)$$

Եթե $\frac{1 - \frac{\partial \Delta P}{\partial P_{Tj}}}{1 - \frac{\partial \Delta P}{\partial P_{Ti}}}$ արտահայտությունը նշանակենք σ_i -ով և կատարենք որոշակի

ձևափոխություններ, ապա կստանանք՝

$$\sigma_i b_i^* \frac{\partial P_{Tj}}{\partial V_{Tj}} - \frac{d}{dt} \left[\sigma_i b_i^* \frac{\partial P_{Tj}}{\partial Q_{Tj}} \right] = 0 : \quad (9)$$

Ինտեգրելով (9) արտահայտությունը, կստանանք՝

$$\int \sigma_i b_i^* \frac{\partial P_{Tj}}{\partial V_{Tj}} + \sigma_i b_i^* \frac{\partial P_{Tj}}{\partial Q_{Tj}} = C_j, \quad (10)$$

որտեղ C_j ($j = 1, 2, \dots, n$) հաստատուն մեծություն է:

Եթե ՀԷԿ-ի էջքը հաստատուն է, ապա՝ $\int \sigma_i b_i^* \frac{\partial P_{Tj}}{\partial V_{Tj}} = 0$ և $\int \sigma_i b_i^* \frac{\partial P_{Tj}}{\partial Q_{Tj}} = C_j$,

կամ $\int \sigma_i \frac{b_i^*}{q_{Tj}} = C_j$:

Տեղադրելով σ_i -ի փոխարեն իր արժեքը, կստանանք՝

$$\frac{b_i^*}{1 - \frac{\partial \Delta P}{\partial P_{Ti}}} = C_j \frac{q_{Tj}}{1 - \frac{\partial \Delta P}{\partial P_{Tj}}} : \quad (11)$$

Եթե անտեսենք կորուստների հարաբերական աճերը համակարգում, կստանանք.

$$b_i^* = C_j q_j, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n : \quad (12)$$

Այսինքն, որպեսզի բարդ էներգահամակարգում կայանների աշխատանքային ռեժիմները լինեն օպտիմալ, անհրաժեշտ է, որ ժամանակի ցանկացած t պահին ջերմային կայանների հարաբերական աճերը լինեն հավասար ՀԷԿ-երի հարաբերական աճերին՝ բազմապատկած C_j գործակցով, որի մեծությունը կարգավորման ամբողջ փուլում պետք է լինի հաստատուն:

$$C_j = \frac{b_i^*}{q_j} \quad [\$/\text{մ}^3]:$$

Այս գործակիցը ցույց է տալիս, թե 1 մ^3 ջրի դեպքում որքան վառելիք և արտանետման վճարների դրամական ծախս է անհրաժեշտ: Խնդիրը լուծելիս C_j գործակիցը որոշվում է հաջորդական մոտեցման սկզբունքով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Озерова И.П., Новиков Р.С.** Обоснование необходимости распределения нагрузок между агрегатами ТЭС на базе комплексного критерия // Известия Томского политехнического университета. - Томск, 2002. - Т. 305, N 2.- С. 108-114.
2. ՀՀ օրենքը “Բնապահպանական վճարների դրույքաչափերի մասին”, 2006:
3. ՀՀ օրենքը “Բնապահպանական և բնօգտագործման վճարների մասին”, 1998:
4. **Горнштейн В.М., Мирошниченко Б.М.** Методы оптимизации режимов энергосистем.- М.: Энергоиздат, 1981.- 336 с.
5. **Цветков Е.В., Алябаева Т.М., Парфенов Л.Г.** Оптимальные режимы гидроэлектростанций в энергетических системах.- М.: Энергоатомиздат, 1984.- 304 с.
6. **Веников В.А., Журавлев В.Г., Филиппова Т.А.** Оптимизация режимов электростанций и энергосистем.- М.: Энергоиздат, 1990.- 352 с.
7. **Բուռնայան Հ.Ա., Էլբակյան Մ.Ֆ.** Ջերմաէլեկտրակենտրոնների ագրեգատների աշխատանքային ռեժիմների լավարկումը բարդ էներգահամակարգում // ՀՊՃՀ Լրաբեր. - 2010. - Հ.7, № 4. - էջ 657-661:

ՀՊՃՀ (ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿ): Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 25.08.2013:

Г.А. АРУТЮНЯН

**МЕТОД ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ СТАНЦИЙ СЛОЖНОЙ
ЭНЕРГОСИСТЕМЫ**

Обсуждается оптимизация режимов с учетом затрат на выбросы тепловых электростанций. Показано, что в этом случае основной задачей является учет этих факторов.

Ключевые слова: тепловая электростанция, энергетическое производство, распределение нагрузки.

G.A. HARUTYUNYAN

**A METHOD FOR SELECTING OPTIMUM MODES OF PLANTS OF A COMPLEX
POWER SYSTEM**

The mode optimization taking into account the expenses of the effluents from thermal power plants is considered. It is shown that in that case the main task is consideration of those factors.

Keywords: thermal power plant, power production, load distribution.