

УДК 621.18-5

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАГРУЗКИ ЭНЕРГБЛОКА НА КАЧЕСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА ЗА КОТЛОМ

Маркова А.А.

Научный руководитель – к.э.н., доцент Кравченко В.В.

Основная задача состоит в том, чтобы всеми известными способами добиться улучшения качества регулирования в широком диапазоне изменения нагрузки. Одним из способов является применение комбинированной системы автоматического регулирования с полной и неполной моделями модифицированного линейного упредителя Смита.

Задан диапазон изменения нагрузок от 100 до 30 % (газозащитный котел). Исходные данные по динамике опережающего и инерционного участков объекта регулирования заданы для 100 % нагрузки, поэтому динамику на промежуточных нагрузках рассчитываем для 30 % нагрузки котла.

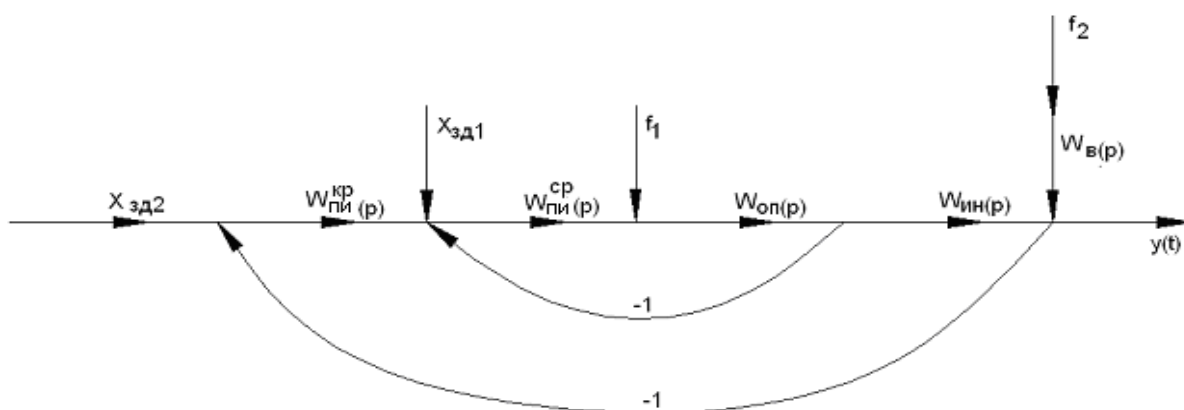


Рисунок 1 – Структурная схема каскадной системы автоматического регулирования (КСАР)

При изменении нагрузки энергоблока получаем различные объекты регулирования, для получения качественной работы каждого из которых необходимы соответствующие настройки регулятора. Рассчитаем базовую настройку для номинальной нагрузки энергоблока [1]:

Стабилизирующий регулятор:

$$T = \frac{T_{on}}{\sigma_{on}}, \quad (1)$$

$$K = Kp_1 \cdot Kon \quad (2)$$

$$Kp_1 = \frac{K}{Kon}, \quad (3)$$

$$I = \frac{Tu_1}{\sigma_{on}} = \frac{6,36 \cdot K}{T \cdot (1 + 1/T)^3} \quad (4)$$

$$Tu_1 = I \cdot \sigma_{on}, \quad (5)$$

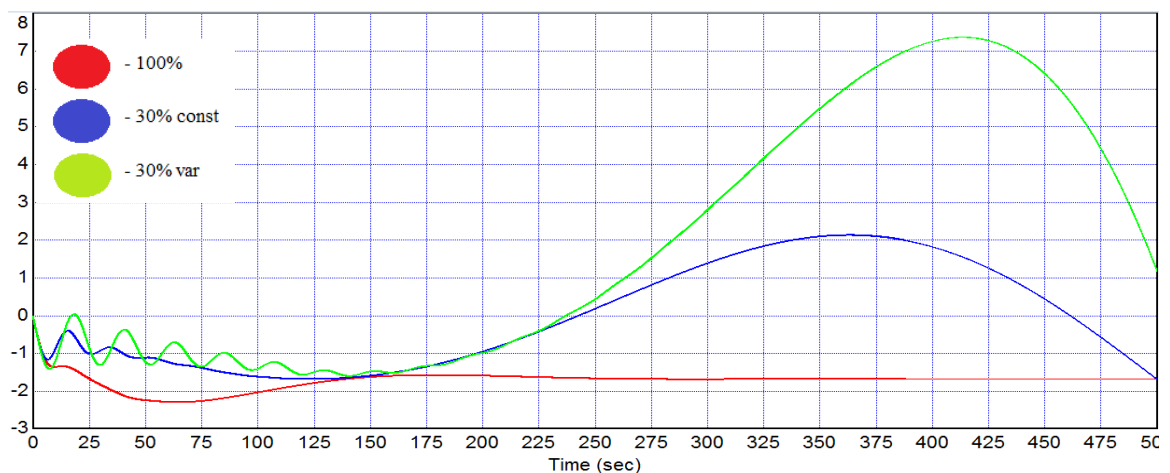
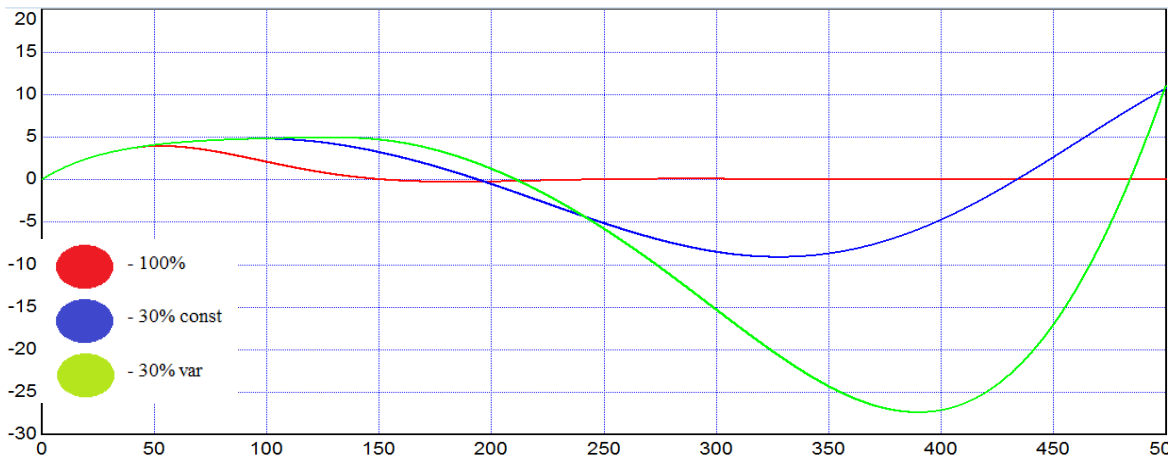
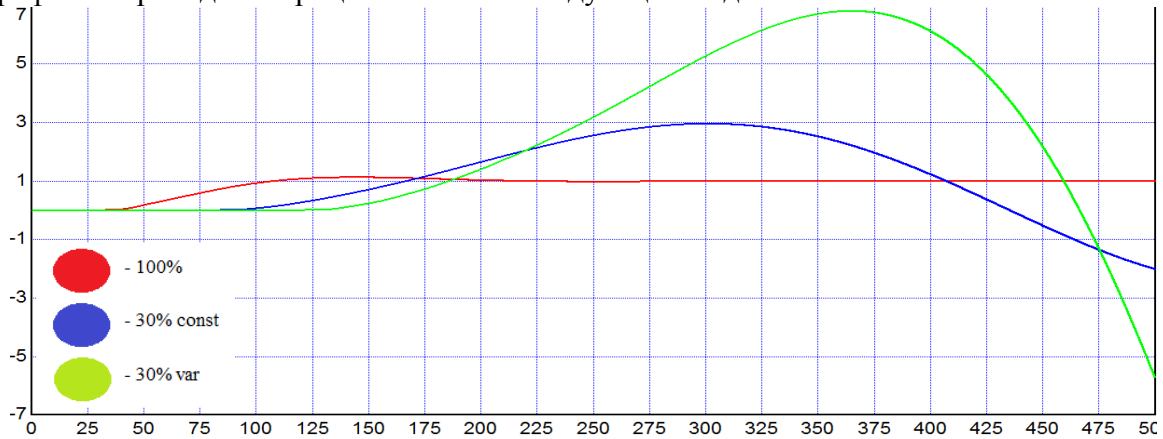
Корректирующий регулятор:

$$Kp_2 = \frac{Tк}{2K_{ин} \cdot \tau_y}, \quad (6)$$

$$Tu_2 = Tк, \quad (7)$$

Перейдем со 100 % на новую нагрузку – 30 %. Сравним отработку основных возмущений при 100 % и 30 % нагрузки при постоянном и скользящем давлении пара перед турбиной и проведем оптимизацию САР при 30 % нагрузке.

Графики переходных процессов имеют следующий вид:



Как видно из полученных графиков, настройка системы, соответствующая своей нагрузке блока, дает лучшие результаты, чем при ее работе с другой нагрузкой (объектом), система даже может пойти в разнос. Поэтому при использовании компромиссных настроек работы САР необходима оптимизация для улучшения работы и достижения необходимого

качества регулирования процессов. За базу для сравнения результатов возьмем отработку для объекта 100% нагрузки с настройкой регуляторов на 100 %.

Расчет комбинированной САР (ККСАР) при 30 % нагрузке.

Настройка стабилизирующего регулятора [2]:

$$Wz\partial_1(p) = \frac{1}{Tz\partial_1 \cdot p + 1} \tag{8}$$

$$Wp_1^{opt} = \frac{1}{Won(p)} \cdot \frac{Wz\partial_1(p)}{1 - Wz\partial_1(p)} = \frac{1}{Won(p) \cdot Tz\partial_1 \cdot p} = \frac{T^*on \cdot p + 1}{Kon \cdot Tz\partial_1 \cdot p} \cdot \frac{T^*on}{T^*on} \tag{9}$$

$$Tu_1 = T^*on = Ton + \sigma_{on}, \tag{10}$$

$$Kp_1 = \frac{T^*on}{Kon \cdot Tz\partial_1}, \tag{11}$$

$$Tz\partial_1 = [0,146..1]T^*on \text{ по ПЗС} \tag{12}$$

Настройка корректирующего регулятора по передаточной функции эквивалентного объекта, учитывающую динамику внутреннего контура с использованием полной и неполной моделей модифицированного линейного упределителя Смита:

$$Wz\partial_2(p) = \frac{1}{(Tz\partial_2 p + 1)^3} \tag{13}$$

$$Wp_2(p) = \frac{(T_{ин}p + 1) (\sigma_{ин} \cdot p + 1) [(Tz\partial_1 p + 1)]}{3K_{ин} \cdot Tz\partial_2 p \left(\frac{Tz\partial_2^2}{3} \cdot p^2 + Tz\partial_2 p + 1 \right)} \tag{14}$$

$$Tz\partial_2 = [0,146..1](\sigma_{он} + Tz\partial_1) \text{ по ПЗС} \tag{15}$$

Сравним отработку базовой настройки регулятора с настройкой на 30% и ККСАР:

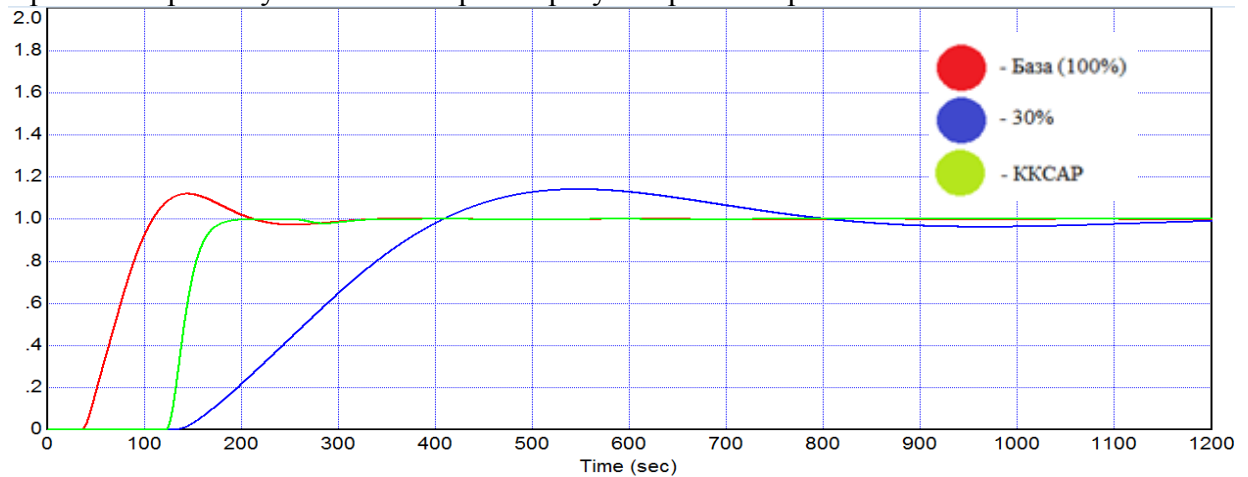


Рисунок 5 – Отработка скачка задания

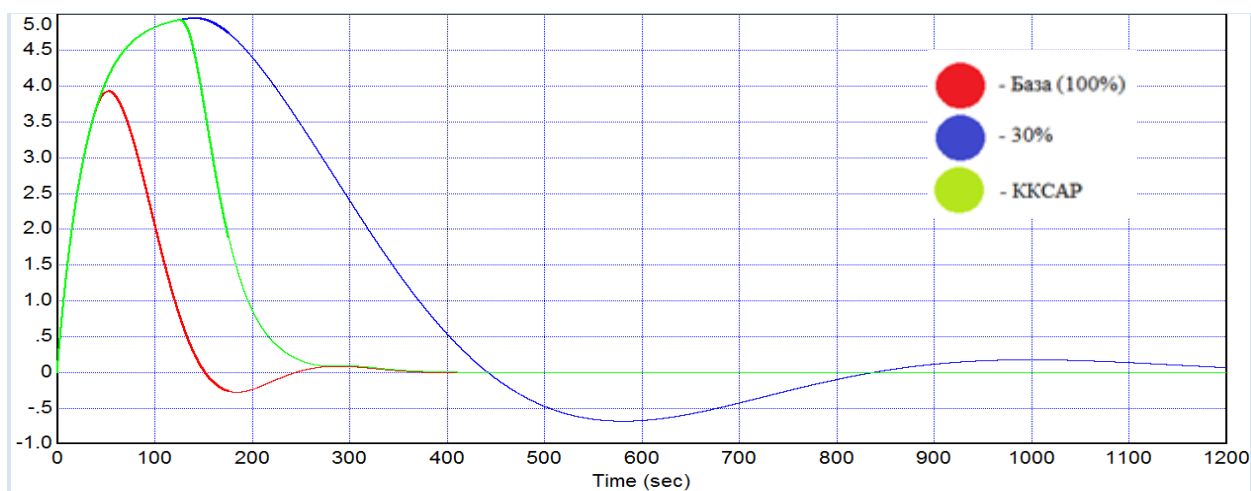


Рисунок 6 – Обработка крайнего внешнего возмущения

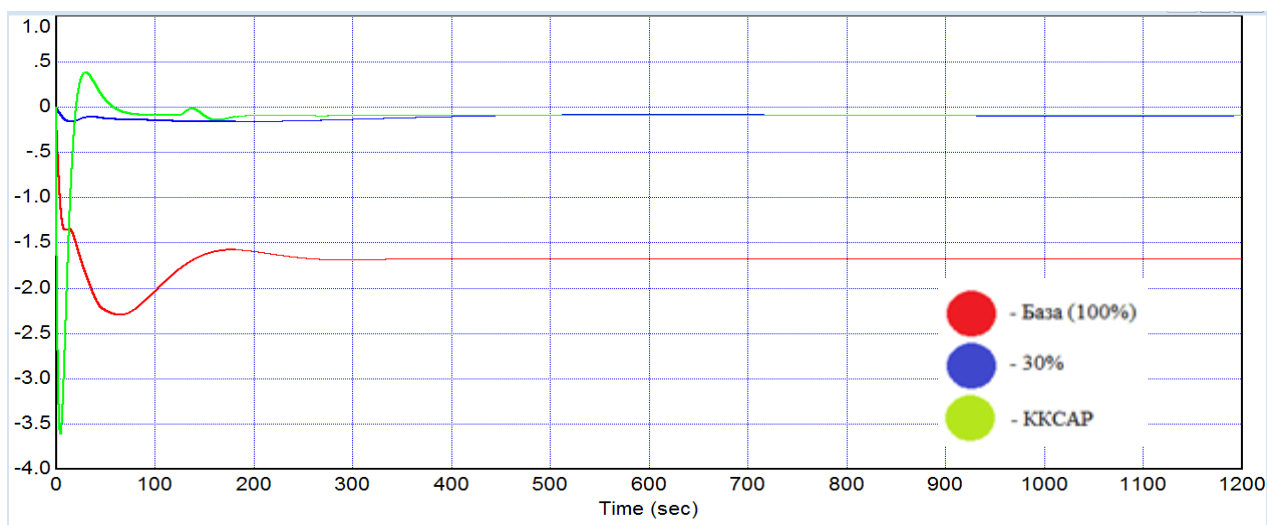


Рисунок 7 – Регулирующее воздействие стабилизирующего регулятора при крайнем внешнем возмущении

Выводы

Постоянная настройка параметров динамической настройки КСАР не обеспечивает требуемого качества регулирования в широком диапазоне изменения нагрузок, при низких нагрузках САР теряет устойчивость.

Для сохранения требуемого качества регулирования в широком диапазоне изменения нагрузок от 100 до 30 % необходимо корректировать параметры динамической настройки САР в зависимости от уровня нагрузки энергоблока с помощью устройства коррекции параметров оптимальной динамической настройки.

Литература

1. Кулаков, Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования / Спр. пособие. – Мн.: Выш. шк., 1984. – 192 с.
2. Кулаков, Г.Т. Анализ и синтез систем автоматического регулирования / Учеб. Пособие. – Мн.: Технопринт, 2003. – 135 с.