

УДК 621.039.58

А.С.Балановский, А.В.Наумов (5 курс, каф. ИИС ЯЭУ), Е.В.Нехорошко, к.т.н, доц.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДАВАРИЙНОГО СОСТОЯНИЯ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ПЕРВОГО КОНТУРА АЭС С ВВЭР

Ранняя диагностика аварийной ситуации оперативным персоналом имеет целью не допущения перетекания отклонения от нормальной эксплуатации в аварийный режим.

Метод балансных параметров, например, баланс мощностей может быть принят за основу методики раннего диагностирования тепловых процессов в контуре теплоносителя.

Для переходных процессов баланс мощностей показывает соотношение между изменением среднеинтегральной температуры теплоносителя в реакторе и количеством подведенной и отведенной мощности:

$$\frac{d\bar{T}}{d\tau} = \frac{1}{mc_p} (N_{\text{подв}} - N_{\text{отв}}),$$

где  $m$  — масса тела;  $c_p$  — теплоемкость тела;  $N_{\text{подв}}$  — подведенная к телу мощность;  $N_{\text{отв}}$  — отведенная мощность.

Среднеинтегральная температура теплоносителя является определяющим фактором теплового баланса. По данной температуре можно судить о процессах, происходящих в реакторной установке. Постоянство среднеинтегральной температуры теплоносителя свидетельствует о том, что количество подведенной теплоты равно количеству отведенной, и реактор находится в стационарном режиме работы. Если же температура теплоносителя увеличивается или уменьшается, то это означает, что количество подведенной теплоты соответственно больше или меньше количества отведенной теплоты. В этом случае оператор рассматривает баланс мощностей и определяет причину отклонения от стационарного состояния.

В качестве примера рассмотрим случай с замасливанием теплообменной поверхности парогенератора.

При замасливании поверхности теплообмена парогенератора ухудшается теплоотдача от теплоносителя первого контура рабочему телу второго контура и, как следствие, происходит увеличение среднеинтегральной температуры теплоносителя.

Данное состояние нельзя идентифицировать с помощью каких-либо датчиков. Среднеинтегральная температура теплоносителя в реакторе будет расти в случае, когда подведенная мощность больше отведенной мощности. Понимая это, оператор оценивает показания тепловой мощности реактора. В данном случае мощность будет равна номинальному значению. Значит, причина роста среднеинтегральной температуры теплоносителя заключается в недостатке отведенной мощности. Следовательно, причину ухудшения теплоотвода следует искать в парогенераторе. При ухудшении теплоотдачи второму контуру испаряется меньше воды в парогенераторе, вследствие чего имеется тенденция роста уровня воды. Регулятор уровня парогенератора поддерживает уровень воды за счет снижения расхода питательной воды, прикрывая регулирующий клапан.

Оператор может сделать вывод, что рабочему телу второго контура передается недостаточное количество энергии. Это может быть связано с уменьшением расхода теплоносителя первого контура через парогенератор, либо ухудшением теплоотдачи между первым и вторым контуром. Так как показатели расхода не изменились, то причина в ухудшении теплоотдачи в результате замасливания или отложения солей. Далее принимается решение о дальнейшей работе парогенератора, в соответствии с регламентом.

В заключение можно отметить, что метод баланса мощностей может быть принят за основу при создании системы автоматического диагностирования технологического процесса при малых отклонениях параметров.