

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОДНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА

Н.М. Фирстова

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

Работа посвящена изучению электрокаталитического механизма реакции, лежащей в основе работы электрохимического реактора. Показано, что самоколеблющаяся электрокаталитическая реакция может допускать два типа колебаний: гармонические колебания с малой амплитудой и релаксационные колебания с большой амплитудой. Существование таких колебаний и их форма зависят от условий реакции.

Ключевые слова: сингулярно возмущенная система, фазовый портрет, траектории-утки, релаксационные колебания.

Электрохимический реактор [1–4], в отличие от своего ближайшего аналога — диафрагменного электролизера, имеет гораздо больше технологических и технических степеней свободы и предназначен для электрохимического преобразования самых разнообразных жидкостей, т. е. не только воды или водных растворов электролитов в широком диапазоне концентраций — от нуля до насыщенных растворов, но и таких, например, как молоко, растительные и минеральные масла, растворы углеводов, аммиака, спиртов, ПАВ, органических и неорганических удобрений, гербицидов, пестицидов и многих других. В проточном электрохимическом модульном реакторе оптимальным образом, с учетом всего многообразия процессов перемещения и одновременного электрохимического превращения различных по природе и химическому составу жидкостей и газов, сочетаются физико-химические, электрические и механические свойства различных конструктивных и вспомогательных материалов с геометрическими размерами и конфигурацией электродов, электродных камер, всего межэлектродного, внутриэлектродного и внутридиафрагменного пространства. Оптимальное сочетание всех указанных параметров и факторов должно соблюдаться практически для каждого поперечного сечения электродных камер, поскольку интенсивность и скорость энерго- и массопереноса в реакторе значительно изменяются вдоль главного направления движения межэлектродной среды пропорционально плотности тока, скорости потоков и сильно зависят от химического состава и концентрации исходных веществ, а также продуктов электрохимических реакций в каждом микрообъеме межэлектродного пространства, включая диафрагму.

Область применения электрохимически активированных растворов достаточно широка и включает в себя медицину, нефтехимическую промышленность, ветеринарию, производство напитков, очищение питьевой воды.

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 такие режимы. С другой стороны, появляется ряд современных технологий, как в химической промышленности, так и в энергетике, требующих создания в реакторах суще-

ственно 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) [5], установлены основные параметры, при которых наблюдаются эти колебания, изучено поведение системы в каждом из случаев.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 14-01-97018_р.

Литература

1. Berthier, F. On the nature of the spontaneous oscillations observed for the Koper-Sluyters electrocatalytic reaction. / Berthier, F., Diard, J.-P., Nugues, S. // Journal of Electroanalytical Chemistry Vol. 436. No. 1. 1997, 35-42
2. Кошев А.Н. Краевые условия для дифференциальных уравнений, описывающих электрохимические процессы в реакторах с проточными трехмерными электродами / Кошев А.Н., Варенцов В.К., Чиркина М.А., Камбург В.Г. // Математическое моделирование, 2014, — Т.26, №2, — С. 11-23.
3. Кошев А.Н. Математическое моделирование и теория распределения поляризации в электрохимических реакторах с проточными объемно-пористыми катодами / Кошев А.Н., Варенцов В.К., Чиркина М.А., Камбург В.Г. // Математическое моделирование, 2011, — Т.23, №8, — С. 110-126.
4. Петренко О.Е. Неустойчивость и осцилляции в модели электрокаталитического восстановления с учетом внешнего сопротивления цепи (квазипотенциостатический контроль) / Петренко О.Е., Нечипорук В.В., Бабюк Д.П. // Электрохимия, 1998, — Т.34, №6 — С.619-626
5. Фирстова, Н.М. Исследование критических явлений в модели электрохимического реактора / Н.М. Фирстова // Вестник СамГУ — Естественнонаучная серия. 2013. № 9/2(110). – Самара: Издательство «Самарский университет», 2013. – С. 210-226.