

Л.А. Баубель, В.И. Щербич, канд.техн.наук

УРАВНЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА В АСУ ТП ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА ГЛАВНЫХ ЭЖЕКТОРОВ НА ЭКОНОМИЧНОСТЬ ТУРБОУСТАНОВКИ Т-250-240

Одним из важных элементов современных турбоустановок являются главные эжекторы конденсаторов. В процессе эксплуатации имеется возможность изменять режим эжекторов — количество работающих эжекторов и источники рабочего пара (деаэратор, коллектор собственных нужд и пр.). Причем для каждого из условий работы конденсационной установки имеется оптимальный режим эжекторов [1].

Расчеты показывают, что отклонение от оптимального режима эжекторов приводит в ряде случаев к существенному перерасходу тепла. Однако в эксплуатации контролю этого фактора, как правило, уделяется недостаточное внимание. В определенной мере это объясняется отсутствием оперативного поступления персоналу необходимой информации.

В АСУ ТП реализуется автоматический сбор и обработка информации, что позволяет организовать оперативный контроль режима главных эжекторов. Эта задача решается посредством структурных характеристик тепловой схемы X_1^{ϕ} , X_1^H , которые являются дискретными величинами и отражают соответственно фактический и нормативный режимы эжекторов.

Методы получения структурных характеристик и их учет для определения перерасходов тепла на турбоустановку при отклонении фактических условий ее работы от нормативных изложены в работе [2].

Перерасход тепла определяется с помощью характеристик X_1^{ϕ} и X_1^H по выражению

$$\Delta Q = \sum_{i=1}^n (X_1^{\phi} - X_1^H) \delta Q_1,$$

где δQ_1 — перерасход тепла при i -м режиме эжекторной установки.

В работе [3] приведена методика расчета перерасходов тепла для теплофикационных турбоустановок, в соответствии с которой перерасход δQ_1 определяется по формуле

$$\delta Q_1 = (1 - q_k) \delta N_1,$$

где q_k — относительный прирост расхода тепла конденсационного цикла турбоустановки; δN_1 — изменение электрической мощности, вырабатываемой турбоустановкой при l -м режиме эжекторов, в сравнении с базовым вариантом (в качестве базового варианта принимается режим установки с одним работающим эжектором на деаэраторном паре).

Изменения электрической мощности δN_1 должны определяться при условии, что расход тепла в конденсатор $Q_k = idem$. В данной статье приведены результаты разработки уравнений по определению изменений мощности δN_1 для турбоустановки Т-250-240.

Турбоустановка Т-250-240 имеет три главных эжектора типа ЭП-3-3, которые можно использовать при следующих режимах: $l = 1, 2, 3$ — работают соответственно один, два и три эжектора на деаэраторном паре; $l = 4$ — работает один эжектор на деаэраторном паре и один на паре из коллектора собственных нужд; $l = 5, 6, 7$ — работают соответственно два, три и один эжектор на паре из коллектора собственных нужд.

При определении величин δN_1 рассматриваются энергетические изменения, связанные с вытеснением отборов, питающих паром ПНД № 1 и 2, с отклонением расхода отборного пара на деаэратор, с отклонением давления пара в конденсаторе (вследствие изменения состава работающих эжекторов) от нормы. При этом изменение мощности турбоустановки при работе двух эжекторов на деаэраторном паре равно

$$\delta N_2 = [K_j N_j - (1 - \Pi) \delta i_{\ominus}^{\ominus} \ominus_2^{\ominus} - \Pi \delta i_{\ominus}^{\ominus} \ominus_1^{\ominus}] D_{\ominus}^{\ominus} + \Delta N_k,$$

где \ominus_1, \ominus_2 — коэффициенты удельной электрической выработки отборов, питающих ПНД № 1 и 2; D_{\ominus}^{\ominus} и $\delta i_{\ominus}^{\ominus}$ — расход пара из деаэратора на один эжектор и теплоиспользование пара в холодильниках эжекторов; Π — признак работы ПНД-1, равный нулю при отключенном подогревателе; N_j — использованное теплопадение пара j -го отбора, питающего деаэратор; K_j — коэффициент пересчета расхода пара, поступающего на эжекторы, в расход пара, поступающего в деаэратор,

$$K_j = \frac{i_d - \bar{t}_d}{i_j - \bar{t}_d} .$$

Здесь i_d, i_j и \bar{t}_d — энтальпии пара в деаэраторе, в j -м отборе, питающем деаэратор, и питательной воды после него; ΔN_K — изменение мощности турбины вследствие изменения давления пара в конденсаторе при изменении состава работающих эжекторов

$$\Delta N_K = \Delta N_K^D + \Delta N_K^H ,$$

где $\Delta N_K^D = f(D_K \Delta P_K)$ — изменение мощности турбоустановки при постоянном расходе пара в конденсатор (определяется по уравнению, аппроксимирующему универсальную кривую поправок на вакуум); ΔN_K^H — изменение внутренней мощности турбоустановки вследствие изменения расхода пара в конденсатор при соблюдении условия $Q_K = \text{idem}$:

$$\Delta N_K^H = n D_K \frac{\Delta i_K - \Delta \bar{t}_K}{t'_K - \bar{t}'_K} ,$$

где i'_K, \bar{t}'_K — энтальпии пара и конденсата в конденсаторе; D_K — расход пара в конденсаторе; n — удельная внутренняя мощность, вырабатываемая 1 кг пара, проходящего через всю турбину; $\Delta i_K, \Delta \bar{t}_K$ — изменение энтальпии пара и конденсата в конденсаторе при изменении давления P_K . Изменение давления пара в конденсаторе ΔP_K , обусловливаемое изменением количества работающих эжекторов, равно

$$\Delta P_K = \frac{m-1}{m} \beta a G_B ,$$

где a — угловой коэффициент рабочей характеристики эжекторной группы; β — коэффициент пересчета изменения дав-

ления пара на всасе эжекторов в давление пара в конденсаторе; m — количество работающих эжекторов; G_B — присосы воздуха в конденсатор.

При включении трех эжекторов на деаэрационном паре увеличивается расход пара на эжекторную группу на величину $2D_{\text{э}}^{\text{э}}$. Кроме того, изменение давления пара в конденсатор приводит к соответствующему изменению мощности турбины на величину $\Delta N_K'$. Поправка к мощности турбины $\delta N_{\text{э}}$ при этом равна

$$\delta N_{\text{э}} = [K_j H_j - (1-\Pi) \delta i_{\text{э}}^{\text{э}} \cdot \text{э}_2 - \Pi \delta i_{\text{э}}^{\text{э}} \cdot \text{э}_1] 2D_{\text{э}}^{\text{э}} + \Delta N_K'$$

При питании одного эжектора паром из деаэратора, а второго из коллектора собственных нужд изменение мощности турбоустановки определяется по выражению

$$\delta N_4 = [H_K - (1-\Pi) \delta i_{\text{э}}^K \cdot \text{э}_2 - \Pi \delta i_{\text{э}}^K \cdot \text{э}_1] D_{\text{э}}^K + \Delta N_K,$$

где H_K — использованное в турбине теплопадение пара отбора, питающего коллектор собственных нужд; $D_{\text{э}}^K$ и $\delta i_{\text{э}}^K$ — расход пара на эжектор и теплоиспользование пара в холодильнике эжектора при питании его из коллектора собственных нужд.

При работе двух эжекторов на паре из коллектора собственных нужд

$$\delta N_5 = 2\delta N_4 - \delta N_2.$$

При работе трех эжекторов на паре из коллектора собственных нужд

$$\delta N_6 = 3\delta N_4 - \delta N_2 - 0,5\Delta N_K'.$$

При работе одного эжектора на паре из коллектора собственных нужд

$$\delta N_7 = \delta N_4 - \delta N_2.$$

С помощью разработанных уравнений определены изменения удельного расхода тепла на выработку электроэнергии турбоустановки при различных режимах эжекторов. В табл. 1 показаны некоторые из результатов расчетов.

Таблица 1. Изменение удельного расхода тепла на выработку электроэнергии турбоустановки Т-250-240 при различных режимах главных эжекторов, %

Присосы воздуха, кг/ч	Нагрузка в от-носительных единицах	Номер режима эжекторной группы						
		1	2	3	4	5	6	7
30	$N = 1,0$ $Q_T = 0,5$	0,06 0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,08	
	$N = 0,5$ $Q_T = 0,75$	0,26 0,02 0		0,06	0,10	0,10	0,29	
120	$N = 1,0$ $Q_T = 0,5$	0,48 0,1 0		0,12	0,13	0,05	0,50	
	$N = 0,5$ $Q_T = 0,75$	1,53 0,35 0		0,39	0,42	0,12	1,57	

Рассмотренные уравнения реализуются при разработке задачи оперативного контроля экономичности в АСУ ТП энергоблоков 250 МВт ТЭЦ-21 Мосэнерго.

Л и т е р а т у р а

1. Щербич В.И. Показатели качества работы конденсационной установки в системе автоматизированного анализа экономичности турбоагрегата. -- Электрические станции, 1975, № 2. 2. Щербич В.И., Минков В.А. Характеристики структуры тепловой схемы турбоагрегата при автоматизированном анализе экономичности его работы. -- Теплоэнергетика, 1974, № 5. 3. Щербич В.И., Минков В.А. Расчет поправок к расходу тепла при анализе экономичности турбины. -- В сб.: Теплоэнергетика, вып. 2. Минск, 1972.