

# САМООРГАНИЗАЦИЯ ГЕЛЕВЫХ ОКСИГИДРАТНЫХ СИСТЕМ ЦИРКОНИЯ, ПРЕДСТАВЛЕННАЯ В ОТОБРАЖЕНИЯХ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ВОЗВРАЩЕНИЯ

*А.М. Кострюкова, Ю.И. Сухарев*

Полимерные гели оксигидратов тяжелых металлов находятся в жидкокристаллическом состоянии. Жидкокристаллическая система проходит через одну или более мезофаз до перехода в изотропную жидкость в результате изменения температуры. Ранее было обнаружено явления самопроизвольного возникновения электротока в гелевых системах оксигидрата циркония. Представляет интерес исследовать процессы самоорганизации, протекающие в гелях оксигидрата циркония, при изменении температуры. По экспериментальным зависимостям тока самоорганизации от времени построены отображения выплеска тока первого и второго возвращения, анализ которых свидетельствует о переходе оксигидратной системы из хаотического состояния в более структурированное в области температур 283 К и 284 К, которая, вероятно, является точкой термотропного перехода.

## Введение

Полимерные гели оксигидратов тяжелых металлов находятся в жидкокристаллическом состоянии. Жидкокристаллическая система проходит через одну или более мезофаз до перехода в изотропную жидкость в результате изменения температуры.

Ранее было обнаружено и дано теоретическое объяснение явления самопроизвольного возникновения электрического тока в гелевых системах оксигидратов циркония [1, 2]. Представляет особый интерес исследовать процессы самоорганизации, протекающие в гелях оксигидрата циркония, при изменении температуры.

Оксигидратные системы можно рассматривать в первом приближении как системы динамические. Исследование свойств динамической системы удобно проводить, используя понятие фазового пространства, которое дает достаточно полное представление о виде траектории токовых выплесков.

## 1. Экспериментальная часть

В работе исследовали свежеприготовленные гели оксигидрата циркония. Гелеобразные оксигидраты синтезировали добавлением 10 %-ного раствора аммиака к раствору оксихлорида циркония при определенных температурах (283 К, 284 К и 286 К). В процессе синтеза контролировали значение рН раствора и доводили его до заданных значений. Измерения проводились при рН=7,0; рН=8,0; рН=9,0.

Далее гель помещали в трубчатую ячейку диаметром 0,8 см с платиновыми электродами, которую подключали к электронной системе регистрации тока [1]. Межэлектродное расстояние составляло 5,0 и 7,0 см. Выходной сопротивление электронной системы приближалось к нулю, т.е. гелевая ячейка замыкалась накоротко, и замерялся пульсирующий поляризационный электроток, возникающий в ячейке. Эксперимент проводили в течение 6 часов. Ячейку с гелем термостатировали при температурах 283 К, 284 К и 286 К.

Экспериментальные данные (значения тока) были обработаны в MATLAB 6.1 с помощью специально написанной математической программы. Работа программы заключается в том, что вначале строятся отображения первого возвращения в координатах  $A_{i+1}=f(A_i)$ . Затем вычисляется разность  $A_{i+1}-A_i$  и строятся отображения второго возвращения в координатах  $A_{i+2}-A_{i+1}=f(A_{i+1}-A_i)$ .

## 2. Экспериментальные кривые тока самоорганизации гелевых оксигидратных систем циркония как отражение температуры

Кинетические кривые возникновения электротока самоорганизации в гелях оксигидрата циркония представлены на рис. 1–4.

Таким образом, аттракторы гелей оксигидрата циркония, синтезированных вблизи температуры термотропного перехода (283 К и 284 К) обладают большим разнообразием и формируют шпуровые аттракторы и аттракторы типа Лози с большим перемешиванием, то есть странные аттракторы с высокой степенью хаоса. Подобное разнообразие предполагает хаотичность процессов, протекающих в гелях, синтезированных при температурах 283 К и 284 К.

Аттракторы гелей оксигидрата циркония, синтезированных при температуре 286 К, формируют шпуровые аттракторы, образованные простыми фигурами типа тента, что и говорит о жидкокристалличности данных гелей.

### **Заключение**

Для гелей оксигидрата циркония, полученных при температурах 283 К и 284 К, характерно разнообразие возможных процессов, протекающих в данных гелевых системах. Подобное разнообразие предполагает хаотичность оксигидратных систем.

В гелях оксигидрата циркония, синтезированных при температуре 286 К, выявлена большая структурированность.

Для гелей оксигидрата циркония, полученных при температурах 283 К и 284 К, характерно наибольшее разнообразие различных типов аттракторов, что говорит о хаотичности оксигидратных систем, синтезированных при данных температурах.

Аттракторы гелей оксигидрата циркония, синтезированных при температуре 286 К, формируют шпуровые аттракторы, образованные простыми фигурами типа тента, что предполагает жидкокристалличность данных гелей.

Подобный переход одного состояния оксигидратной системы в другое свидетельствует о том, что в области температур 283 К и 284 К находится точка термотропного перехода.

### **Литература**

1. Сухарев Ю.И., Сухарева И.Ю., Кострюкова А.М. Электропроводность самоорганизации оксигидратных гелей// Изв. Челябинского науч. центра УрО РАН. – 2004. – № 3. – С. 81–85. ([www.csc.ac.ru/news](http://www.csc.ac.ru/news)).
2. Марков Б.А., Сухарев Ю.И., Сухарева И.Ю. Самоорганизация геля в потенциале Леннарда–Джонса// Изв. Челябинского науч. центра УрО РАН. – 2004. – № 3. – С. 86–90. ([www.csc.ac.ru/news](http://www.csc.ac.ru/news)).
3. Самоорганизационное формирование гелевой мембраны оксигидрата циркония в условиях самопроизвольного пульсационного электротока// Изв. Челябинского науч. центра УрО РАН. – 2005. – № 3 (готовится к печати) ([www.csc.ac.ru/news](http://www.csc.ac.ru/news)).
4. Bezruchko V.P., Kuznetsov S.P., Seleznev Y. P. Experimental observation of dynamics near the torus-doubling terminal critical point // Physical review. – 2000. – V. 62. – № 6. – P. 7828–7829.
5. Анищенко В.С. Знакомство нелинейной динамикой: лекции соровского профессора: Учебн. пособие. – М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002. – 232 с.
6. Берже П., Помо И., Видал К. Порядок в хаосе. О детерминистском подходе к турбулентности/ Пер. с франц. – М.: Мир, 1991. – 368 с.

*Поступила в редакцию 9 августа 2005 г.*