

Л. М. Стадник

(Белорусский филиал Энергетического института  
им. Г. М. Кржижановского)

## ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЛОКОВ КЭС

При решении задачи наивыгоднейшего распределения электрической нагрузки между агрегатами КЭС часто пользуются характеристиками удельного прироста расхода тепла (УПРТ). Эти характеристики зависят от многих режимных параметров, являющихся в большинстве функциями нагрузки. В процессе эксплуатации оборудования неизбежны отклонения этих параметров от номинальных значений, что приводит к изменению характеристик УПРТ. Для количественной оценки влияния отклонений значений режимных параметров на характеристики УПРТ конденсационных блоков были проведены расчеты на ЭВМ «Минск-22М» применительно к блокам 150 Мвт Литовской ГРЭС (топливо — мазут). Расчеты проводились по выражению

$$b = \left( 1 + \frac{d \Delta Q_{к.у}}{dN_э} + \frac{d \Delta Q_{т.у}}{dN_э} \right) \left[ 1 / \left( 1 - \frac{dQ_{с.н}}{dN_э} \right) \right], \quad (1)$$

где  $\Delta Q_{к.у}$  — потери тепла в котельной установке;  $\Delta Q_{т.у}$  — потери тепла в турбоустановке;  $Q_{с.н}$  — расход энергии на собственные нужды;  $N_э$  — электрическая нагрузка блока.

При расчете величины  $\Delta Q_{к.у}$  учитывались две составляющие — потеря тепла с уходящими газами  $q_2$  и потеря тепла в окружающую среду  $q_5$  [1, 2]. После несложных преобразований производная  $d\Delta Q_{к.у}/dN_э$  может быть записана в виде

$$\begin{aligned} \frac{d \Delta Q_{к.у}}{dN_э} = & \frac{(q_2 + q_5) \left( \frac{dQ_{п}}{dN_э} + \frac{dQ_{пп}}{dN_э} \right)}{1 - q_2 - q_5} + \\ & + \frac{(Q_{п} + Q_{пп}) \left[ \frac{d(q_2 + q_5)}{dN_э} \right]}{(1 - q_2 - q_5)^2} + \frac{dQ_{пп}}{dN_э}, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $Q_{пп}$  — потеря тепла с продувочной водой;  $Q_{п} = D_0(i_0 - i_{п.в}) + D_{п.п}(i_{п.п} - i_{х.п})$ ;  $D_0$ ,  $D_{п.п}$  — расход острого пара и промперегрева;  $i_0$ ,  $i_{п.в}$  — теплосодержание острого пара и питательной воды;  $i_{п.п}$ ,  $i_{х.п}$  — теплосодержание пара «горячего» и «холодного» промперегрева.

При расчете величины  $\Delta Q_{т.у}$  учитывались потери в турбогенераторе и потеря тепла в конденсаторе турбины  $\Delta Q_{к}$ , которая определялась по выражению

$$\Delta Q_{к} = D_{к} [i_{п.п} - i'_{к} - \eta_{0i}^{ЦСНД} (i_{п.п} - i_{к.а})], \quad (3)$$

где  $D_k$  — расход пара в конденсаторе;  $i_{п.п}$ ,  $i'_k$  — теплосодержание пара промперегрева и основного конденсата;  $\eta_{0i}^{ЦСНД}$  — внутренний относительный к.п.д. ЦСД и ЦНД;  $i_{п.п} - i_{к.а}$  — адиабатное теплопадение пара в ЦСД и ЦНД.

Производная  $d\Delta Q_{т.у}/dN_э$  в итоге определялась по выражению

$$\frac{d\Delta Q_{т.у}}{dN_э} = D_k \left[ \frac{di_{п.п}}{dN_э} - \frac{di'_k}{dN_э} - (i_{п.п} - i_{к.а}) \frac{d\eta_{0i}^{ЦСНД}}{dN_э} - \eta_{0i}^{ЦСНД} \frac{d(i_{п.п} - i_{к.а})}{dN_э} \right] + [i_{п.п} - i'_k - \eta_{0i}^{ЦСНД} (i_{п.п} - i_{к.а})] \frac{dD_k}{dN_э} + \frac{d\Delta N_{г.э}}{dN_э}, \quad (4)$$

где  $\Delta N_{г.э}$  — электрическая составляющая потерь в генераторе.

Расход энергии на собственные нужды блока учитывался по выражению

$$Q_{с.н} = N_{п.эн} + N_{ц.н} + N_{д.в} + N_{дс}, \quad (5)$$

где  $N_{п.эн}$ ,  $N_{ц.н}$  — расход энергии на питательный и циркуляционный насосы;  $N_{д.в}$ ,  $N_{дс}$  — расход энергии на дутьевые вентиляторы и дымососы.

Характеристики УПРТ блоков вычислялись по выражению (1) с учетом формул (2), (4), (5) в относительных единицах ( $Mвт/Mвт$ ). При изменении значений исследуемого параметра остальные параметры оставались постоянными. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметр	Абсолютные приращения к характеристикам УПРТ блоков 150 Мвт при отклонении значений параметров от номинальных величин на		
	1 °C	1 кгс/см <sup>2</sup>	1%
Температура острого пара $t_0$	0,0002		
Температура пара промперегрева $t_{п.п}$	0,001		
Температура пара «холодного» промперегрева $t_{х.п}$	-0,0002		
Температура питательной воды $t_{п.в}$	-0,0004		
Температура уходящих газов $t_{у.г}$	0,0013		
Температура холодного воздуха $t_в$	-0,0012		
Температура основного конденсата $t_к$	-0,003		
Давление острого пара $p_0$		-0,0001	
Давление пара «холодного» промперегрева $p_{х.п}$		-0,0045	
Давление в конденсаторе $p_к$		0,018*	
Давление в барабане $p_б$		0,00002	
Коэффициент избытка воздуха $\alpha$			0,002
Коэффициент присосов воздуха $\alpha_{пр}$			0,002
Коэффициент продувки $k_{пр}$			0,001
Внутренний относительный к.п.д. ЦСНД $\eta_{0i}^{ЦСНД}$			-0,004

\* Коэффициент соответствует отклонению давления 0,01 кгс/см<sup>2</sup>.

Таким образом, приведенные расчеты показывают, что при корректировании характеристик УПРТ блоков не обязателен учет изменений всех режимных параметров и для практических расчетов достаточно использовать наиболее важные из них.

#### Литература

1. Равич М. Б. Упрощенная методика теплотехнических расчетов. М., 1961. 2. Гатев С. Б. Теплотехнические испытания котельных установок. М., 1955.