

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ВОДОПОДГОТОВКИ ДЛЯ КОТЛОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Цапенко Г.И., Шуляк Г.А.

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра автоматики и телекоммуникаций
E-mail: kaf.at@kita.dgtu.donetsk.ua

Abstract

Tsapenko G.I., Shulyak G.A. Some aspects of control extreme systems applying of water conditioning process for thermoelectric power stations boilers. Different algorithms of water conditioning control process and making of control extreme systems on their basis are reviewed. The dynamics of concerned systems and their estimation of qualitative adjectives are analysed.

Общая постановка проблемы. Эффективность работы паровых и водонагревательных котлов тепловых электростанций во многом определяется качеством питательной воды, источниками которой являются природные бассейны и реки. Используемая из таких источников вода нуждается в серьезной очистке, ввиду того она содержит примеси в виде различных солей, которые могут образовывать накипи на конденсатно-питательного тракта котлов и коррозии конструктивных материалов [1, 2]. Следовательно, повышение качества очистки воды связано с надежностью с надежностью и экономичностью работы в целом электростанций.

Постановка задач исследования. С целью повышения качества очистки питательной воды котлоагрегатов необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ способов управления процессом водоподготовки на тепловых электростанциях, в частности, важнейшего этапа — известкования воды в осветлителе;
- определить возможные алгоритмы автоматического управления процессом известкования;
- определить оптимальный алгоритм управления процессом известкования воды и разработать на его основе систему автоматического управления.

Решение задач и результаты исследований. Природная вода, используемая для питания котлоагрегатов содержит различные примеси, количество которых определяет качество воды, количество примесей в питательной воде не является постоянным и зависит от сезона, атмосферных осадков и т.п. Грубодисперсионные примеси (песок, глина, органические соединения) легко удаляются из воды путем механического фильтрования. Устранение молекулярнодисперсионных примесей достигается путем химической обработки воды. К молекулярнодисперсионным примесям относятся растворенные в воде соли кальция и магния $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, MgSO_4 , MgCl_2 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Именно эти соединения представляют опасность конденсатно-питательного тракта котлов. В результате известкования воды в виде известкового молока образуются нерастворимые в воде в виде осадков соединения CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, удаляемые из воды путем механического фильтрования [1].

Благодаря известкованию в осветлителе по фильтрации достигаются необходимые требования к качеству питательной воды для котлов.

Оценку качества обессоленной воды на выходе осветлителя можно косвенно определить по величине электрического сопротивления или проводимости воды. Электрическое сопротивление воды определяется как сопределение столбика высотой $l=1$ см и поперечным сечением $s=1$ см². Зависимость сопротивления воды линейно зависит от концентрации растворимых в воде веществ. Измерение сопротивления воды производится специальными датчиками. На показания датчиков влияет температура воды и для снижения погрешностей вводят в схему датчиков температурную компенсацию.

Таким образом, в качестве объекта управления в дальнейших исследованиях принят осветлитель, как основное звено водоподготовки. Выходной переменной (выходной координатой) является электрическое сопротивление воды, а входной переменной количество известкового молока, подаваемого в осветлитель. Зависимость электрического сопротивления воды от количества известкового молока имеет выпуклый характер с экстремумом — максимумом при полном устранении солей кальция, магния и железа. Если изобразить статическую характеристику на плоскости количество известкового молока в объемных единицах — сопротивление воды R в Ом, то получим выпуклую кривую, причем максимум зависимости может менять свое положение вследствие изменяющегося химического состава, температуры воды или, как говорят, экстремум имеет дрейф.

При рассмотрении математического описания осветлителя как объекта управления следует учесть, что осветлитель на физическом уровне представляет собой резервуар большой емкости. Необходимо учесть время перемешивания воды с реагентом (известковым молоком) и время химической реакции. Эти факторы определяют инерционность объекта с постоянной времени 60 – 90 минут. Отсюда следует, что объект управления представляет собой последовательное соединение инерционной линейной части и нелинейной части с экстремальной статической характеристикой.

В дальнейших исследованиях использованы данные об объекте, изложенные в [3.4]. За выходную переменную принято электрическое сопротивление, обработанное известковым молоком в осветлителе воды R в единицах измерения Ом, управляющая входная переменная положения регулирующего органа φ (степень открытия канала подачи известкового молока) в % хода.

Передаточная функция линейной инерционной части принята равной

$$W(p) = \frac{K}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)} \quad (1)$$

где K — коэффициент передачи, $K = \frac{\Delta R}{\Delta \varphi} = 3 \frac{\text{Ом}}{\% \text{ хода}}$,

$T_1 = 900$ с, $T_2 = 750$ с — постоянные времени, обусловленные скоростью смешивания известкового молока с обрабатываемой водой и химической реакцией.

Статическая характеристика нелинейной части аппроксимирована в окрестности экстремума параболой

$$R(t) = -a(t)[\varphi(t) - \varphi_s(t)] + R_s(t) \quad (2)$$

где $R(t)$ — текущее значение электрического сопротивление обрабатываемой воды, Ом; $a(t)$ — коэффициент крутизны статической характеристики; $\varphi_s(t)$ — положение регулирующего органа в экстремуме, определяющее горизонтальный дрейф экстремума; $R_s(t)$ — сопротивление воды в экстремуме, определяющее вертикальный дрейф экстремума.

Используя принятую модель объекта управления (1) и (2) были исследованы системы экстремального управления с различными принципами построения: дифференциальным регулятором с моделями нелинейной части объекта, и шагового типа с постоянным шагом и шагового типа с пробным шагом и рабочим

На рис. 1 обозначено:

- 1, 2, 3 — модель объекта управления;
- 4, 13 — блоки умножения;
- 5 — блок памяти запоминания значения сопротивления на предыдущем шаге $R[(n - 1)]T$;
- 6, 12 — сумматоры;
- 7, 8 — устройства сравнения;
- 10 — j-k триггер;
- 11, 14 — усилители;
- 15, 23 — интеграторы;
- 16 — тактовый генератор;
- 17 — осциллограф;
- 18, 19 — часы;
- 20 — элемент “НЕ”;
- 25 — коммутатор;
- 26 — выделение модуля сигнала;
- 27 — элемент “Г”;
- 28 — элемент “или”.

На рисунках 2 и 3 представлены переходные процессы в шаговых системах с постоянным шагом и с пропорциональным шагом.

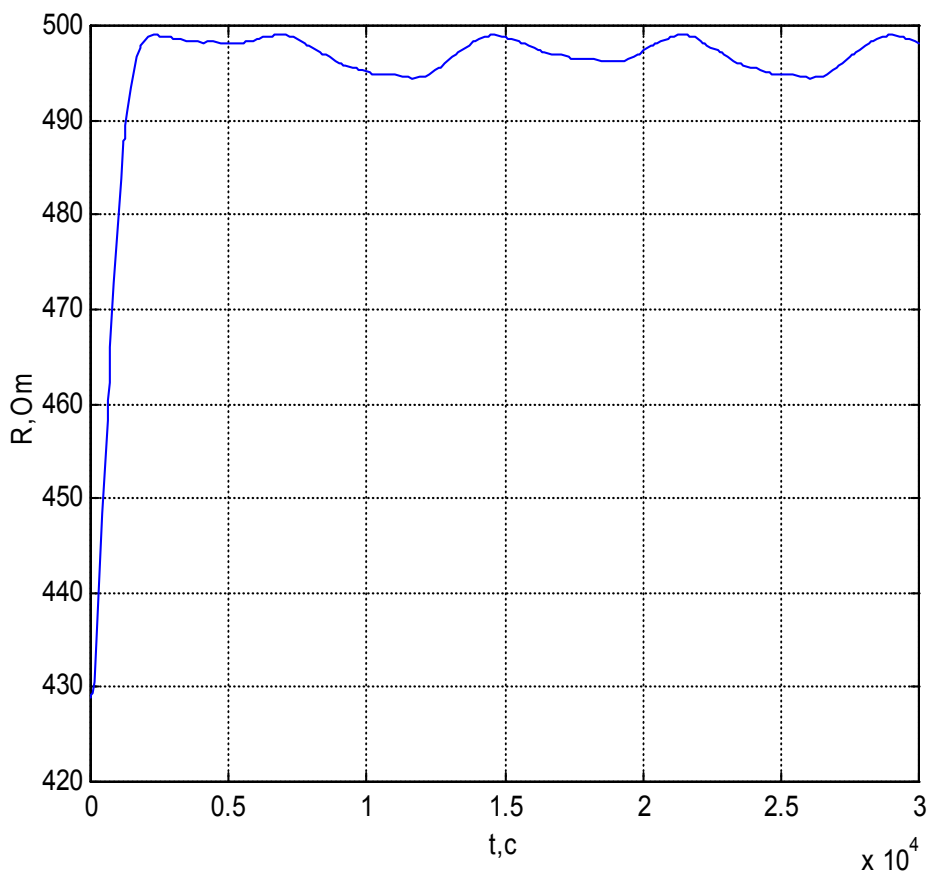


Рисунок 2 — Переходной процесс в системе с постоянным шагом

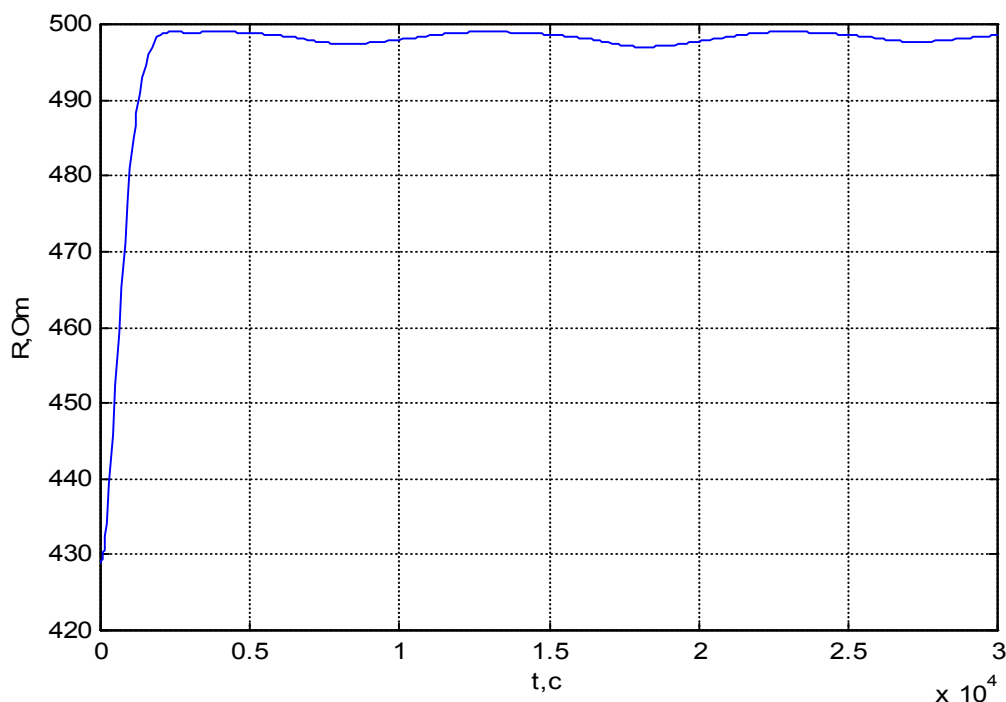


Рисунок 3 — Переходной процесс в системе с пропорциональным шагом

Выводы.

1. Показано, что дифференциальная система не эффективна в случае наличия дрейфа экстремума.

2. Полученные результаты процесса моделирования показали, что для управления процессом осветления воды целесообразно использовать шаговую экстремальную систему с пропорциональным шагом ввиду малых потерь на поиск и сравнительно высокого быстродействия.

Литература

1. Живилова Л.М., Максимов В.В. Автоматизация водоподготовительных установок и управление водно-химическим режимом ТЭС. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 280 с.
2. Барский Л.М. и др. Автоматизированная система управления цехом химической водоподготовки ТЭЦ – 27. Мосэнерго/Теплоэнергетика. — № 7. — 1999. — С. 44–49.
3. Шуляк Г.О. Аналіз застосування диференціальної системи екстремального управління об'єктів з великою інерційністю// Збірка студентських наукових праць факультету (Комп'ютерні інформаційні технології і автоматика). — Випуск 3. — Донецьк : ДонНТУ. — 2005.
4. Васильів В.І. Екстремальні системи керування без пошукових коливань. — К.: Техніка. 1966. — 180 с.
5. Либерзон Л.М., Родов А.Б. Шаговые экстремальные системы. М. — Л.: Энергия, 1969. — 96 с.