

УДК 681.544::621.039.562.26

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ  
КОНЦЕНТРАЦИИ ЖИДКОГО ПОГЛОТИТЕЛЯ В ПЕРВОМ КОНТУРЕ АЭС**

Беглов Я.И.,

к.т.н., доцент каф. АТП Беглов К.В.

Одесский Национальный Политехнический Университет, УКРАИНА

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассматривается применение нечеткого регулятора для регулирования концентрации жидкого поглотителя в первом контуре АЭС.

В многочисленных работах, посвященных проблеме покрытия переменной части графиков нагрузок [1,2,3], указывается, что повышение доли АЭС в общей установленной мощности требует повышенной маневренности энергооборудования АЭС, то есть работы энергоблоков АЭС в переменном режиме.

Одним из способов изменения нагрузки энергоблока является изменение энерговыделения в реакторной установке путем изменения концентрации жидкого поглотителя. Для реакторов типа ВВЭР в качестве жидкого поглотителя используется борная кислота ( $H_3BO_3$ ).

Процесс изменения концентрации борной кислоты в теплоносителе первого контура называется борным регулированием (БР). Для уменьшения мощности реактора в коллектор питательного насоса подается раствор из бака с концентрированной борной кислотой, для увеличения мощности подается чистый конденсат. [4] Одновременно с этим, борная кислота выводится из теплоносителя.

В настоящее время борное регулирование состоит в дискретном вводе определённого количества  $H_3BO_3$  или чистого конденсата в ручном режиме до получения требуемого результата. Одним из недостатков такого режима борного регулирования является большое количество жидких радиоактивных отходов (ЖРО). Как показано в [5] количество ЖРО можно существенно уменьшить применив автоматизированную систему регулирования.

Ранее в [6] рассматривался синтез и проводился анализ ПИ-регулятора. Основная сложность при настройке регулятора заключается в нелинейных свойствах объекта регулирования. А именно разными значениями коэффициента передачи и постоянными времени при нанесении управляющего воздействия разного знака.

Оптимальными были приняты настройки ПИ-регулятора для процесса с минимальным интегральным показателем качества и объектом, имеющим меньший коэффициент передачи и большую постоянную времени.

Однако даже при оптимальных настройках в системе наблюдаются колебания регулируемой величины. Поэтому была поставлена задача исследовать автоматизированную систему регулирования концентрации борной кислоты с нечетким ПИ-регулятором.

Правила нечеткого вывода были применены для расчета настроек регулятора. Моделирование АСР показало улучшение качества переходного процесса по сравнению с оптимальным ПИ-регулятором. А именно: отсутствие колебаний в системе и меньшее значение интегрального критерия качества переходного процесса регулирования.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Беркович В.М., Горохов В.Ф., Татарников В.П. О возможности регулирования мощности энергосистемы с помощью атомных электростанций – Теплоэнергетика. 1974, № 6. С. 16—19.
2. Воронин Л. М. Особенности эксплуатации и ремонта АЭС. – М.: Энергоиздат. 1981,-166 с.
3. Игнатенко Е.И., Пыткин Ю.Н. Маневренность реакторов типа ВВЭР. – М.: Энергоатомиздат. 1985, - 83с.
4. Максимов М. В. Модель реактора ВВЕР-1000 як об'єкта управління: монографія / М. В. Максимов, К. В. Беглов, Т. О. Цисельська // Сучасні технології упр. — О. : Вид-во Купрієнко С. В., 2012. — С. 108 — 122.
5. Медведев Р.Б., Сангінова О.В. Оптимальне керування процесом зміни концентрації борної кислоти в теплоносії першого контуру АЕС з ВВЕР-1000 // Наукові вісті Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”. –2002. –№2 (22). –С. 22.
6. Беглов К.В., Волошкіна О.О., Плахотнюк О.А. Дослідження регулятора концентрації рідкого поглинача енергоблоку АЕС // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – 2015. –№4. – С. 18–24.