

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ ДИНАМИЧЕСКОГО КОРРЕКТОРА НА ФОРМУ ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛА ТУРБИННОГО РЕГУЛЯТОРА МОЩНОСТИ ЭНЕРГООБЛОКА

Кулаков Г.Т.<sup>1</sup>, Кулаков А.Т.<sup>1</sup>, Артёменко К.И.<sup>1</sup>, Ковалев В.А.<sup>2</sup>

1). Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь;

2). Белорусский государственный аграрный технический университет  
Минск, Республика Беларусь.

Энергетический блок представляет собой сложный объект управления, основными регулируемыми параметрами которого являются активная электрическая мощность  $N_\Phi$  и давление перегретого пара перед турбиной  $p_0$  [1].

Структурная схема типовой системы автоматического управления мощностью энергоблока (САУМБ) приведена на рисунке 1.

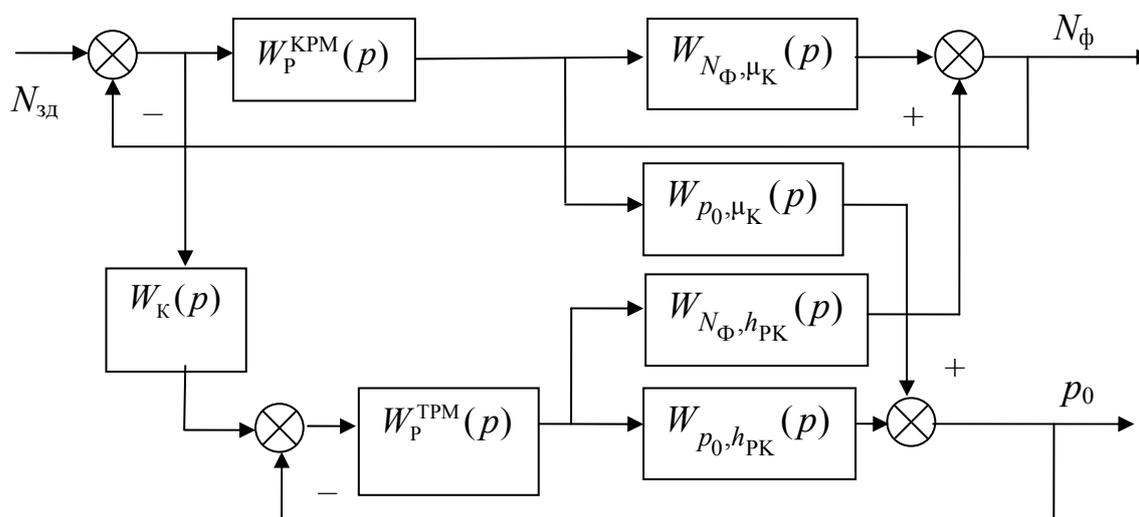


Рисунок 1 – Упрощенная структурная схема типовой системы автоматического управления мощностью энергоблока

В соответствии с принятыми стандартами к САУМБ предъявляются жесткие требования по длительности переходных процессов по мощности при обработке задающих воздействий [2]. Объект управления САУМБ является многосвязным с перекрестными связями [3].

Существенную роль в обеспечении требуемой приемистости энергоблока играет динамический корректор задания турбинному регулятору мощности (ТРМ) с передаточной функцией  $W_K(p)$ , представленный усилительным звеном с коэффициентом передачи  $\alpha$ . Представляет интерес исследование влияния значения параметра  $\alpha$  на

качество переходных процессов в САУМБ, поскольку отсутствуют рекомендации по настройке динамического корректора [4].

Канал турбинного регулятора мощности может быть представлен двумя последовательно включенными компонентами с передаточными функциями  $W_1^{\text{TPM}}(p)$  и  $W_2^{\text{TPM}}(p)$ :

$$W_{\text{КАН}}^{\text{TPM}}(p) = W_1^{\text{TPM}}(p) \cdot W_2^{\text{TPM}}(p). \quad (1)$$

$$\text{Здесь } W_1^{\text{TPM}}(p) = W_P^{\text{KPM}}(p) \cdot W_{p_0, \mu_K}(p) + W_K(p), \quad (2)$$

$$W_2^{\text{TPM}}(p) = \frac{W_P^{\text{TPM}}(p) \cdot W_{N_{\Phi}, h_{\text{PK}}}(p)}{1 + W_P^{\text{TPM}}(p) \cdot W_{p_0, h_{\text{PK}}}(p)}, \quad (3)$$

где  $W_1^{\text{TPM}}(p)$  и  $W_2^{\text{TPM}}(p)$  – соответственно передаточные функции первого и второго компонентов канала ТРМ.

Передаточная функция (2) первого компонента может быть аппроксимирована передаточной функцией вида:

$$W_1^{\text{TPM}}(p) = \frac{e^{-\tau p}}{T_1^{\text{TPM}} p} + \alpha. \quad (4)$$

Интегральная составляющая передаточной функции (4) компенсирует дифференциальную составляющую передаточной функции по мощности при возмущении регулирующими клапанами турбины  $h_{\text{PK}}$

$W_{N_{\Phi}, h_{\text{PK}}}(p) = \frac{T_0 p (T_3 p + 1)}{(T_4 p + 1)(T_5 p + 1)}$  второго компонента канала турбинного регулятора мощности (3). В результате упрощенная передаточная функция канала ТРМ (1) принимает вид инерционно-дифференцирующего звена:

$$W_{\text{КАН}}^{\text{TPM}}(p) = K_{\text{КАН}}^{\text{TPM}} \frac{T_1^{\text{TPM}} p + 1}{T_2^{\text{TPM}} p + 1}. \quad (5)$$

Передаточная функция (5) при выполнении условия  $T_1^{\text{TPM}} / T_2^{\text{TPM}} < 1$  представляет собой звено медленного реагирования, а во втором диапазоне ( $T_1^{\text{TPM}} / T_2^{\text{TPM}} > 1$ ) – звено быстрого реагирования.

Переходные характеристики канала турбинного регулятора мощности при различных значениях параметра  $\alpha$  приведены на рисунке 2.

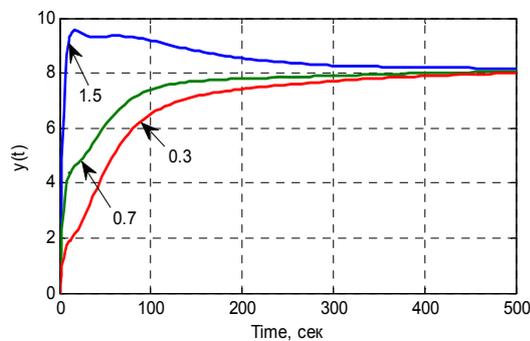


Рисунок 2 – Переходные характеристики канала турбинного регулятора мощности при различных значениях параметра  $\alpha$  ( $\alpha = 0,3$ ;  $\alpha = 0,7$ ;  $\alpha = 1,5$ )

Переходные процессы в замкнутой САУМБ при обработке скачкообразного задающего воздействия и различных значениях параметра  $\alpha$  приведены на рисунке 3.

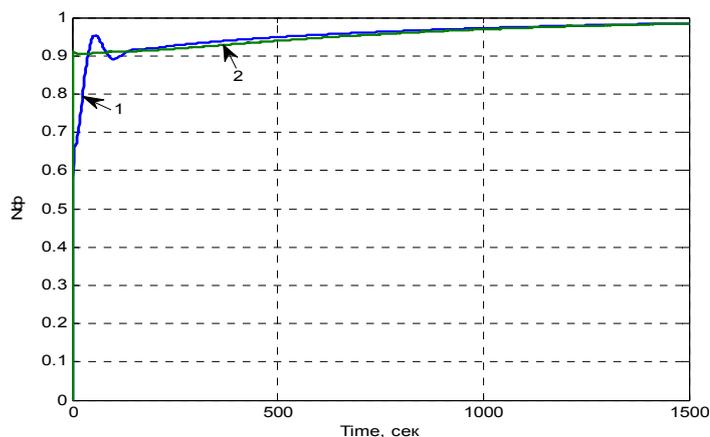


Рисунок 3 – Переходные процессы в замкнутой САУМБ при обработке скачка задающего воздействия (1 –  $\alpha = 0,3$ ; 2 –  $\alpha = 1,5$ )

Таким образом, увеличение значения параметра  $\alpha$  приводит к более быстрому нарастанию графика мощности на начальном этапе переходного процесса в САУМБ, однако время регулирования при любом значении этого параметра в типовой САУМБ будет чрезмерно затянутым. Кроме этого представление канала турбинного регулятора мощности в виде инерционно-дифференцирующего звена позволяет исследовать предельные возможности типовой САУМБ.

1. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учеб. пособие / Г.Т. Кулаков [и др.]; под ред. Г.Т.Кулакова. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 238 с.: ил.

2. Кулаков, Г.Т. Системный анализ научно-технической информации по системам автоматического управления мощностью энергоблоков / Г. Т. Кулаков, К. И. Артёменко // Энергетика – Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ, 2017. – Т. 60, № 5. –С. 446–458.

3. Кулаков, Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования / Г.Т. Кулаков. – Минск: Вышэйшая школа, 1984. – 192 с.

4. Давыдов, Н.И. Результаты испытаний и модельных исследований системы автоматического управления мощностью газомазутного энергоблока / Н.И. Давыдов, Д.Г. Бояршинов, Н.В. Зорченко // Теплоэнергетика, 2005. – №10. – С. 36–41.