

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ФТОРНЫМ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОМ СТЭ-1Э

Гладырь Е.М., Денисевич А.А.

Научный руководитель: Денисевич А.А., ассистент

Томский политехнический университет, 63405, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: denisevichaa@tpu.ru

Фтор – один из самых активных элементов периодической таблицы Д.И. Менделеева и образует соединения со всеми элементами. С рядом органических соединений он дает весьма ценные продукты, которые находят широкое применение в целом ряде отраслей народного хозяйства [1]. Для лабораторных целей фтор получают в экспериментальных электролизёрах малой производительности. Главной задачей при управлении такими электролизёрами является поддержание заданной температуры расплава электролита в автоматическом режиме.

Объектом исследования является среднетемпературный экспериментальный электролизёр СТЭ-1Э, который будет использоваться в ОАО ВНИИХТ г. Москва.

Математическая модель фторного электролизера представляет собой систему дифференциальных уравнений, описывающих тепловые процессы, происходящие в экспериментальном среднетемпературном фторном электролизере на всех стадиях его работы. Необходимость решения полученной системы дифференциальных уравнений объясняется необходимостью получения параметров электролизера как объекта управления, которые используются в дальнейшей работе для создания системы автоматического регулирования температуры электролита.

Для точного составления математического описания тепловых процессов следует наиболее детально разобраться со всеми стадиями работы экспериментального электролизера в процессе производства фтора.

Первая стадия включает в себя разогрев электролита до начальной для процесса электролиза температуры, которая составляет примерно 80 °С. Это происходит посредством разогрева электролита ТЭНами. Вторая стадия работы установки включает в себя разогрев электролита до оптимальной температуры, необходимой для производства фтора путём среднетемпературного электролиза, которая составляет приблизительно 105 °С [1]. Нагрев происходит за счёт самого процесса электролиза при пропускании через электролит тока в 1 кА. Третья стадия работы электролизера включает в себя охлаждение электролита, в случае превышения оптимальной температуры. Охлаждение производится посредством продувки воздуха вентилятором через внутреннее пространство рубашки, окружающей внешнюю поверхность ванны для электролиза.

В аналитическом виде передаточные функции всех процессов установки выглядят следующим образом, с учетом рассчитанных запаздываний в системе:

$$W_1 = \frac{0,08}{18000s+1};$$

$$W_2 = \frac{0,0104}{9150s+1};$$

$$W_3 = \frac{-145}{22500s+1}.$$

где W_1 – передаточная функция, описывающая процесс разогрева электролита от комнатной температуры до 80 °С под воздействием трубчатых электрических нагревателей; W_2 – передаточная функция, описывающая процесс разогрева электролита от 80 °С до 105 °С под воздействием электрического тока; W_3 – передаточная функция, описывающая процесс охлаждения электролита, в случае превышения его температуры благоприятной отметки в 105 °С под воздействием электрического тока и вентилятора.

Основная сложность проектирования САУ температурой электролита заключается в том, что в зависимости от значения температуры электролита (выходной координаты САУ) изменяется передаточная функция объекта управления (экспериментального электролизера). Изменение передаточных функций происходит на двух пороговых значениях, а уставка по температуре задается изначально одна 105 °С. Соответственно объект представляет собой сложную структуру, матрицу-столбец из трех передаточных функций: стартового разогрева электролита, разогрева электролита до благоприятной для среднетемпературного электролиза температуры и охлаждения электролита. Передаточные функции переключаются в зависимости от сигнала рассогласования, формирующегося на основе разности уставки по температуре и значения температуры электролита в текущий момент времени.

Подобная сложность имеется и в проектировании регулятора. Каждая из передаточных функций объекта управления (СТЭ-1Э) имеет свой регулятор с конкретными настройками. Соответственно, регулятор представляет собой сложную структуру – совокупность из нескольких простых ПИ-

регуляторов, которые переключаются между собой в зависимости от сигнала рассогласования.

В ходе проектирования необходим блок, управляющий регулятором, который в зависимости от сигнала рассогласования

формирует управляющий сигнал на блок регулирования.

Функциональная схема разработанной САР представлена на рис. 1.

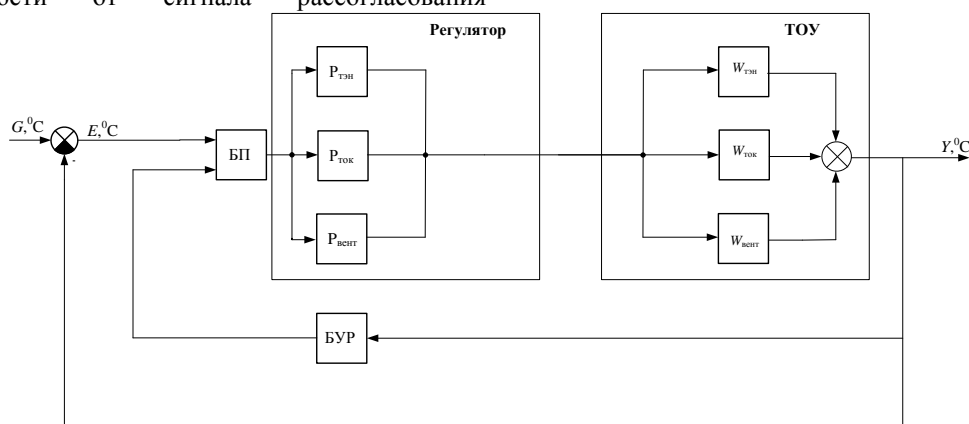


Рис.1. Функциональная схема САР температуры: G – уставка по температуре; БП – блок переключения регуляторов; $P_{ТЭН}$, $P_{ТОК}$, $P_{ВЕНТ}$ – регуляторы; БУР – блок управления регулятором; $W_{ТЭН}$, $W_{ВЕНТ}$, $W_{ТОК}$ – передаточные функции объекта в различные моменты времени; G – уставка; E – сигнал рассогласования; УС – управляющий сигнал; Y – выходной сигнал; ЛС – логический сигнал управления.

Реализована данная система была в вычислительном пакете MatLab/Simulink. Использование данного вычислительного пакета объясняется его высокими вычислительными способностями, простотой и структурированностью интерфейса библиотеки стандартных блоков Simulink.

Исследуемая САУ рассматривалась в трёх вариантах: все регуляторы – ПИД-типа, все

регуляторы – ПИ-типа, все регуляторы – релейные (двухпозиционные).

Для ПИ- и ПИД-регуляторов параметры настройки определялись по методу оптимального модуля.

Для каждого варианта рассматриваемой САР были получены переходные процессы замкнутой системы на управляющее воздействие (рис.2).

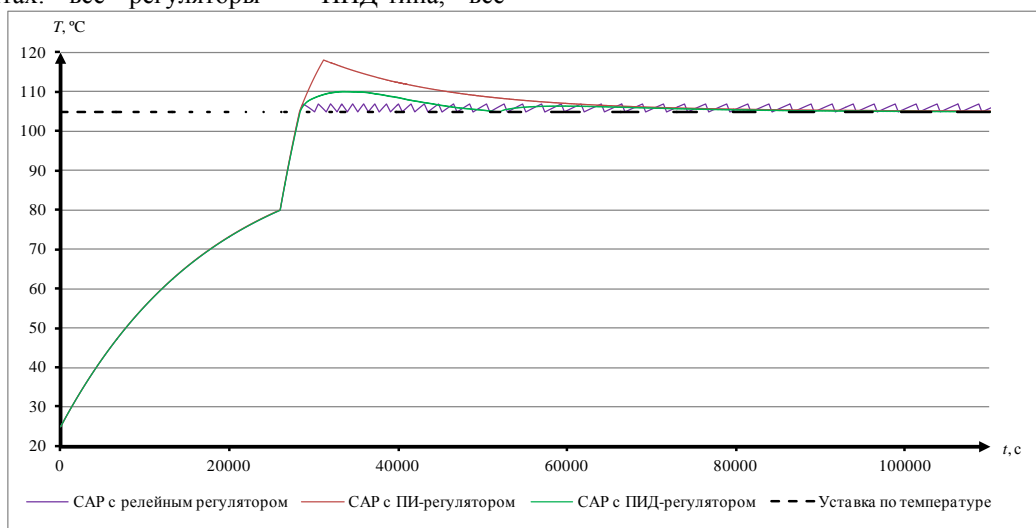


Рис.2. Переходные процессы замкнутой на управляющее воздействие.

По полученным переходным процессам были рассчитаны показатели качества САР сделан вывод, что наилучшим качеством управления обладает система с релейными регуляторами.

Полученные результаты исследований будут использованы при проектировании, настройке и эксплуатации АСУ экспериментальным среднетемпературным фторным электролизёром СТЭ-1Э в ОАО ВНИИХТ г. Москвы.

Литература:

1. Галкин Н.П., Крутиков А.Б. Технология фтора. – М.: Атомиздат, 1968. – 188 с.
2. Ливенцова Н.В. Диссертация по теме «Система автоматизированного управления среднетемпературным электролизёром производства фтора». – ТПУ, 2008.