

УДК 681.51

**МОДЕРНИЗАЦИЯ АСР МОЩНОСТИ ТУРБИНЫ ПРИВОДА
ПИТАТЕЛЬНОГО НАСОСА
MODERNIZATION OF THE ASR POWER OF THE TURBINE
DRIVE OF THE FEED PUMP**

И.С. Евсиевич

Научный руководитель – С.И. Ракевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
rakevich95@tut.by

I. Evsiesich

Supervisor – S. Rakevich, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** модернизация существующей системы автоматизации мощности турбины привода питательного насоса.*

***Annotation:** modernization of the existing automation system of the turbine power of the feed pump drive.*

***Ключевые слова:** модернизация, турбина, привод, питательный насос.*

***Keywords:** modernization, turbine, drive, feed pump.*

Введение

Работа всей котельной напрямую зависит от качества работы АСР питательного турбонасоса. Чем эффективнее и надежнее система работы турбины привода питательного насоса, тем успешнее эксплуатация станции в целом.

Модернизация АСР мощности турбины привода питательного насоса приведет к значительному улучшению качества регулирования, не менее чем в 2 раза, что в свою очередь позволит уменьшить затраты электроэнергии на собственные нужды.

Основная часть

Модернизированная АСР строится на базе уже существующей системы, а именно типовой каскадной АСР.

Инерционный участок объекта регулирования представляет собой инерционное звено второго порядка, $T_{ин} \neq \sigma_{ин}$ с запаздыванием τ_y :

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

где $K_{ин}$ – коэффициент передачи, $T_{ин}/\sigma_{ин}$ – различные постоянные времени.

Корректирующий регулятор настраиваем по формуле оптимального ПИД регулятора по методу полной компенсации в частном виде:

$$W_{p2}^{opt} = \frac{K_{p2}(T_{ин} p + 1)(\sigma_{ин} p + 1)}{T_{ин} p \left(\frac{\sigma_{ин}}{10} p + 1 \right)},$$

$$k_{p2} = \frac{T_{ин}}{2K_{ин}\tau_y}$$

Стабилизирующий регулятор настраиваем по методу частичной компенсации с коэффициентами A_1 и A_2 , выбранными по методу «Правила Золотого Сечения»:

Относительное значение коэффициента передачи K :

$$K = (k_p \cdot k_{оп}) = 1,382 \cdot T \left(1 + \frac{1}{T}\right)^2 - 1.$$

Относительная постоянная времени равна:

$$T = \frac{T_{оп}}{\sigma_{оп}}$$

Относительное значение времени интегрирования равно:

$$I = \left(\frac{T_{и}}{\sigma_{оп}}\right) = \frac{2,618 \cdot K}{T \left(1 + \frac{1}{T}\right)^3}$$

Коэффициент передачи регулятора равен:

$$k_{p1} = \frac{K}{k_{оп}}$$

Время интегрирования равно:

$$T_{и1} = I \cdot \sigma_{оп}$$

Наиболее опасным является внешнее возмущение, так как оно сразу проходит на выход системы и может привести к появлению статической ошибки регулирования.

Для получения наилучшей отработки f_2 настроим передаточную функцию устройства компенсации инвариантной каскадной АСР при плановом изменении нагрузки:

$$\begin{aligned} W_{ук}^{f_2^0}(p) &= W_{зд1}(p) \cdot W_{ин}^0(p) \cdot e^{-\tau_y p} = W_B(p) \cdot e^{-\tau_y p} \\ &= \frac{K_B(T_{ин}p + 1)(\sigma_{ин}p + 1)}{K_{ин}(T_Bp + 1)(T_{зд2}p + 1)^2} = \frac{K_B(T_{ин}p + 1)(\sigma_{ин}p + 1)}{K_{ин}(T_Bp + 1)(T_{зд2}p + 1)^2}, \end{aligned}$$

где $T_{зд2} = \gamma$,

где $\gamma_1 = 0,618$, $\gamma_2 = 0,382$, $\gamma_3 = 0,09$.

При моделировании исходная система – ТКСАР, модернизированные – МТКСАР при различных коэффициентах.

Схема моделирования:

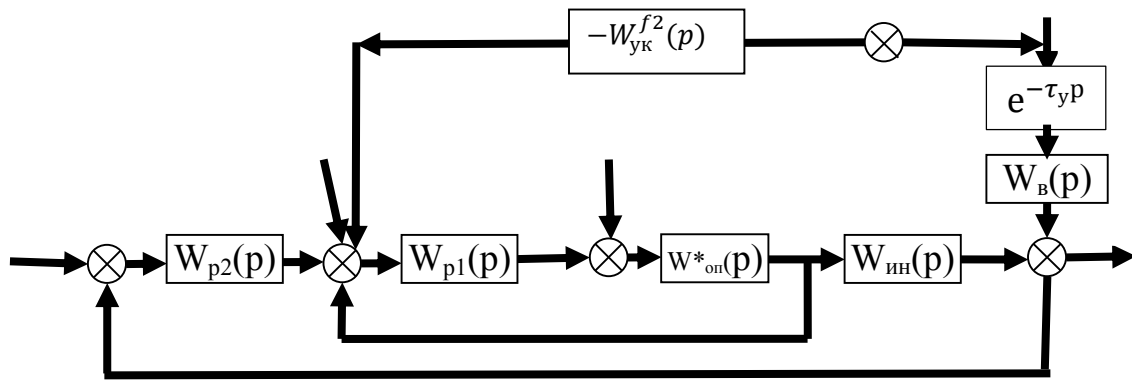


Рисунок 1 – Структурная схема инвариантной КСАР при плановом изменении нагрузки

Графики переходных процессов:

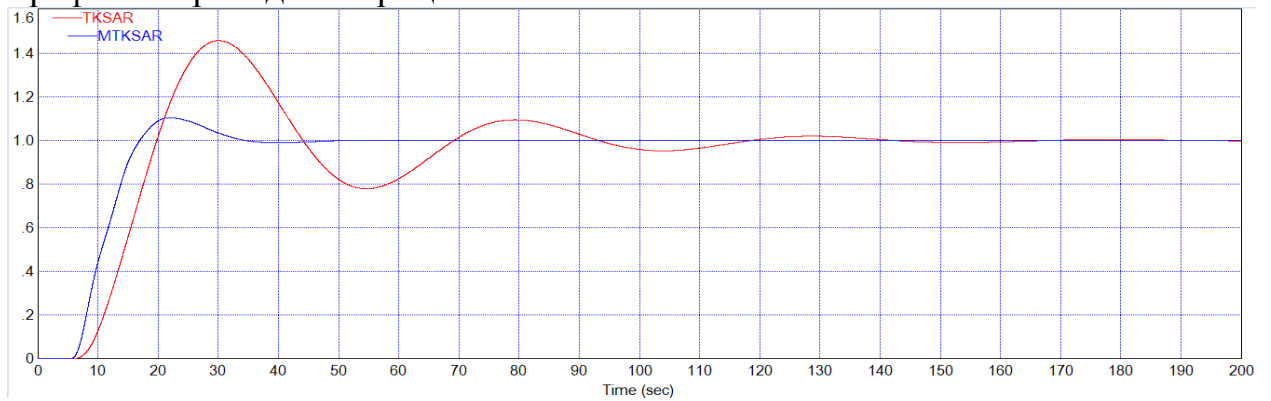


Рисунок 2 – Отработка скачка задания $X_{зд}$

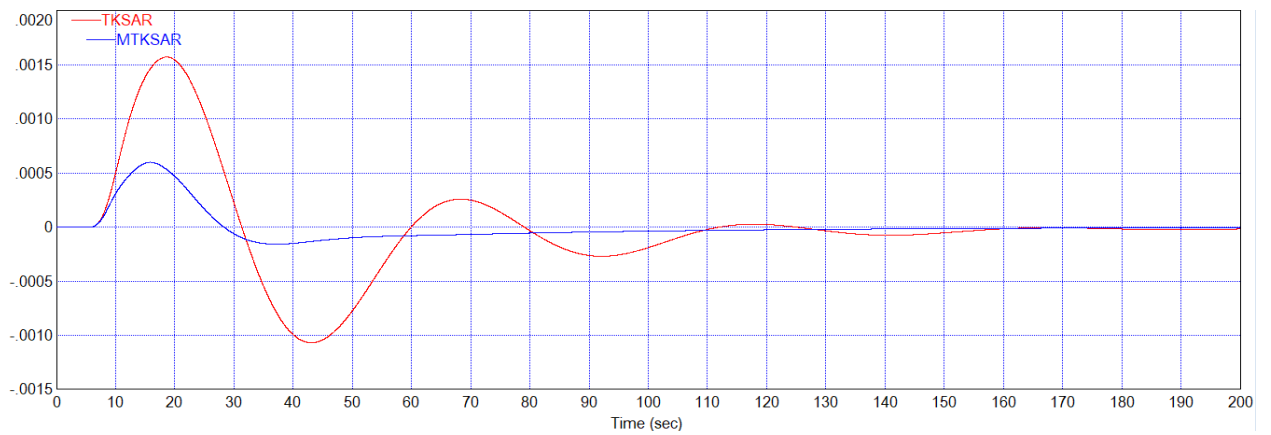


Рисунок 3 – Отработка внутреннего возмущения f_1

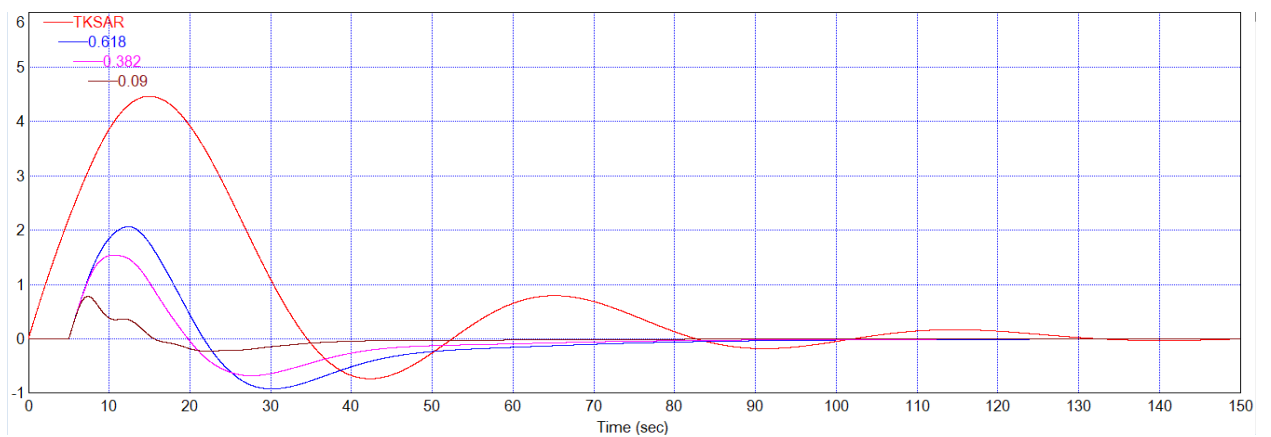


Рисунок 4 – Отработка внешнего возмущения f_2

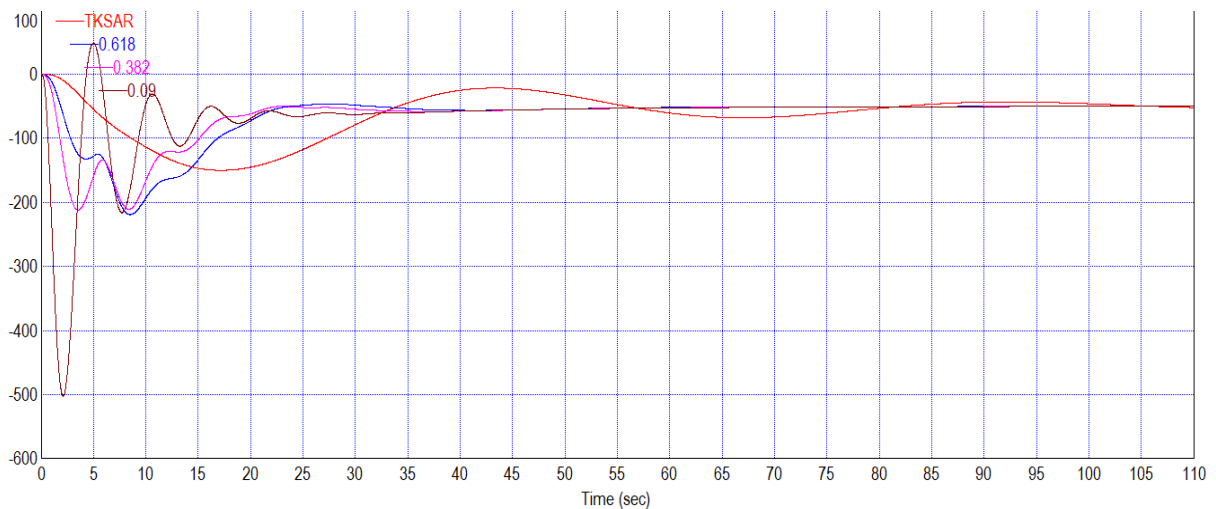


Рисунок 5 – Регулирующее воздействие x_p при обработке крайнего внешнего возмущения f_2

Заключение

Из графиков следует, что регулирующее воздействие x_p наименьшее при МТКСАР $\gamma_3 = 0,09$, но, так как статическая ошибка регулирования при коэффициенте $\gamma_3 = 0,09$ выходит за пределы допустимых отклонений, за оптимальную следует принять МТКСАР при $\gamma_2 = 0,382$.

При обработке скачка задания МТКСАР лучше типовой в 3,11 раза.

При обработке внутреннего возмущения максимальная динамическая ошибка регулирования A_1^+ при настройке МТКСАР лучше типовой в 3 раза, время регулирования лучше в 1,5 раза.

При обработке внешнего возмущения максимальная динамическая ошибка регулирования A_1^+ при настройке МТКСАР лучше типовой в 3 раза, время регулирования лучше в 2 раза.

Из всего вышеприведенного следует, что при модернизации АСР мощности турбины привода питательного насоса мы добились улучшения качества регулирования всех воздействий не менее, чем в 2 раза.

Литература

1. Инженерные экспресс-методы расчёта промышленных систем регулирования / Г.Т. Кулаков. – Минск: Вышэйшая школа, 1984. – 82 с.
2. Теория автоматического управления: учеб. пособие / Г.Т. Кулаков [и др.]; под общ. ред. Г.Т. Кулакова. – Минск: БНТУ, 2017. – 133 с.
3. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: Учебник для вузов. / В.Я. Ротач. – М.: Энергоатомиздат. – 1985. – 296 с.