

УДК 66-933.6

СИНТЕЗ САУ ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ ТЭС

Богдан Б. В., магистрант; Федюк Р. В., доц., к.т.н., доц.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Общая постановка проблемы.

Химводоочистка является распространенным объектом, автоматизация которого позволяет значительно повысить эффективность производства и удобство работы персонала. При этом, с точки зрения автоматизации, химводоочистка (в дальнейшем ХВО) имеет специфические особенности, влияющие на эффективность применения средств автоматизации, распространенных в энергетике.

Постановка задач исследования.

Для создания системы автоматического управления процессом химической очистки воды необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ особенностей процесса химической очистки воды с точки зрения автоматического управления;
- получить математическое описание объекта управления по каждому контуру;
- разработать необходимые алгоритмы управления в САУ химической очистки воды с учетом технологических требований и ограничений;
- выполнить моделирование динамических режимов в контурах разработанной САУ для проверки эффективности предложенных алгоритмов управления.

Технологическая схема объекта представлена на рисунке 1.

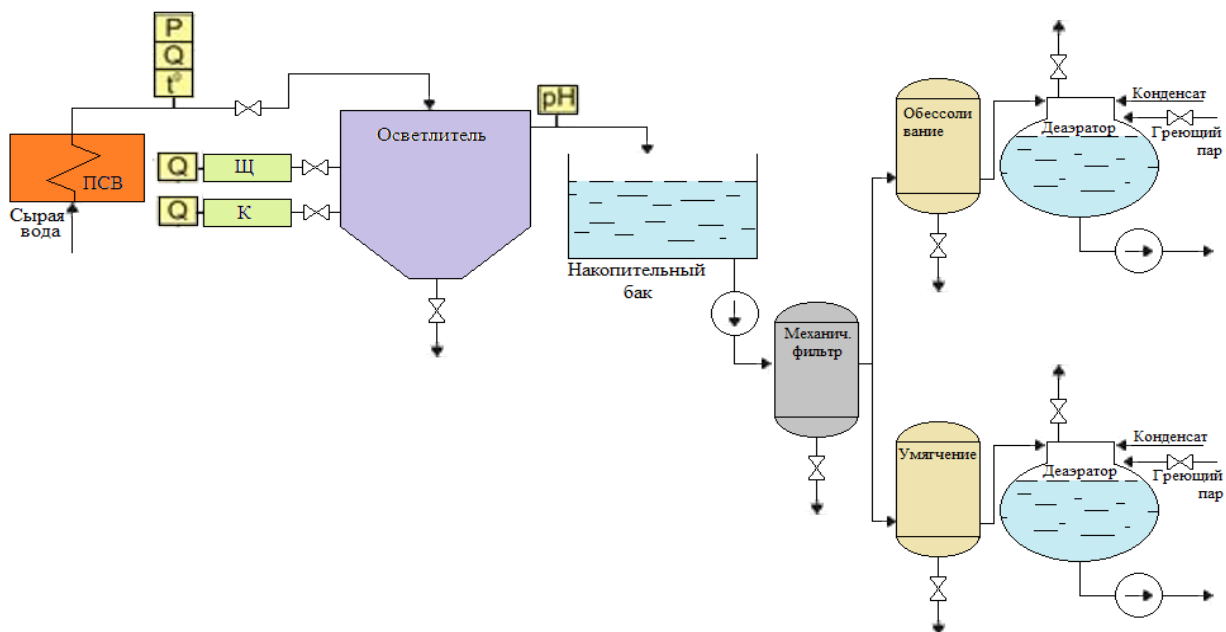


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса химической очистки воды

Для восполнения неизбежных потерь пара, конденсата, питательной воды, сетевой воды, требуется вода высокого качества, из которой должны быть удалены нерастворимые примеси, растворимые соли и кислород для предотвращения накипи на внутренней поверхности нагрева и коррозии труб. Требования к качеству сетевой воды несколько ниже, чем к качеству питьевой воды.

При эксплуатации современного энергетического оборудования ТЭС используются разнообразные методы обработки воды. Так, приготовление добавочной воды для различных теплоиспользующих контуров осуществляется обычно в две основные стадии. На первой из них из природной воды удаляются главным образом взвешенные примеси, на второй вода подвергается очистки химическим методом (умягчение, обессоливание).

Система химической очистки воды состоит из нескольких взаимосвязанных процессов. Первым процессом является подогрев питательной воды. На этой стадии происходит нагрев исходной воды паром с коллектора собственных нужд ТЭС на подогревателе сырой воды (ПСВ) до температуры 30 ± 10 °С. Исходная вода поступает в пароподогреватель, куда подается и пар. На выходе из пароподогревателя получаем воду с заданной температурой, которая поступает в осветлитель, где и происходит этап очистки воды. Пройдя осветлитель, вода поступает в промежуточный бак, основной задачей которого является регулирование производительности системы. Это осуществляется за счет изменения уровня воды в баке осветленной воды. Таким образом, на этом этапе необходимо поддерживать заданный уровень воды в баке. Объектом регулирования является накопительный бак высотой $H=5,8$ м и диаметром $D_{вн}=4,8$ м (рис. 2). Уровень воды в резервуаре необходимо поддерживать на уровне $5 \text{ м} \pm 0,3 \text{ м}$. В зависимости от изменения уровня воды в накопительном баке, осуществляется подача исходной сырой воды для поддержания постоянного уровня.

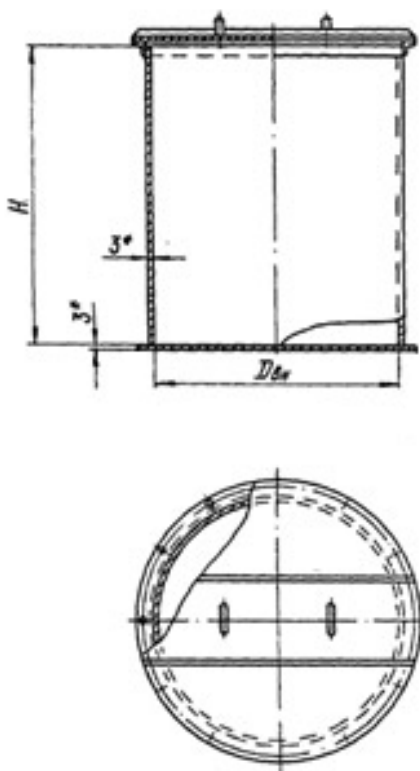


Рисунок 2 – Накопительный бак

Задача поддержания уровня относится к одной из основных, поскольку его снижение может привести к пережогу труб и выходу котла из строя, а повышение – к забросу воды в паропровод и выход из строя турбоагрегата. С точки зрения управления, на величину уровня оказывает влияние множество факторов: изменение расхода питательной воды, изменение нагрузки потребителя, изменение расхода топлива, изменение температуры питательной

воды. Все это вынуждает рекомендовать к использованию на практике «трехимпульсных схем», где, помимо сигнала задания, на вход регулятора подаются данные об уровне воды, расходе перегретого пара и питательной воды (рис. 3).

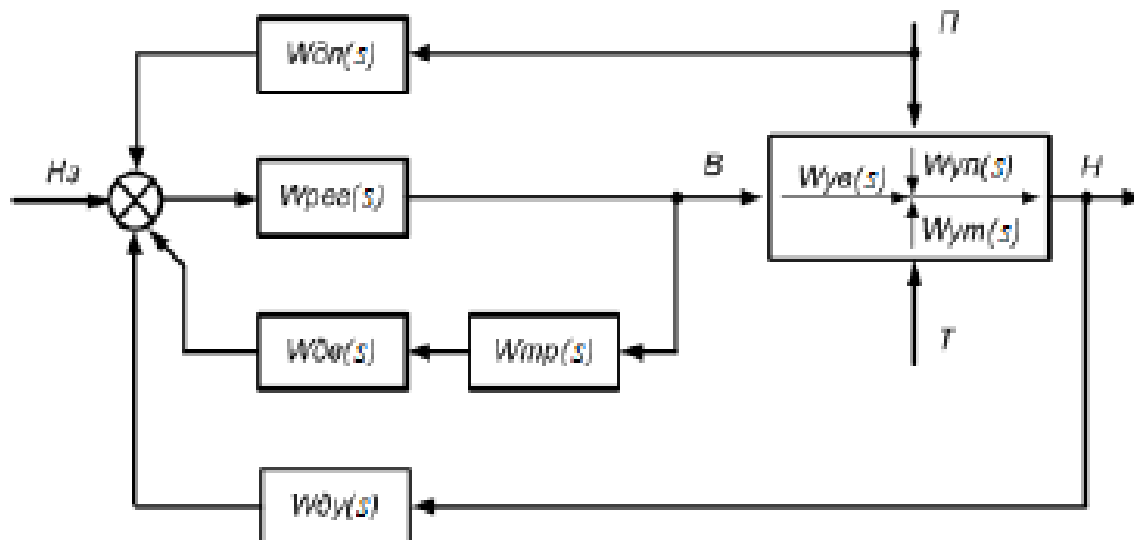


Рисунок 3 – Структура рассматриваемого класса систем

На рисунке 3 показаны соответствующие передаточные функции датчиков пара, воды и уровня – $W_{дп}(s)$, $W_{дв}(s)$, $W_{дв}(s)$; $W_{тр}(s)$ – передаточная функция участка трубопровода; передаточные функции по каналам «уровень-вода» $W_{ув}(s)$, «уровень-пар» $W_{уп}(s)$, «уровень-тепло» $W_{дп}(s)$; H_z – задание по уровню; H – уровень в барабане; Π – расход пара; B – расход воды; T – тепловыделение.

Как следует из рис. 3, динамика изменения уровня H складывается из множества составляющих, зависящих от особенностей режимов работы оборудования.

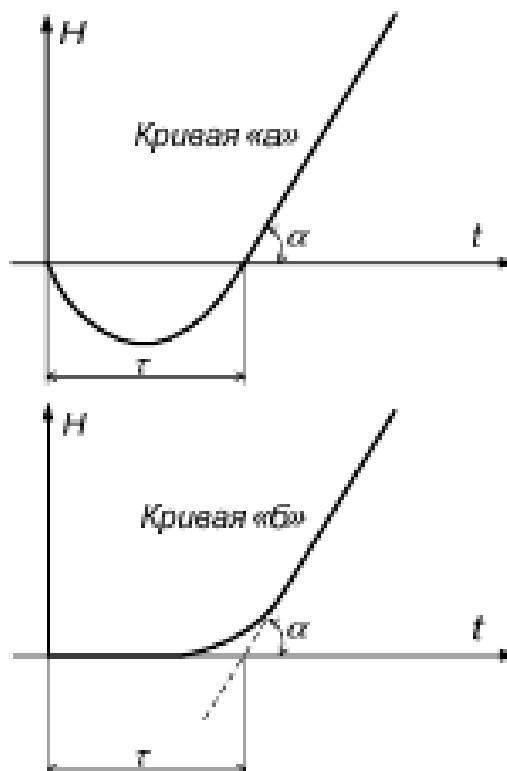


Рисунок 4 – Переходный процесс системы поддержания уровня

Так, например, реакция на отклонение уровня H по питательной воде, $W_{ув}(s)$ может быть аналогична либо кривой "а", либо кривой "б" (рис. 4) – все зависит от типа экономайзера.

В первом случае имеется явление «набухания уровня» (изменение в сторону, противоположную изменению расхода), которое также проявляется при любых типах экономайзера и отклонении расхода пара P , $W_{уп}(s)$. Данное явление, но уже в меньшей степени отмечается при отклонении тепловыделения T , $W_{ут}(s)$.

Для проектирования регулятора $W_{рег}(s)$ необходимо иметь либо строгое математическое описание всех составляющих (рис. 3), получение которого достаточно проблематично, либо огрублять математическую модель обобщенного объекта, определяя ее за счет обработки результатов практического эксперимента.

Отметим, что существующая методика настройки трехимпульсной системы для регулятора уровня требует итерационной процедуры и основывается на практических испытаниях – это не лучший, но работоспособный вариант. Однако, с учетом современных требований к качеству работы и эксплуатации систем управления, можно не только отказаться от такого подхода, но и учесть ряд допустимых отклонений в режимах работы системы.

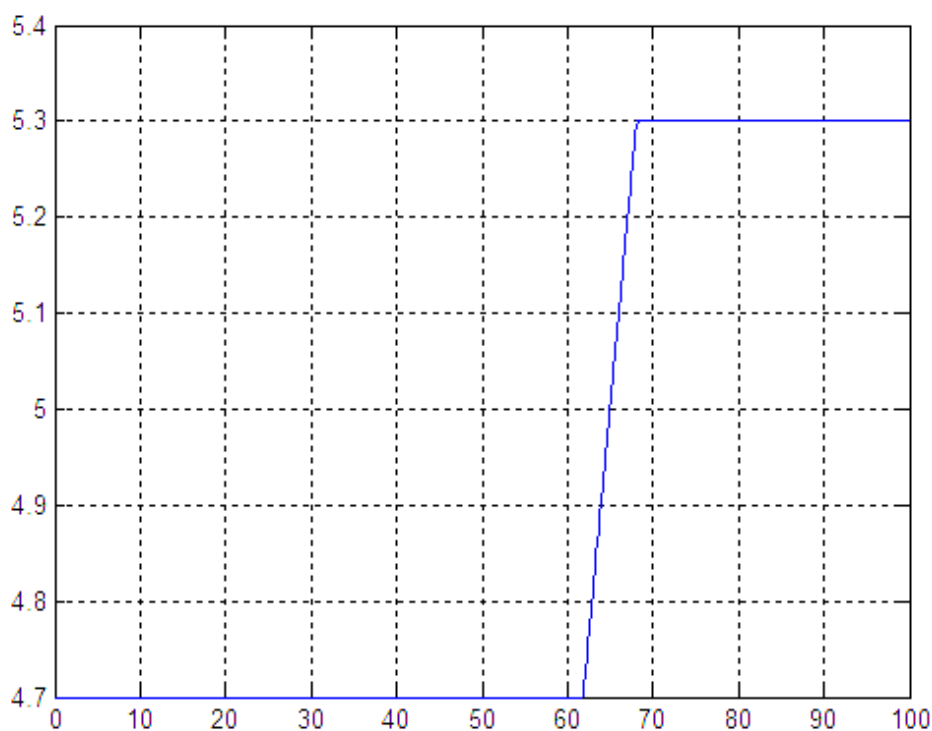


Рисунок 5 – Переходный процесс в САУ уровня воды

Из графика (рис. 5) видно, что уровень воды в баке не превышает заданных значений и устанавливается за 70 с.

Проведя моделирование возмущения (рисунок 6), а именно контура регулирования температуры в теплообменнике, можно сказать о качестве процесса нагрева. Время, за которое устанавливается значение, составляет 50 с; установившееся значение соответствует требуемому.

Моделирование процесса осветления в целом показало положительный результат (рисунок 7). Время, за которое устанавливается значение, составляет 100 с, что соответствует технологическому регламенту.

Анализ результатов моделирования показал удовлетворительное качество переходных процессов в рассмотренных контурах управления процессом химической очистки воды.

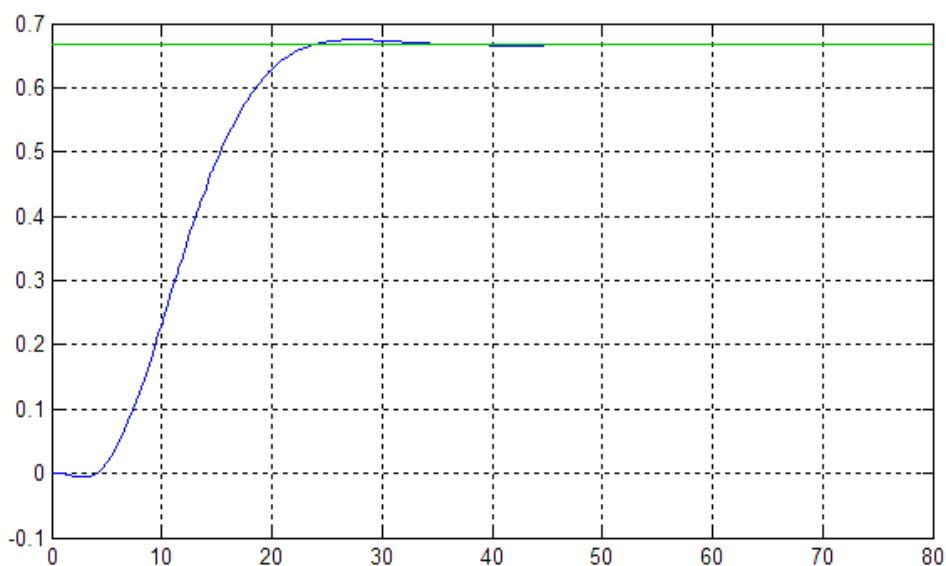


Рисунок 6 – Переходный процесс в САУ температуры

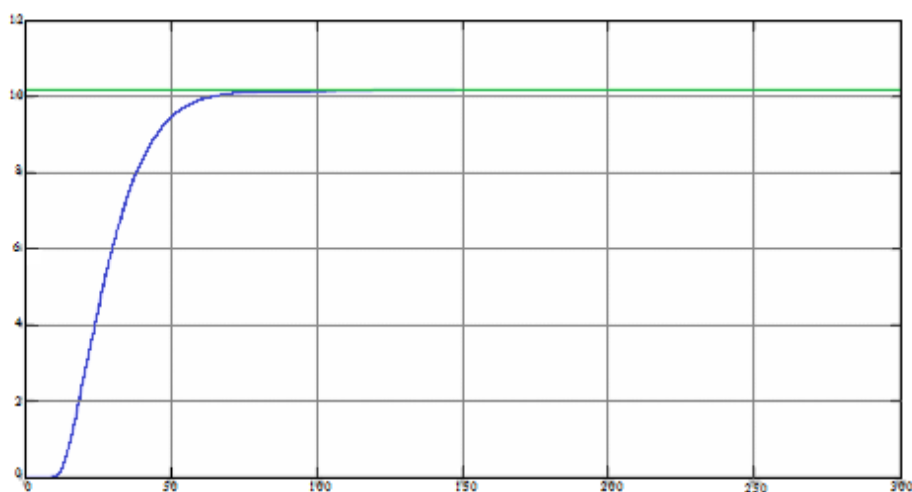


Рисунок 7 – Переходный процесс в САУ pH-параметра

Перечень ссылок

1. Федюн, Р. В. Принципы построения динамической модели процесса биохимической водоочистки / Р. В. Федюн, В. А. Попов, Т. В. Найденова // Научн. тр. ДонНТУ. – Донецк, ДонНТУ, 2010. – Выпуск 18 (169). – С. 30 – 37. – (Серия : «Вычислительная техника и автоматизация»).
2. Федюн, Р. В. Математическая модель технологического процесса биохимического водоочистения. / Р. В. Федюн, Т. В. Найденова, Р. В. Юрченко // Научн. тр. ДонНТУ. – Донецк, ДонНТУ, 2012. – Выпуск 22(200). – С. 48 – 55. (Серия : «Вычислительная техника и автоматизация»).
3. Федюн, Р. В. Автоматическое управление гидравлическими параметрами системы водоснабжения / Р. В. Федюн, В. А. Попов, В. О. Бунеев // Научн. тр. ДонНТУ. – Донецк, ДонНТУ, 2008. – Выпуск 14 (129). – С. 54 – 63. – (Серия : «Вычислительная техника и автоматизация»).
4. Лукас, В. А. Теория управления техническими системами : учебный курс для вузов / В. А. Лукас. – Екатеринбург : Издательство УГГГА, 2002. – 675 с.
5. Теличенко, Д. А. Адаптивная система регулирования уровня воды в барабане парового котла высокого давления / Д. А. Теличенко // Информатика и системы управления. – Благовещенск, 2015. – № 2. – С. 110 – 120.