

**Синтез инвариантных САР теплоэнергетических процессов**

Кулаков Г.Т., Корзун М.Л.

Белорусский национальный технический университет

Теория инвариантности указывает пути существенного улучшения качества и повышения динамической точности САР, находящихся под влиянием нестационарных воздействий. Для достижения абсолютной инвариантности необходимо иметь регулятор с бесконечно большим коэффициентом усиления, чего достичь нельзя, а можно иметь только достаточно большое значение коэффициента усиления, то и инвариантность достигается не полная, а только частичная, т. е. с точностью до  $\varepsilon$ . Необходимым признаком физической реализуемости инвариантной системы является наличие в схеме по меньшей мере 2-х каналов передачи возмущающего воздействия между точкой его приложения и той точкой, относительно которой достигается инвариантность.

Особенностью САР технологических параметров ТЭС является то, что динамические характеристики (ДХ) крайних внешних возмущений (по нагрузке котла, энергоблока) определяются расчетным, экспериментальным путем. ДХ инерционных участков пароперегревателей котлов при возмущении расходом пара могут быть аппроксимированы ПФ инерционного звена (ИЗ) 1-го порядка:

$$W_B(p) = \frac{k_B}{T_B p + 1}, \quad (1)$$

где  $k_B$  и  $T_B$  – соответственно коэффициент передачи, постоянная времени ИЗ.

Априорные сведения о возмущениях САР теплоэнергетических объектов позволяют реализовать инвариантные двухконтурные САР. ПФ устройства компенсации крайнего внешнего возмущения при этом имеет следующий вид:

$$W_k(p) = \frac{W_b(p)[1 - W_{зд}(p)]}{W_{зд}(p)}.$$

Здесь оптимальная ПФ САР по задающему воздействию будет равна:

$$W_{зд}(p) = \frac{e^{-\tau_y p}}{T_{зд} p + 1}, \quad (2)$$

где  $\tau_y$  – время запаздывания по каналу регулирующего воздействия;  $T_{зд}$  – заданное значение времени разгона оптимального переходного процесса.

При расчетах звено запаздывания можно приближенно заменить ИЗ 1-го порядка, если в одном канале со звеном последовательно включено ИЗ с намного большей постоянной времени или интегрирующее звено. С учетом этого, подставив в ПФ (1) и (2) пренебрегая второй производной, получим:

$$W_k(p) = \frac{k_b(T_{зд} + \tau_y)p}{T_b p + 1} = \frac{k_d T_d p}{T_d p + 1},$$

т. е. реальное дифференцирующее звено, у которого при  $T_{зд} = \tau_y$ ;  $T_d + T_b$  –

время дифференцирования;  $k_d = \frac{2k_b \tau_y}{T_b}$  – коэффициент передачи дифференциатора.

Предложенный метод оптимизации комбинированной инвариантной САР позволяет при обработке внешнего возмущения в двухконтурной системе уменьшить максимальную динамическую ошибку регулирования от 10 до 30 %, интегральный квадратичный критерий качества регулирования в 1,5–2 раза.