

УДК 517.9

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ КРИТИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ОДНОЙ РЕАКЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Фирстова Н. М., Щепаккина Е. А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Исследование природы возникновения и закономерностей колебаний в динамических системах традиционно представляет интерес. При этом особое внимание уделяется изучению автоколебательных режимов, которые, как правило, являются неблагоприятными для функционирования технических систем. В связи с этим их необходимо уметь предсказывать и подавлять. С другой стороны, появляется ряд современных технологий как в химической промышленности, так и в энергетике, требующих создания в реакторах существенно неравновесных режимов, в том числе и осцилляционных, что, наоборот, вызывает необходимость генерировать и контролировать автоколебательные режимы. В данной работе исследовано несколько видов колебаний: релаксационные, малые (когда устойчивый предельный цикл мал), критические (циклы-утки), установлены основные параметры, при которых наблюдаются эти колебания, изучено поведение системы в каждом из случаев.

Представленная работа описывает исследование модели электрохимического реактора методом интегральных многообразий и численными методами. Изучено поведение решений системы в зависимости от значений параметров, рассмотрена возможность бифуркации Андронова-Хопфа [1], явления «уточного взрыва» [2] и построена бифуркационная диаграмма.

Математическая модель электрохимического реактора в безразмерном виде представляет собой сингулярно возмущённую систему дифференциальных уравнений [3]. Исследование модели было проведено с помощью методов геометрической теории сингулярных возмущений [4].

Получено асимптотическое представление траектории-утки, моделирующей критический режим [5] и критическое значение управляющего параметра.

На основе полученного разложения управляющего параметра, а также зависимости типа особой точки от параметра γ , был разработан и реализован параллельный алгоритм определения условий существования траекторий-уток в системе, позволяющий с заданной точностью определить множество возможных значений в пространстве параметров, при которых в системе можно наблюдать режимы, моделируемые траекториями-утками. Данный алгоритм позволяет в разы ускорить нахождение значений параметров.

Результаты аналитического и численного решения модели хорошо согласуются. Результаты, полученные в работе, имеют практическое значение, так как могут быть использованы для определения динамики процесса в физической системе при заданных начальных условиях. Найденные критические условия позволяют обеспечить безопасность протекания моделируемого процесса путём изменения значения управляющего параметра.

Результаты работы получены в рамках выполнения гранта РФФИ 14-01-97018_p.

Библиографический список

1. Марсен Дж., Мак-Кракен М. Бифуркация рождения цикла и ее приложения. – М.: Мир, 1980. – 368 с.

2. Арнольд В. И., Афраимович В. С., Ильяшенко Ю. С., Шильников Л. П. Теория бифуркаций. – М.: ВИНТИ, 1968. – 218 с.

3. Berthier, F., Diard, J.-P., Nugues, S. On the nature of the spontaneous oscillations observed for the Koper-Sluyters electrocatalytic reaction. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 1997. Vol. 436. No. 1. Pp. 35-42.

4. Соболев В. А., Щепкина Е. А. Редукция моделей и критические явления в макрокинетике. – М.: Физматлит, 2010. – 319 с.

5. Фирстова Н. М. Исследование критических явлений в модели электрохимического реактора // Вестник СамГУ – Естественнонаучная серия. – 2013. – № 9/2(110). – Самара: Издательство «Самарский университет», 2013. – С. 210-226.