

**Ո.Ձ. ՄԱՐՈՒԽՅԱՆ, Ն.Բ. ԲԱԴԱԼՅԱՆ, Ն.ՅՈՒ. ԴԱՎԹՅԱՆ,
Լ.Է. ՇԱՀՍՈՒՎԱՐՅԱՆ**

**ՇՈԳԵՏՈՒՐԲԻՆԻ ԿՈՆԴԵՆՍԱՏՈՐԻ ՏՆՏԵՍԱՎԵՏ ՆՈՍՐԱՑՄԱՆ
ՀԱՍԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԱՅԴ ՌԵԺԻՄՈՎ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ
ԲՆՈՒԹԱԳՐԻՉՆԵՐԸ**

Հետազոտվել են անհատական շրջանառության մոդիչով կահավորված տուրբատեղակայանքի էներգետիկական բնութագրերը և ամենաշահավետ նոսրացումը: Կառուցվել է T-100/120-130 TM3 տուրբինով տուրբատեղակայանքի ամենաշահավետ նոսրացման բնութագիրը:

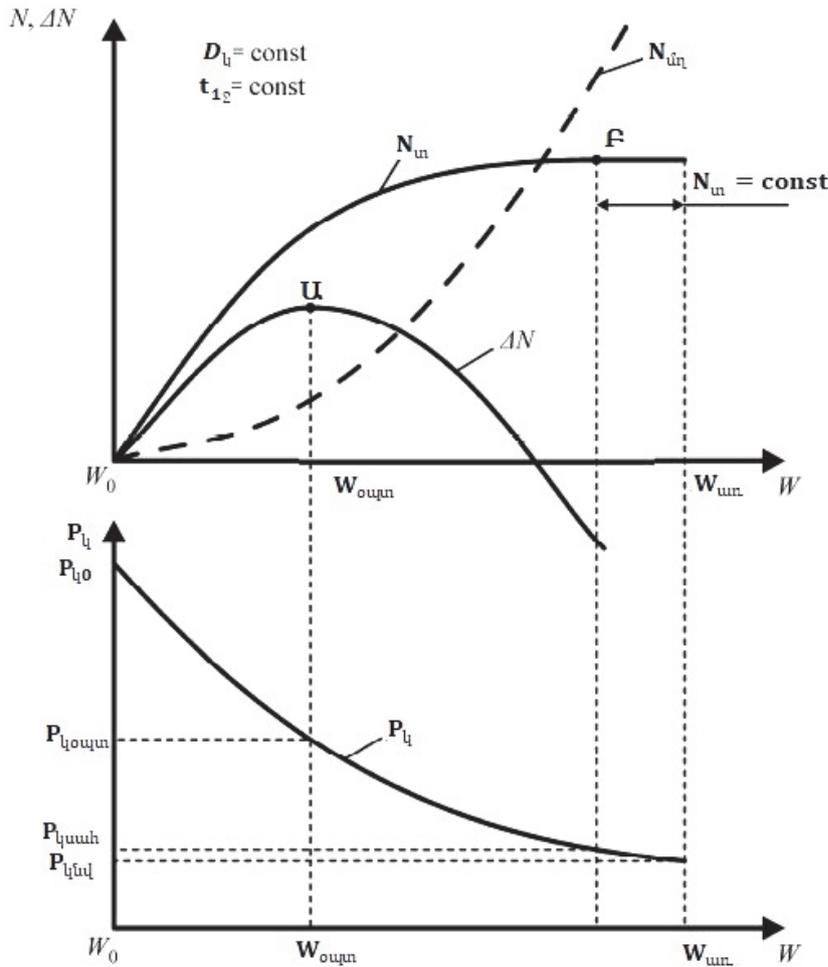
Առանցքային բառեր. կոնդենսատոր, սահմանային և տնտեսավետ նոսրացում, էներգետիկական բնութագիր, աշխատած շոգի, հովացնող ջուր:

Շոգետուրբինների շահագործման պրակտիկայում հաճախ նշվում է, որ աշխատած շոգու ճնշման նվազեցումը հանգեցնում է տուրբաագրեգատի արտադրած էլեկտրական հզորության մեծացմանը, սակայն դա այնքան էլ միանշանակ չէ: Գոյություն ունեն երկու հիմնական սահմաններ, որոնք սահմանափակում են կոնդենսատորում նվազագույն ճնշման մեծությունը (նոսրացման առավելագույն մեծությունը). դրանք սահմանային և տնտեսավետ նոսրացումներն են:

Սահմանային նոսրացում հասկացությունը կապված է շոգետուրբինի ցածր ճնշման մասի կառուցվածքային և ռեժիմային բնութագրիչների, մասնավորապես՝ վերջին աստիճանի հետ [1]:

Կոնդենսատորում շոգու ճնշման նվազմանը զուգընթաց մի ինչ-որ պահի հաստատվում է շոգետուրբինի ցածր ճնշման մասի վերջին աստիճանի սահմանային թողունակություն (ծախս): Սա արտահայտվում է նրանով, որ այդ աստիճանի ելքային հատույթում դադարում է շոգու ճնշման փոփոխությունը՝ վերջինիս ընդարձակման ունակության սպառման հետևանքով: Ընդ որում, շոգու ընդարձակումը վերջին աստիճանի աշխատանքային ցանցի հատույթի ելքային ճնշումից մինչև կոնդենսատորում եղած ճնշումը ընթանում է տուրբաագրեգատի արտափքման կարճախողովակում, իսկ արտադրվող էլեկտրական հզորությունը մնում է անփոփոխ: Սահմանայինն այն նոսրացումն է կոնդենսատորում, որի դեպքում, մնացած հավասար պայմաններում, հասնում է առավելագույն հզորության արտադրմանը, որը սովորաբար տնտեսապես շահավետ չէ (տնտեսավետ չէ): Տրված կառուցվածքի կոնդենսատորի պարագայում շոգու ճնշման նվազեցումը կապված է լրացուցիչ քանակությամբ հովացնող ջրի մղման համար էլեկտրաէներգիայի

ծախսի աճի հետ (համապատասխանաբար՝ շրջանառության մղիչների շարժաբերների հզորության աճի): Սույն վերլուծությունը ավելի մատչելի դարձնելու նպատակով դիտարկենք հետևյալ օրինակը (նկ.1):



Նկ. 1. Կոնդենսատորի բնութագրերը

Ընդունենք, որ տուրբաագրեգատն աշխատում է դեպի կոնդենսատոր շոգու D_l հաստատուն ծախսով, ընդ որում, կոնդենսատորի մուտքում հովացնող ջրի t_{12} ջերմաստիճանը ևս անփոփոխ է: Կոնդենսատորով հովացնող ջրի նվազագույն W_0 ծախսի պայմաններում կոնդենսատորում հաստատվում է շոգու բացարձակ P_{l0} ճնշման որոշակի մեծություն: Հովացնող ջրի ծախսի մեծացումը (ընդհուպ մինչև հնարավոր առավելագույն W_{un} մեծությունը) կհանգեցնի աշխատած շոգու ճնշման անընդհատ նվազմանը (հավասար $P_{l_{\dot{un}}}$ -ի հովացնող ջրի

$W_{\text{տն}}$ ծախսի դեպքում): Ընդ որում, կաճի ոչ միայն տուրբաագրեգատի արտադրած $N_{\text{տ}}$ էլեկտրական հզորությունը, այլև շրջանառության մղիչների շարժաբերների վրա ծախսված հզորությունը՝ $N_{\text{մղ}}$: Էլեկտրական ցանց փոխանցված օգտակար էլեկտրական հզորությունը կհաշվվի որպես հետևյալ տարբերություն՝ $\Delta N = (N_{\text{տ}} - N_{\text{մղ}})$, որն իր առավելագույն նշանակությանը հասնում է Ա կետում, որին համապատասխանում են հովացնող ջրի ծախսի որոշակի օպտիմալ մեծությունը ($W_{\text{օպտ}}$) և համապատասխանաբար՝ կոնդենսատորում շոգու $P_{\text{կօպտ}}$ ճնշումը:

Այս $P_{\text{կօպտ}}$ բացարձակ ճնշմանը համապատասխան նոսրացումը կոչվում է տնտեսավետ (ամենաշահավետ) նոսրացում: $P_{\text{կօպտ}}$ -ի մեծությունն ավելին է, քան կոնդենսատորում շոգու սահմանային $P_{\text{կսահ}}$ ճնշումը (նկ.1, կետ «Բ»): Գոյություն ունի նաև կոնդենսատորում անվանական ճնշում հասկացությունը, որին համապատասխան նոսրացումը կոչվում է անվանական: Անվանական ճնշումը կոնդենսատորում այն ճնշումն է, որն ընդունվում է շոգետուրբինային տեղակայանքի նախագծման ժամանակ, նախագծի հիմնավորման տեխնիկա-տնտեսական հաշվարկի արդյունքներով՝ հաշվի առած ջերմային և էլեկտրական էներգիաների արտադրման համար վառելիքի ծախսը, ինչպես նաև կիրառված տեխնիկական ջրամատակարարման համակարգի բնութագրիչներն ու առանձնահատկությունները:

Տնտեսավետ նոսրացմամբ տուրբաագրեգատների աշխատանքային ռեժիմների նորմավորման և շահագործման ընթացքում դրանց պահպանման խնդիրը պահանջում է համապատասխան ղեկավար փաստաթղթեր, մասնավորապես՝ «Методические указания по составлению и содержанию энергитических характеристик оборудования ТЭС»-ի ցուցումների, որոնք արձանագրում են շրջանառության մղիչների ծախսած հզորության կախվածությունը կոնդենսատորում հովացնող ջրի ժամային օպտիմալ ծախսերից, որոնք էլ որոշվում են տնտեսավետ նոսրացման, այդ թվում՝ նաև այլ գործոններ հաշվի առնելով: Սակայն գործող ղեկավար փաստաթղթերը չեն սահմանափակում ամենաշահավետ նոսրացման բնութագրիչների որոշման մեթոդները: Նորմատիվ-տեխնիկական փաստաթղթերի պատմական վերլուծականը հնարավորություն է տալիս եզրակացնել, որ XX դարի միջնամասում ԽՍՀՄ էներգետիկ ոլորտում մշակվել են մի շարք փաստաթղթեր, որոնք, ըստ էության, սահմանափակում էին ամենաշահավետ նոսրացմամբ տուրբաագրեգատների աշխատանքային ռեժիմների հաշվարկի արարողակարգը:

Նշված փաստաթղթերում բերված է ամենաշահավետ նոսրացման որոշման հաշվարկային ալգորիթմը սարքավորումների էներգետիկ բնութագրերի կիրառման միջոցով: Տվյալ դեպքում սահմանափակվենք անհատական շրջանառության մղիչով կահավորված տուրբատեղակայանքի էներգետիկական բնու-

թագրերի օգտագործմամբ ամենաշահավետ նոսրացման մեծության որոշման օրինակով: Ըստ նշվածի՝ պահանջվում է կառուցել T-100/120-130 TM3 տուրբինով տուրբատեղակայանքի ամենաշահավետ նոսրացման բնութագիրը, ընդ որում, տեղակայանքի կազմում բլոկային սկզբունքով աշխատում են շրջանառության երկու մղիչ:

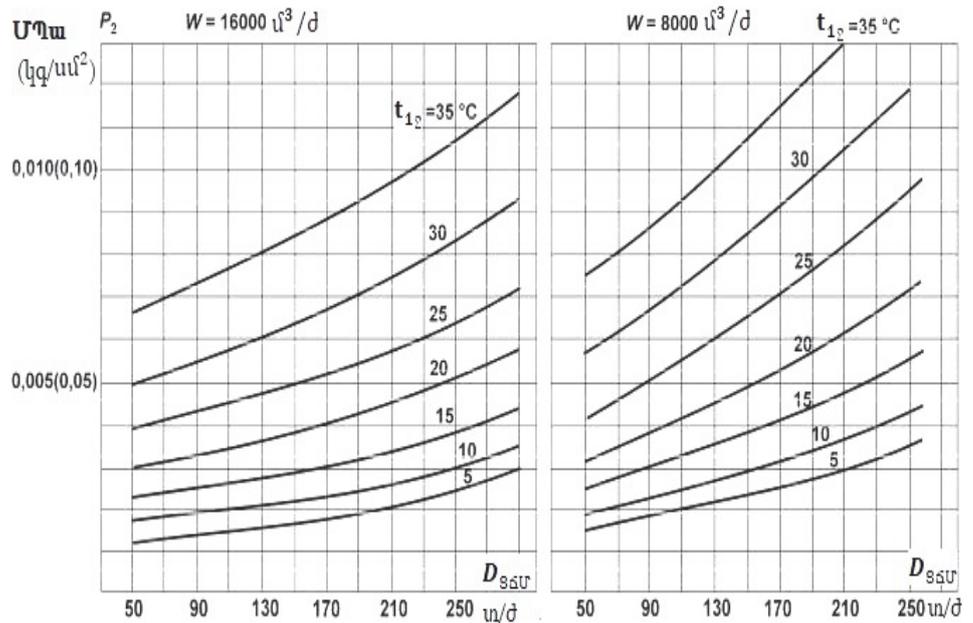
Մեկ մղիչի աշխատանքի դեպքում հովացնող ջրի ծախսը կազմում է՝ $W_1 = 8000 \text{ մ}^3/\text{ժ}$, իսկ այդ մղիչի շարժաբերի հզորությունը հավասար է՝ $N_{մղ1} = 870 \text{ կՎտ}$: Երկու մղիչի աշխատելու պարագայում համապատասխանաբար՝ $W_2 = 16000 \text{ մ}^3/\text{ժ}$, $N_{մղ2} = 1740 \text{ կՎտ}$:

Խնդիրը փորձենք լուծել քայլերի հաջորդական իրականացման ճանապարհով.

1. ընտրվում են դեպի կոնդենսատոր շոգու ծախսի մի քանի նշանակություններ՝ $D_{կ} = 50 \text{ տ/ժ}$, 150 տ/ժ , 250 տ/ժ ,
2. վերցվում են կոնդենսատորի մուտքում հովացնող ջրի ջերմաստիճանի մի քանի արժեքներ՝ $t_{1\varrho} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$, $15 \text{ }^\circ\text{C}$, $30 \text{ }^\circ\text{C}$,
3. վերցվում են հովացնող ջրի ծախսի հնարավոր մեծություններ, այս դեպքում՝ վերը նշված $W_1 = 8000 \text{ մ}^3/\text{ժ}$ և $W_2 = 16000 \text{ մ}^3/\text{ժ}$ մեծությունները,
4. ձևավորվում է հաշվարկային աղյուսակը (աղ.),
5. կոնդենսատորի էներգետիկական բնութագրի միջոցով (նկ. 2) W , $D_{կ}$, $t_{1\varrho}$ մեծությունների յուրաքանչյուր խմբի համար որոշվում է կոնդենսատորում ճնշման մեծությունը, և արդյունքները գրանցվում են աղյուսակում [2]:

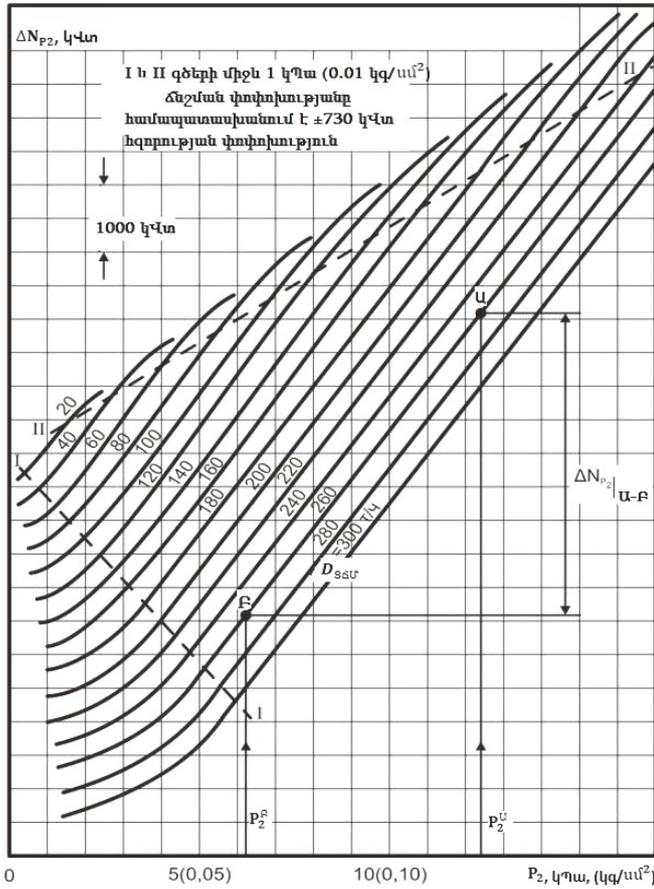
Աղյուսակ

$D_{կ}$, տ/ժ	$t_{1\varrho}$, $^\circ\text{C}$	P_2 , կգ/սմ ² , $W_1 = 8000 \text{ մ}^3/\text{ժ}$ ծախսի դեպքում	P_2 , կգ/սմ ² , $W_1 = 16000 \text{ մ}^3/\text{ժ}$ ծախսի դեպքում	Տուրբինների հզորության աճը, $\Delta N_{տ}$, կՎտ
50	5	0.015	0.012	219
	15	0.026	0.023	409
	30	0.058	0.050	495
150	5	0.023	0.016	345
	15	0.038	0.029	657
	30	0.085	0.064	1380
250	5	0.038	0.024	780
	15	0.056	0.039	1387
	30	0.118	0.083	2555



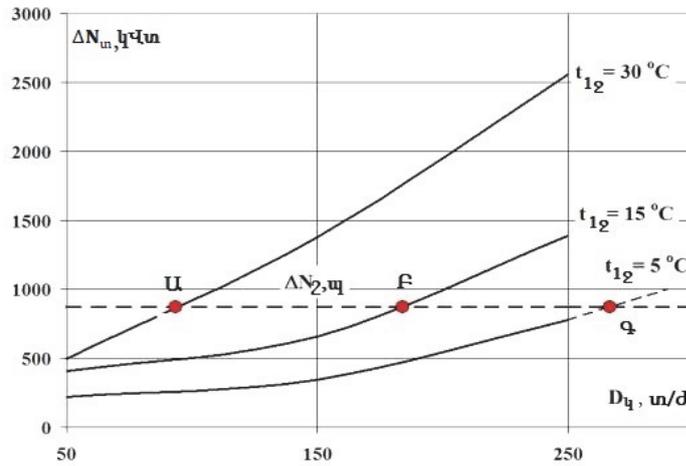
Նկ. 2. T-100-120/130 TM3 շոգեփորքինի կոնդենսատորի էներգետիկական բնութագիրը.
 P_2 - աշխատած շոգու բացարձակ ճնշումը կոնդենսատորում, D_{95U} - շոգեփորքինի ցածր
 ճնշման մասում շոգու ծախսը (տվյալ փորքինի համար հավասար կոնդենսատորում
 շոգու ծախսին), t_{1g} - հովացնող ջրի ջերմաստիճանը կոնդենսատորի մուտքում,
 W - հովացնող ջրի ծախսը կոնդենսատորում

6. Աշխատած շոգու կոնդենսատորում ճնշման շեղման համար ըստ էներգետիկական բնութագրի (նկ.3) որոշվում են հզորության ուղղումները D_{11} -ի և t_{1g} յուրաքանչյուր զույգի համար $W = 8000 \text{ m}^3/\text{ժ}$ ծախսից $W = 16000 \text{ m}^3/\text{ժ}$ ծախսին անցնելիս (արդյունքները գրանցված են աղյուսակի 5-րդ սյունակում):



Նկ. 3. T-100-120/130 TM3 շոգեփուրքին կոնդենսատորում աշխատած շոգու ճնշման փոփոխության արդյունքում արտադրված էլեկտրական հզորության ուղղման կորերը.
 ΔN_{P_2} , կՎտ - հզորության ուղղումը, P_2 , կՊա (կգ/սմ^2)- շոգու բացարձակ ճնշումը կոնդենսատորում, D_{ssU} , ր/ժ - շոգեփուրքին ՑՃՄ-ի մուտքում շոգու ծախսը

7. Ըստ աղյուսակի տվյալների՝ կառուցվում է միջանկյալ գրաֆիկ՝ $\Delta N_{տ} = f(D_{կ}, t_{12})$ t_{12} -ի յուրաքանչյուր արժեքի համար՝ 5, 15, 30 °C (նկ. 4):

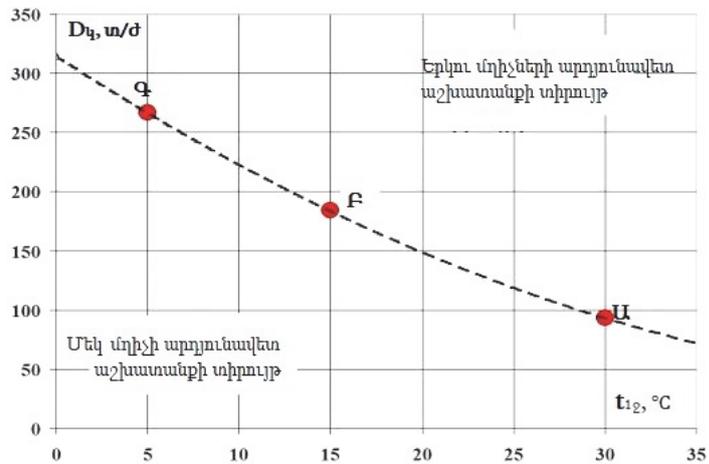


Նկ.4. Կոնդենսատորի բնութագրերը.

$$\Delta N_n = f(D_q, t_{12})$$

8. Միջանկյալ գրաֆիկի վրա տարվում է հորիզոնական, որը համապատասխանում է պոմպերի շարժաբերների հզորության աճին $W = 8000 \text{ ւ}^2/\text{ժ}$ -ից $W=16000 \text{ ւ}^2/\text{ժ}$ ծախսին անցման պարագայում (1740 – 870 = 870 կվտ):

9. Տուրբաագրեգատի հզորության աճի և աշխատող պոմպերի հզորությունների գրաֆիկում հատման կետերը (մեր օրինակում՝ Ա, Բ, Գ կետերը) տեղափոխվում են ամենաշահավետ նոսրացման բնութագրի վրա (նկ.5): Այսպիսով, բնութագիրը հնարավորություն է տալիս՝ որոշելու շրջանառության մեկ պոմպի կամ երկու պոմպերի արդյունավետ աշխատանքի միջակայքը [3,4]:



Նկ. 5. Կոնդենսատորի բնութագիրն ամենաշահավետ նոսրացման դեպքում

Նման ձևով հաշվարկվում են բնութագրերը 3 և ավելի շրջանառության պոմպերի դեպքում, որոնք աշխատում են բլոկային տուրբաագրեգատի հետ:

Հարկ է նշել, որ վերը բերված ամենաշահավետ նոսրացման բնութագրային հաշվարկային ալգորիթմը տալիս է խնդրի մոտավոր լուծման հնարավորություն, քանզի որպես կառավարվող պարամետր օգտագործվում է աշխատող մոդիլների թվաքանակը և ոչ թե դրանց իրական հզորությունների բնութագրերը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. 15 РД 34.30.104 «Руководящие указания по тепловому расчету поверхностных конденсаторов мощных турбин тепловых и атомных электростанций». - М.: СПО «Союзтехэнерго», 1982. – 106 с.
2. **Шкловер Г.Г., Мильман О.О.** Исследование и расчет конденсационных установок паровых турбин. - М.: Энергоатомиздат, 1985.– 240 с.
3. **Хаев С.И.** Разработка и реализация элементов диагностического модуля для мониторинга состояния конденсационной установки паровой турбины: Дис. ... канд. техн. наук. - Екатеринбург, 2004. – 147 с.
4. **Шемпелев А.Г.** Разработка и исследование некоторых способов повышения эффективности конденсационных устройств паровых турбин при малопаровых режимах работы: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1999. – 21 с.

Վ.Յ. ՄԱՐՈՒԿՅԱՆ, Ն.Բ. ԲԱԴԱԼՅԱՆ, Ն.ՅՈ. ԴԱՎԿՅԱՆ, Լ.Յ. ՏԱԽՏՎԱՐՅԱՆ

ПОНЯТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВАКУУМА КОНДЕНСАТОРА ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОТЫ В ЭТОМ РЕЖИМЕ

Исследованы энергетические характеристики и экономический вакуум для турбоустановки, оборудованной индивидуальным циркуляционным насосом. Выполнено построение характеристик наивыгоднейшего вакуума турбоустановки с турбиной Т-100/120-130 ТМЗ.

Ключевые слова: конденсатор, предельный и экономический вакуум, энергетические характеристики, отработанный пар, охлаждающая вода.

**V.Z. MARUKHYAN, N.B. BADALYAN, N.YU. DAVTYAN,
L.E. SHAHSUVARYAN**

THE CONCEPT OF ECONOMICAL DILUTION OF THE STEAM TURBINE CONDENSER AND THE MAIN CHARACTERISTICS OF OPERATION IN THAT MODE

The energy characteristics and economic vacuum for a turbo-installation equipped with an individual circulation pump are investigated. The construction of the most accurate turbine dilution characteristics on the T-100/120-130 TMP turbine has been performed.

Keywords: condenser, extreme and economical dilution, energy characteristics, spent steam, cooling water.