

4. Обеспечение водородной безопасности на атомных электростанциях с водоохлаждаемыми реакторными установками. Современное состояние проблемы / И.А. Кириллов и [др.] // Ядерная и радиационная безопасность. – 2017. – № 2 (84). – С. 1–12.

5. AREVA Passive Autocatalytic Recombiner / Brochure: AREVA GmbH – Paul-Gossen-Straße 100 – 91052 Erlangen. – Germany. – 2013. – G-008-V3-13-ENGPB.

6. Passive Autocatalytic Recombiner / – Mode of access: www.us.aveva.com. – Date of access: 11.08.2016.

7. Understanding of the operation behaviour of a Passive Autocatalytic Recombiner (PAR) for hydrogen mitigation in realistic containment conditions during a severe Light Water nuclear Reactor (LWR) accident/ F. Payota [et al] // Nuclear Engineering and Design. – July 2012. – Vol. 248. – P. 178–196.

8. Техническое задание на закупку системы аварийного удаления водорода из ГО РУ для энергоблоков № 3 и № 4 Нововоронежской АЭС. – УТВ. 04.07.2013. – Нововоронеж: НВАЭС, 2013. – 10 с.

9. Национальный отчет о результатах проведения «стресс-тестов» / Государственная инспекция ядерного регулирования Украины. – Киев: ГИЯРУ, 2011. – 136 с.

10. Кутателадзе, С. С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: справоч. пособие / С. С. Кутателадзе. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.

11. Химическая гидродинамика: справоч. пособие / А.М. Кутепов и [др.]. – М.: Бюро Квантум, 1996. – 336 с.

12. Modelling of Catalytic Recombiners: Comparison of REKO-DIREKT Calculations with REKO-3 Experiments / E.-A. Reinecke et [al] // Int. Conf. Nuclear Energy for New Europe. – Bled, Slovenia, September 5–8, 2005. – Paper 92.

УДК 681.51.(075.8)

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРЕДЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
ТИПОВОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
МОЩНОСТЬЮ ЭНЕРГОБЛОКА**

*Г.Т. Кулаков, Н.Б. Карницкий, А.Т. Кулаков, В.В. Кравченко, К.И. Артёменко
Белорусский национальный технический университет*

Структурная схема типовой системы автоматического управления мощностью энергоблока (САУМБ) и ее упрощенной модели приведена на рис. 1 [1].

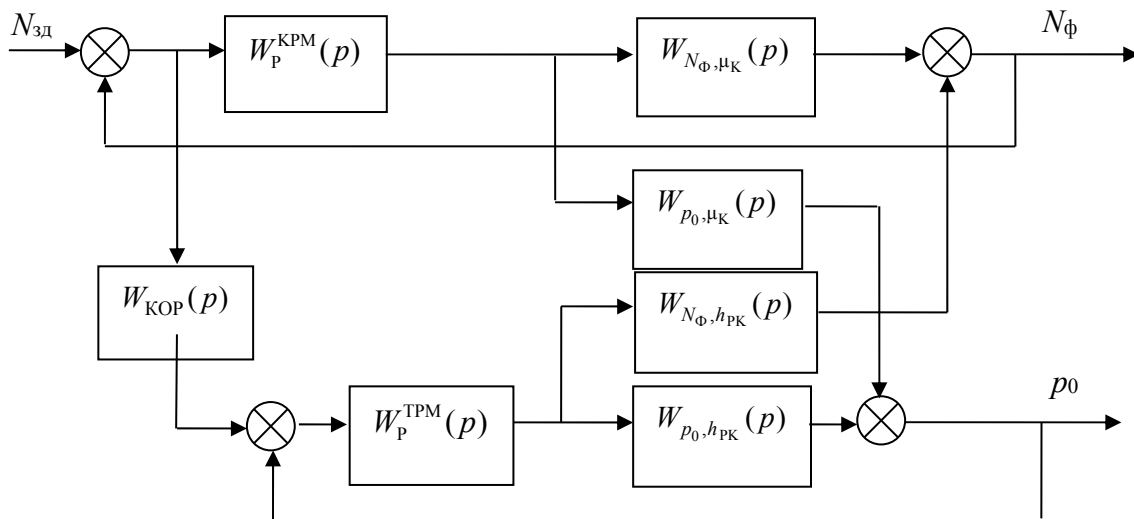


Рисунок 1 – Структурная схема типовой САУМБ

Ведущим в САУМБ является котельный регулятор мощности, поэтому главной обратной связью системы будем считать обратную связь контура котельного регулятора. Структуру САУМБ с разомкнутой обратной связью по контуру котельного регулятора мощности будем называть разомкнутой САУМБ.

Структурную схему разомкнутой САУМБ можно представить в виде двух параллельно включенных каналов: канала котельного регулятора мощности (КРМ) и канала турбинного регулятора мощности (ТРМ).

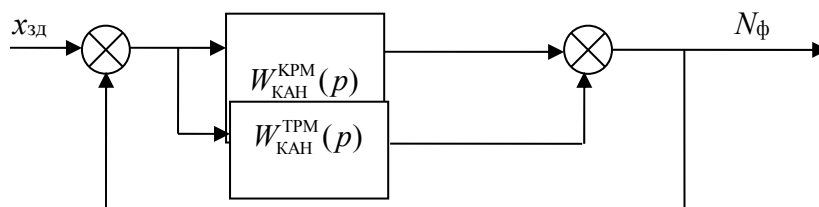


Рисунок 2 – Структурная схема упрощенной модели САУМБ

Здесь $W_{КАН}^{KPM}(p)$ и $W_{КАН}^{TPM}(p)$ – передаточные функции каналов котельного (КРМ) и турбинного регуляторов (ТРМ) мощности соответственно.

Разделение структурной схемы типовой САУМБ на каналы КРМ и ТРМ выполнено путем переноса входного сигнала передаточной функции $W_{p0,μК}(p)$ через передаточную функцию котельного регулятора мощности, т.е. на вход $W_p^{KPM}(p)$.

Представление структурной схемы типовой САУМБ в виде ее эквивалентной, но упрощенной схемы позволяет понять роль и влияние корректора $W_{КОР}(p)$ на качество переходных процессов при отработке задающих воздействий по мощности $N_{зд}$ и оценить предельные возможности САУМБ.

Моделирование переходных процессов в типовой САУМБ и ее упрощенной модели (рис. 2) подтвердили адекватность их динамики (рис. 3 и 4).

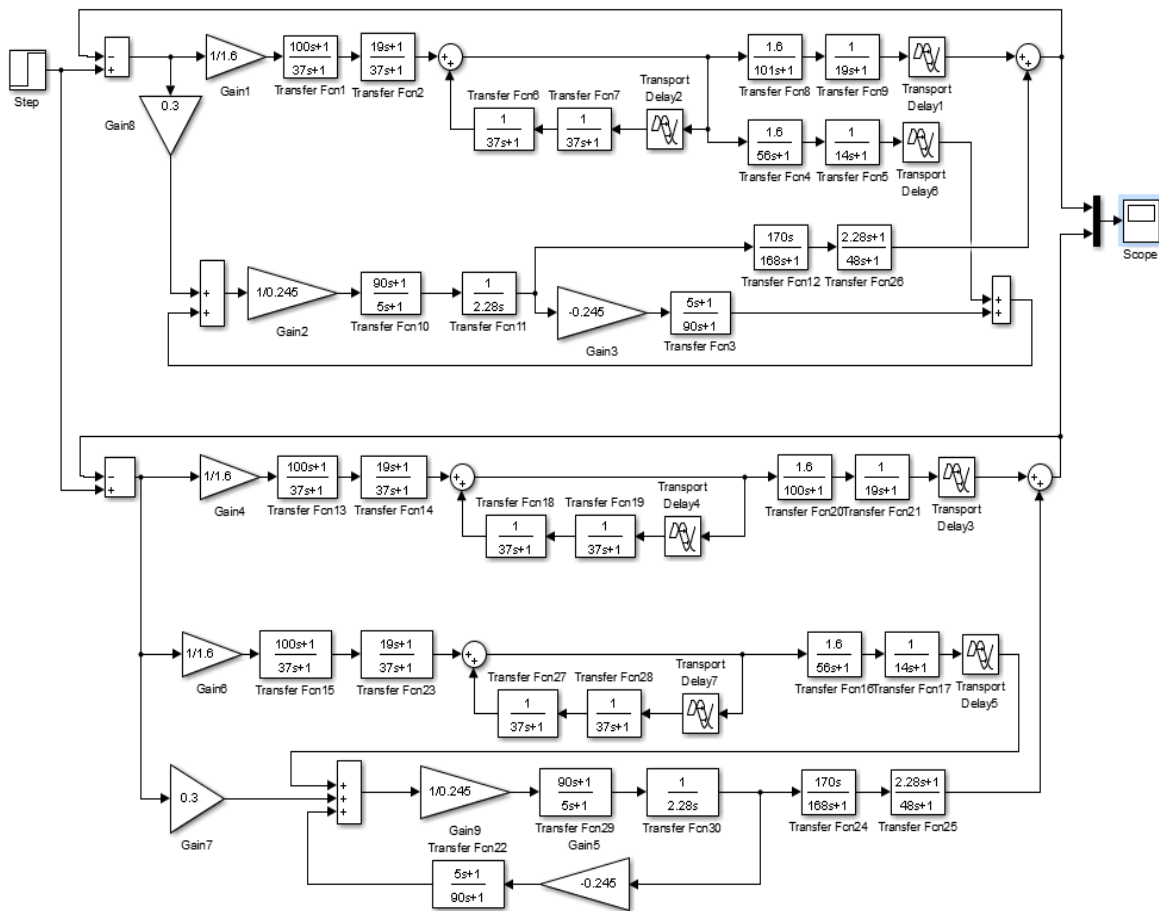


Рисунок 3 – Схема моделирования типовой САУМБ и ее упрощенной модели

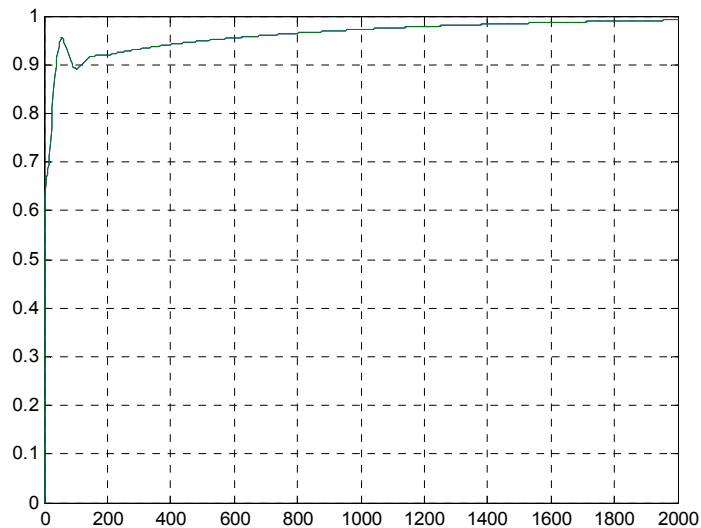


Рисунок 4 – Переходные процессы в типовой САУМБ и ее упрощенной модели при обработке скачка задающего воздействия

Исследования показали, что переходная характеристика канала ТРМ может быть представлена инерционно-дифференцирующим звеном.

Выводы

1. Моделирование типовой САУМБ при обработке задающего воздействия $N_{зд}$ и упрощенной схемы САУМБ показало допустимость оценки предельных возможностей типовой САУМБ по ее упрощенной модели.

2. Передаточная функция корректора $W_{кор}(p)$ в типовой схеме САУМБ может быть представлена только усилительным звеном $W_{кор}(p) = \alpha$.

Однако в этом случае при увеличении значения параметра α получаем приемлемый рост мощности на начальном этапе переходного процесса, но время регулирования велико (переходной процесс затянут).

3. Существенно повысить возможности типовой САУМБ можно только при «компенсации» передаточной функции $W_{p_0, \mu_k}(p)$. Это устраняет взаимозависимость каналов КРМ и ТРМ и позволяет применять более сложные виды передаточных функций корректора $W_{кор}(p)$, что позволяет существенно улучшить качество переходных процессов в системе автоматического управления мощностью энергоблока.

Список использованных источников

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.

УДК 621.1:681.51.01 (075.8)

ПРОПОРЦИОНАЛЬНО-ИНТЕГРАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯТОР С ЗАДЕРЖКОЙ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

*Г.Т. Кулаков, А.Т. Кулаков, В.В. Кравченко, К.И. Артёменко
Белорусский национальный технический университет*

Для качественного регулирования теплоэнергетических объектов с большим запаздыванием применяют предиктивные пропорционально-интегральные (ППИ) регуляторы, являющиеся модификацией предиктора Смита, а также ПИ-регуляторы с динамическим корректором [1].

Для повышения качества регулирования теплоэнергетических объектов и уменьшения влияния интегрального накопления предлагается использовать ПИ-регулятор с задержкой подключения интегральной составляющей для объектов с запаздыванием, передаточная функция которого имеет следующий вид:

$$W_p^{ПИ} = \frac{e^{-\tau_p p}}{T_{ин} p} + k_p, \quad (1)$$

где k_p – коэффициент передачи;