



Для автоматического управления комплексом аппаратов фторирования (ПР) и улавливания (АКТ) предложено использовать каскадную двухконтурную систему автоматического управления, обеспечивающую удержание в заданном диапазоне концентрацию избыточного фтора на выходе ПР и стабилизацию температуры реакционной зоны АКТ.

На первом этапе синтеза САУ на основании экспериментальных исследований реакций технологических объектов управления на ступенчатые входные воздействия получены передаточные функции ПР и АКТ:

$$W_{\text{ПР}} = \frac{-0,3 \cdot e^{-85 \cdot s}}{47 \cdot s + 1}, \quad W_{\text{АКТ}}(s) = \frac{35,3 \cdot e^{-194 \cdot s}}{195 \cdot s + 1},$$

Синтез предлагаемой САУ произведён с применением разработанного нами программного комплекса для синтеза и анализа каскадных систем автоматического управления, конечным итогом выполнения программы которого являются параметры настройки регуляторов внутреннего и внешнего контуров управления каскадной САУ, при которых достигается наилучшее качество управления. [2]. Наилучшие показатели качества переходных процессов спроектированной САУ достигнуты при применении ПИД регуляторов в обоих контурах со следующими параметрами настроек регуляторов:

-для внутреннего контура: $K_r = -2,1$ [н, об./мин/CF₂, %об.]; $T_i = 79$ с; $T_d = 17$ с...

-для внешнего контура: $K_r = 0,02$ [CF₂, %об./T5, °C]; $T_i = 311$ с.; $T_d = 91$ с. При этом точность поддержания управляемой координаты (температуры реакционной зоны АКТ) на заданном уровне в переходных режимах повышена в 2.2 раза по сравнению с одноконтурной САУ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копырин А.А., Карелин А.И., Карелин В.А.. Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива.-М. :ЗАО «Издательство Атомэнергоиздат» –576 с.
2. Ефремов М.С., Дядик В,Ф. Програмный комплекс для синтеза и анализа каскадных систем автоматического управления //Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных.-2019. –с.219

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА МЕТАЛЛИЗАЦИИ ВОЛОКСИДИРОВАННОГО ОБЛУЧЕННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

А.М. Емельянов, О.В. Егорова, С.Н. Ливенцов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

Е-mail: ame8@tpu.ru

В настоящее время в рамках проекта «Прорыв» разрабатывается технология замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ). Для имитации работы технологических схем ЗЯТЦ с целью исследования работоспособности, управляемости и оптимизации создается программный комплекс «Код оптимизации и диагностики технологических процессов» КОД ТП. Одним из технологических процессов цикла является «металлизация» – процесс восстановления основных компонентов окисленного ОЯТ до металла. «Металлизация» проводится при помощи металлического лития, генерируемого на инертном катоде при электролизе расплава LiCl-Li₂O с концентрацией Li₂O в расплаве от 1 до 2 мас.% [1].

Целью настоящей работы является разработка математической модели технологического процесса «металлизации» для программного комплекса КОД ТП. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- исследование процесса электрохимического восстановления актинидов окисленного ОЯТ как объекта моделирования и управления;
- разработка требований к модели процесса и ее математического описания;
- проведение вычислительных экспериментов на разработанной модели с целью ее верификации.

При создании математической модели была составлена классификация основных переменных и информационная структура, определено назначение модели и приняты допущения. Математическое описание модели процесса «металлизации» было получено на основе материального и теплового балансов, а также баланса напряжений с допущением о протекании электрохимических и химических реакций в кинетической области. Модель рассчитывает в динамическом режиме изменение концентраций оксидов актинидов, содержащихся в топливной таблетке, концентраций восстановившихся металлических актинидов, концентраций оксида лития и металлического лития в электролите, а также изменение температуры электролита и топливных таблеток, падения напряжения на электролизере и массу выделившегося во время электролиза кислорода в зависимости от силы электрического тока, пропускаемого через электролит, мощности электронагревателей, расхода и температуры охлаждающей среды в теплообменном аппарате [2]. Для верификации модели была разработана программа ее расчета в среде MATLAB, с помощью которой проведены вычислительные эксперименты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Merwin A. Metallic Lithium and the Reduction of Actinide Oxides // Journal of The Electrochemical Society. – 2017. – Vol. 164. – P. 5236 – P. 5246.
2. Френкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 272 с.

ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ГОРЕНИЯ ОБРАЗЦА ТВЁРДОГО РАКЕТНОГО ТОПЛИВА

В.Г. Ефимов, Д.А. Кондрашов, А.Н. Охотникова

АО «ФНПЦ «Алтай»

Россия, г. Бийск, ул. Социалистическая 1, (3854) 301690

E-mail: def@frpc.secna.ru

Твердое топливо относится к существенным компонентам состава ракетных двигателей, систем безопасности автомобилей, космических технологий, а мгновенная скорость горения является важным параметром для таких применений. Получение данных с ошибкой около 1% - это желаемый результат для измерительных методов, использующие проникающие излучения, т.е. не оказывающие влияния на процесс горения. Ультразвуковой метод наиболее полно отвечает требованиям обеспечения высокой точности, дистанционности, безопасности, дешевизны, автоматизации обработки результатов испытаний [1]. Дальнейшее развитие метода ориентировано на совершенствовании алгоритмов выделения зашумленной временной координаты эхо-импульса, отраженного от горячей поверхности топлива [2].

В разработанных нами алгоритмах реализован новый подход к обработке временных серий на основе синтезированных вейвлетных базисных функций, наиболее адаптированных к принимаемым эхо-