

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ КАК
БИЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА

В работе рассматривается математическая модель участка получения оксида серы (IV) в схеме производства серной кислоты методом мокрого катализа из сероводородного газа. Показано, что исследуемая модель относится к классу билинейных систем.

Общая постановка проблемы. Технологическая установка производства серной кислоты методом мокрого катализа представляет собой сложную систему, состоящую из взаимосвязанных подсистем и элементов. Исследование и решение проблем системного моделирования комплекса взаимосвязанных агрегатов технологической системы в условиях неопределенности и нечеткости исходной информации является актуальной задачей химического производства.

Подсистема получения оксида серы (IV) в схеме установки получения серной кислоты является сложным объектом, состоящим из взаимосвязанных агрегатов, на которые одновременно воздействует большое число различных параметров. К основным агрегатам рассматриваемого технологического участка относятся: печь совмещенная с котлом утилизатором, камера дожигания и смешения газа.

Эти агрегаты взаимосвязаны между собой и изменения режимных параметров одного из них приводит к изменению параметров других, что влияет на процесс. В связи с этим, для оптимизации и управления процессом окисления сероводородного газа в режиме с минимальным образованием окислов азота, предложенным в работах [1,2], необходимо иметь соответствующие качественному поведению математические модели основным характеристикам изучаемого технологического процесса. Каждая такая модель должна быть составлена на основе системного подхода, с учетом влияния технологических параметров на каждый агрегат, на промежуточные и конечные продукты, и на работу установки в целом.

Постановка задачи исследования. По своей природе процессы, протекающие в рассматриваемых агрегатах, описываются нелинейными моделями. Поскольку при составлении уравнений динамики (массовый и тепловой баланс) расход какого-либо вещества, являющийся управляющей переменной, умножается на переменную состояния, обычно являющейся температурой или концентрацией потока, то такие типы моделей принято называть билинейными [3]. Билинейные системы достаточно достоверно моделируют реальные процессы и в большинстве случаев дают лучшую адекватность реальному процессу, чем линейные модели. Эти системы, будучи нелинейными, при решении многих вопросов допускают полное аналитическое исследование и, следовательно, позволяют получать результаты достаточно общего характера.

Существуют различные типы билинейных систем, такие как: линейно-квадратичные, билинейно-квадратичные, однородные билинейные и др. [3]. В целом подсистема окисления сероводородного газа является многомерной билинейной системой и описывается уравнением состояния следующего вида

$$\dot{\bar{x}}(t) = \left(A + \sum_{i=1}^n u_i(t) B_i \right) \bar{x}(t),$$

где A – матрица динамики объекта ($A \in R^{n \times n}$); B_i – матрица управления ($B \in R^n$); $\bar{x}(t)$ – переменные состояния ($\bar{x}(t) \in R^n$) и $u_i(t)$ – управляющая переменная ($u(t) \in R^n$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сергеев А.П. К вопросу об окислах азота в серной кислоте, получаемой методом мокрого катализа// Кокс и химия. – 1957. - №7. – С. 41-43.
2. Вессельман С.Г., Беллин Ф.Т., Мелихов В.Г. и др. Условия минимального образования окислов азота при сжигании сероводородного газа// Кокс и химия. – 1970. - №11. – С. 42-45.
3. D.L. Elliott Bilinear Control Systems. Applied Mathematical Sciences 169, Springer Science+Business Media B.V. 2009.