

УДК 621.311

С. Р. ЦАНИКЯН

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ
ТЕПЛОФИКАЦИОННЫХ ТУРБИН

Предлагается новый метод для исследования режимов работ теплофикационных турбин, при котором изменение электрической нагрузки и зависимости от продолжительности представляется не в виде кривой, а интервала. Новый метод от существующей методики отличается тем, что учитывает не усредненное, а интервальные значения N_1 . Затем производится сопоставление режимов между интервалами.

На 1 Табл. 1. Библиогр.: 3 назв.

Հողմածով անալիզի մեթոդը էլեկտրական տարրիների ուժի մեծության և ժամանակահատվածի նոր մեթոդ, որի դեպքում էլեկտրական հզորության N_1 փոփոխությունը հախված տեղականությունից, ներկայացվում է որևէ կորի, այլ տիրույթի մեղք, նոր մեթոդը գոյություն ունեցող տարրերում է երանով, որ չափի է առնում N_1 -ի որևէ միջինացված, այլ տիրույթի արժեքը, որից հետո ուժի մեծության փոփոխությունը հատարվում է տիրույթների միջև:

В настоящее время все показатели ТЭЦ определяются на основании характеристик (графических и расчетных), что вызывает некоторую неопределенность исходной информации и может привести к неправильной оценке показателей ТЭЦ. Для исследования режимов работы ТЭЦ или теплофикационных турбин широко используется многофакторная расчетная характеристика турбины, которая получается на базе обработки исходных данных (электрическая мощность турбины N_1 , МВт; тепловая нагрузка турбины Q_1 , МВт; расход сетевой воды G , кг/с; температура обратной сетевой воды $t_{\text{об}}$, °C) с некоторой погрешностью. Для теплофикационных турбин Т-180/210-130 и Т-175/210-130 расчетные характеристики получены в [1—3].

В данной работе исследуются режимы работ этих же турбин с учетом неопределенности исходной информации и погрешности характеристики. Для режимов работы по тепловому графику с двухступенчатым подогревом сетевой воды в работах [1, 3] предлагаются следующие расчетные характеристики:

для турбины Т-175/210-130 —

$$N_1 = f(Q_1, G_{\text{сн}}, t_{\text{об}}),$$

$$N_1 = 131,8 + 30,62X_1 + 10,92X_2 - 23,9X_3 - 5,05X_4$$

$$+ 5,58X_1X_2 - 5,75X_1X_3 - 3,65X_1^2, \quad (1)$$

где $X_1 = (Q_1 - 243)/81,5$, $X_2 = (G_{\text{сн}} - 5060)/10^3$, $X_3 = (t_{\text{об}} - 55)/23$;

для турбины Т-180/210-130 —

$$N_T = 167,23 + 28,0X_1 + 1,44X_2 - 9,13X_3 - 16,25X_1^2 + \\ + 5,57X_2^2 - 18,64X_1X_2 - 9,01X_1X_3 + 7,38X_2X_3, \quad (2)$$

где $X_1 = (Q_T - 280)/50$, $X_2 = (G_{co} - 1400)/25$, $X_3 = (t_{o,c} - 55)/10$,
 $255 < Q_T < 300 \text{ МВт}$, $1100 < G_{co} < 1700 \text{ кг/с}$, $40 < t_{o,c} < 65^\circ\text{C}$.

Эти характеристики используются для определения зависимости изменения электрической мощности по продолжительности стояния тепловой нагрузки τ ($N_T = f(\tau)$). Когда теплофикационная турбина работает по тепловому графику, потери теплоты в конденсаторе имеют фиксированное минимальное значение и удельный расход топлива характеризует экономичность только котла. Исходя из этого, в качестве показателя эффективности работы теплофикационной турбины выбирается удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении.

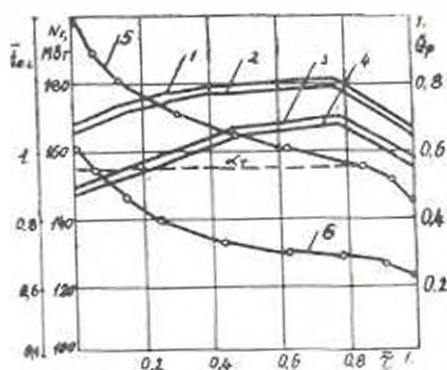


Рис. Зависимости $N_T = f(\tau)$, $Q_p = f(\tau)$, $t_{o,c} = f(\tau)$ для г. Еревана: 1, 2 — верхняя и нижняя границы интервала для Т-180/210-130; 3, 4 — то же, для турбины Т-175/210-130; 5 — $Q_p = f(\tau)$; 6 — $t_{o,c} = f(\tau)$.

На рисунке показаны зависимости значений N_T , Q_p , $t_{o,c}$ от продолжительности стояния тепловой нагрузки τ для климатических условий г. Еревана. Зависимость $t_{o,c} = f(\tau)$ (кривая 6) получена с использованием температурного графика обратной сетевой воды $t_{o,c} = f(t_{in})$ и температурной характеристики наружного воздуха $\tau = f(t_{in})$. Здесь $t_{o,c} = \frac{t_{o,c}}{t_{o,c}^{max}}$, где $t_{o,c}$ — текущее значение температуры обратной сетевой воды, а $t_{o,c}^{max}$ — максимальное значение температуры обратной сетевой воды в температурном графике.

Исследование проводилось на ЭВМ с помощью разработанной программы, при этом в качестве исходной информации задается погрешность расчетных зависимостей и получены верхняя и нижняя границы зависимости $N_T = f(\tau)$.

Рассмотрим методику месячного анализа режимов работы теплофикационных турбин данного типа для января месяца в условиях г. Еревана. При обычном анализе [2] получаем 8,3%, а при интервальном анализе [4] от 6,5% до 10,1%:

Без учета неопределенности

Месяцы	$t_{\text{ср. нв.}}^{\circ}\text{C}$	$Q_{\text{т.}}$ тыс. ГДж	$\Sigma_{\text{т.}}$ тыс. МВтч	$\frac{\text{кВтч}}{\text{кВтч}}$	$\frac{\text{кВтч}}{\text{Гкал}}$
январь	-4	826,2	$\frac{120,9}{131,8}$	$\frac{0,527}{0,574}$	$\frac{612,6}{667,8}$
февраль	-1,3	748,3	$\frac{108,1}{118,4}$	$\frac{0,520}{0,57}$	$\frac{604,7}{662,3}$
март	-5,4	699,4	$\frac{114,4}{128,3}$	$\frac{0,589}{0,66}$	$\frac{684,7}{767,9}$
апрель	+6,2	663,7	$\frac{110,5}{127,4}$	$\frac{0,599}{0,691}$	$\frac{696,9}{803,5}$
а. май	0,9	811,4	$\frac{120}{130,7}$	$\frac{0,532}{0,58}$	$\frac{619,1}{674,3}$

Таблица

С учетом неопределенности

Э _н , тыс. кВтч	а _г $\frac{\text{кВтч}}{\text{кВтч}}$ $\frac{\text{кВтч}}{\text{Гкал}}$
119,7...122,1	$\frac{0,522...0,532}{0,569...0,58}$ $\frac{606,5...618,6}{661,2...674,4}$
130,5...133,1	$\frac{0,515...0,525}{0,564...0,575}$ $\frac{599,1...610,3}{655,6...669,1}$
107,1...109,1	$\frac{0,527...0,538}{0,574...0,586}$ $\frac{612,9...625,3}{667,6...681}$
117,2...119,6	$\frac{0,593...0,605}{0,684...0,698}$ $\frac{690...713,9}{795,3...811,7}$
113,3...115,5	$\frac{0,522...0,532}{0,569...0,58}$ $\frac{606,5...618,6}{661,2...674,4}$
127...129,6	$\frac{0,515...0,525}{0,564...0,575}$ $\frac{599,1...610,3}{655,6...669,1}$
109,4...111,6	$\frac{0,527...0,538}{0,574...0,586}$ $\frac{612,9...625,3}{667,6...681}$
126,1...128,7	$\frac{0,593...0,605}{0,684...0,698}$ $\frac{690...713,9}{795,3...811,7}$
118,8...121,2	$\frac{0,522...0,532}{0,569...0,58}$ $\frac{606,5...618,6}{661,2...674,4}$
129,4...132	$\frac{0,515...0,525}{0,564...0,575}$ $\frac{599,1...610,3}{655,6...669,1}$

$$\begin{aligned} \bar{\Theta}_T &= \int_0^{\bar{\Theta}_T} \bar{N}_T(\tau) d\tau; & \underline{\Theta}_T &= \int_0^{\underline{\Theta}_T} \underline{N}_T(\tau) d\tau; \\ \bar{\Theta}_T' &= \int_0^{\bar{\Theta}_T'} \bar{N}_T'(\tau) d\tau; & \underline{\Theta}_T' &= \int_0^{\underline{\Theta}_T'} \underline{N}_T'(\tau) d\tau; \\ \bar{\Theta}_{11} &= \int_0^{\bar{\Theta}_{11}} \bar{N}_{11}(\tau) d\tau; & \bar{\Theta}_{12} &= \int_0^{\bar{\Theta}_{12}} \bar{N}_{12}(\tau) d\tau. \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь $\bar{\Theta}_T$, $\underline{\Theta}_T$ — верхняя и нижняя границы интервала для турбины Т-180/210—130 (кривые 1, 2 на рисунке); $\bar{\Theta}_T'$, $\underline{\Theta}_T'$ — то же, для турбины Т-175/210—130 (кривые 3, 4 на рисунке). $\bar{\Theta}_{11}$, $\bar{\Theta}_{12}$ — месячные выработки электроэнергии для турбин Т-180/210—130 и Т-175/210—130 при обычном анализе. Результаты расчетов месячного отпуска теп-

лоты Q_T^* , абсолютной $\bar{\Theta}_T^*$ и удельной $\bar{\omega}_T^* = \frac{\bar{\Theta}_T^*}{Q_T^*}$ выработок электроэнергии на тепловом потреблении при $\alpha_T = 0,56$ для г. Еревана с учетом и без учета неопределенности приведены в таблице; в числителе — для турбины Т-175/210—130, а в знаменителе — для Т-180/210—130.

Разработанная методика и программа расчета на ЭВМ ежемесячного анализа режимов работы теплофикационных турбин с учетом неопределенности исходной информации дают возможность представить показатели в интервальном виде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Папикян С. Р., Гиришфельд В. Я., Ляликов Б. А. Влияние температурных характеристик на эффективность режимов отпуска теплоты и выработки электроэнергии на тепловом потреблении // Теплоэнергетика. — 1987. — № 9. — С. 65—67.
2. Гиришфельд В. Я., Микучиш Г. В., Папикян С. Р. Анализ режимов отпуска тепла за отопительной ТЭЦ с учетом неопределенности исходной информации // Теплоэнергетика. — 1988. — № 8. — С. 48—50.
3. Гиришфельд В. Я., Князев А. М., Куликов В. Е. Режимы работы и эксплуатация ТЭС. — М.: Энергия, 1980. — 288 с.
4. Папикян С. Р. Совершенствование метода планирования и анализа показателей систем теплоснабжения // Тез. докл. Всесоюз. науч.-тех. сов. «Повышение надежности систем теплоснабжения». — Цайковский. Изд-во Информэнерго. — 1988. — С. 11.