

**Методика настройки параметров оптимальной динамической настройки САР теплоэнергетических процессов для объектов с инерционным участком  $n$ -го порядка**

Кулаков Г.Т., Корзун М.Л.

Белорусский национальный технический университет

Динамические характеристики инерционных участков теплоэнергетических ОР описываются следующей передаточной функцией (ПФ):

$$W_{об}(p) = \frac{k_{об}}{(T_0 p + 1)^n}, \quad (1)$$

где  $k_{об}$ ,  $T_0$  и  $n$  – соответственно коэффициент передачи объекта, постоянная времени инерционного звена (ИЗ) 1-го порядка, порядок дифференциального уравнения.

Методы расчета оптимальной динамической настройки двухконтурных САР основаны на аппроксимации ПФ инерционным участком в виде ПФ ИЗ 1-го порядка с запаздыванием:

$$W_{ин}(p) = \frac{k_{ин} e^{-\tau_y p}}{T_k p + 1}; \quad (2)$$

$$W_{\text{ин}}(p) = \frac{k_{\text{ин}} e^{-\tau_y p}}{(T_{\text{ин}} p + 1)(\sigma_{\text{ин}} p + 1)}, \quad (3)$$

где  $k_{\text{ин}}$ ,  $T_{\text{ин}}$  и  $\sigma_{\text{ин}}$ ,  $\tau_y$ ,  $T_k$  – соответственно коэффициент передачи участка, большая и меньшая постоянные времени инерционного участка, условное запаздывание по каналу регулирующего воздействия, постоянная времени инерционного участка, равная  $T_k = T_{\text{ин}} + \sigma_{\text{ин}}$ .

Численные значения ПФ (2) и (3) выбираются из условия минимизации площадей разностей  $k_{\text{ин}}$  экспериментальной и расчетной передаточных характеристик объекта. Обычно  $T_k = T_{\text{ин}} + \sigma_{\text{ин}} > \tau_y$ . ПФ (1) можно представить в виде ИЗ 1-го порядка с запаздыванием, исходя из лучшего совпадения ЧХ объекта в области низких частот. Постоянную времени ИЗ  $T_1$  и запаздывание  $\tau_1$  выразим через численные значения параметров  $T_0$  и  $n$ :

$$W_{\text{ин}}(p) = \frac{k_{\text{ин}} e^{-\tau_1 p}}{T_1 p + 1}, \quad (4)$$

где  $T_1 = T_0 \sqrt{n}$ ;  $\tau_1 = nT_0 - T_1$ .

Так, если САР с дифференциатором с использованием ПФ (2), то для расчета параметров ПФ дифференциатора можно использовать МПК ЧВ:

$$T_d = T_k; \quad (5)$$

$$k_d = \frac{2k_{\text{ин}} \tau_y}{T_k}, \quad (6)$$

где  $k_d$  – коэффициент передачи дифференциатора;  $T_d$  – время дифференцирования.

Расчет параметров динамической настройки (ПДН) основного ПИ-регулятора производят по МЧК с учетом найденного значения  $k_d$ .

Если для расчета дифференциатора использовать ПФ (4), то формулы МПК ЧВ примут следующий вид для  $T_1 > \tau_1$ :

$$T_d = T_1 = T_0 \sqrt{n}; \quad (7)$$

$$k_d = \frac{2k_{\text{ин}} \tau_1}{T_1} = \frac{2k_{\text{ин}} (nT_0 - T_1)}{T_0 \sqrt{n}}. \quad (8)$$

Если же  $T_1 < \tau_1$ , то расчет ПДН дифференциатора следует производить по следующим формулам:

$$T_d = nT_0 - T; \quad (9)$$

$$k_d = \frac{2k_{ин} \tau_1}{T_1} = \frac{2k_{ин} T_0 \sqrt{n}}{nT_0 - T_1}. \quad (10)$$

Результаты численного моделирования переходных процессов САР с дифференциатором с использованием формул (7)–(10) вместо (5) и (6) для объекта с ПФ инерционного участка  $W_{ин}(p) = \frac{1,12}{(25,3p + 1)^6}$  и опережающего участка в виде ИЗ 2-го порядка  $W_{оп}(p) = \frac{3,7}{(16,5p + 1)(1,5p + 1)}$  показали: при отработке крайнего внешнего возмущения время регулирования сокращается в 2–3 раза, степень затухания переходных процессов увеличивается с  $\psi$  от 0,78 до 1,0, максимальная величина регулирующего воздействия уменьшается на 30 %.