

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Тверской государственный университет  
Новгородский государственный университет  
имени Ярослава Мудрого  
Донецкий национальный технический университет  
Донецкий национальный университет



**Восьмая Международная научная конференция  
“ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И КИНЕТИКА”**

*Сборник научных трудов*

*г.Тверь, 28 мая – 1 июня 2018 г.*

УДК 544.3(082)+544.4(082)  
ББК Г542я431+Г531я431  
Х46

**VIII Международная научная конференция  
«Химическая термодинамика и кинетика»  
проводится при финансовой поддержке  
Минобрнауки РФ в рамках проектной части  
госзадания (проект № 3.3572.2017/ПЧ)**

X46 **VIII Международная научная конференция «Химическая термодинамика и кинетика»: Сборник научных трудов /под ред. Орлова Ю.Д. – Тверь, Тверской государственный университет, 2018. – 453 с.**  
ISBN 978-5-7609-1354-8

Сборник содержит материалы докладов, включенных в программу Восьмой Международной научной конференции «Химическая термодинамика и кинетика», проходившей с 28 мая по 1 июня 2018 г. в г. Тверь на базе Тверского государственного университета.

Тематика докладов:

- термодинамические свойства индивидуальных веществ в различных фазовых состояниях, термодинамические свойства (равновесные и неравновесные) растворов, в том числе твердых, сегнетоэлектрических и полупроводниковых кристаллов и керамик, магнитных материалов (теплоты сгорания, теплоты образования, энтропия, теплоемкость, теплоты фазовых переходов, термодинамические характеристики смешения, фазовые диаграммы);
- кинетика химических процессов, катализ, физико-химические превращения композиционных материалов, влияние внешних факторов, изменение функциональных свойств в кинетических процессах;
- расчетное прогнозирование термодинамических и кинетических свойств индивидуальных веществ и композиционных материалов, квантово-химические расчеты, статистическая термодинамика, молекулярная динамика, многомасштабное компьютерное моделирование;
- особенности термодинамического и кинетического описания наноразмерных систем и процессов в них.

УДК 544.3(082)+544.4(082)  
ББК Г542я431+Г531я431

ISBN 978-5-7609-1354-8

© Тверской государственный университет, 2018

# КИНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ L-ЦИСТЕИНА, НИТРАТА СЕРЕБРА И ГАЛОГЕНИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

*Лагусева В.С., Филяровская М.Н., Пахомов П.М., Хижняк С.Д.,  
Вишневецкий Д.В.*

Тверской государственный университет, Тверь, Россия  
*E-mail: laguseva-vera@yandex.ru*

Изучение процессов гелеобразования в супрамолекулярных гидрогелях на основе низкомолекулярных соединений (аминокислоты и их производные) представляет научный и практический интерес. Низкоконцентрированные гидрогели на основе L-цистеина (L-Cys), нитрата серебра и галогенидов различных металлов проявляющие антимикробную и цитотоксическую активность, находят применение в различных областях. Обнаружено, что гидрогель на основе аминокислоты L-Cys, нитрата серебра и хлорида натрия можно получить в результате одновременного смешивания всех исходных компонентов [1]. Целью работы является исследование кинетики гелеобразования в трехкомпонентных системах на основе L-Cys и нитрата серебра, в которых в качестве инициатора гелеобразования использовали галогениды щелочных металлов. Гидрогели в работе были получены по следующей схеме: к водному раствору L-Cys приливали рассчитанное количество раствора галогенида щелочных металлов (хлорид или бромид натрия), а затем раствор нитрата серебра. Смесь энергично перемешивали и оставляли без доступа света для формирования пространственной геле-сетки. Молярное соотношение исходных компонентов  $Ag^+/Cys$  варьировали в интервале 1,33 – 2,00, концентрация L-цистеина в образцах составляла 1,5 или 3,0 мМ, содержание электролита изменяли в пределах от 0,25 до 1,5 мМ.

Прочность гелей оценивалась по пятибальной шкале [2] по характеру деформации столбика геля в пробирке при её переворачивании на 180 градусов (рисунок). При варьировании концентрации исходных компонентов зависимость прочности геля от изменяемого параметра имеет куполообразный вид. Это позволило определить оптимальный состав системы с максимальной прочностью и устойчивостью во времени. Следует отметить, что в гидрогелях с хлорид-анионом гель формируется в течение часа, а в системах с бромидом натрия – только на следующий день.

Помимо прочности, важной характеристикой гидрогелей является их стабильность во времени. Необходимо, чтобы гель-система в течение длительного времени (14 дней и более) была прозрачна, однородна,

обладала тиксотропными свойствами – способностью многократно восстанавливать свою структуру после механической деструкции.



Рисунок. Фотография образцов гелей с различным содержанием бромида натрия:  $C_{NaBr} = 0,25-1,5$  мМ;  $C_{AgNO_3} = 6,0$  мМ;  $C_{L-cys} = 3,0$  мМ, время выдержки образцов - 30 дней

На примере образцов, представленных на рисунке, очевидно, что увеличение концентрации бромида натрия приводит к ускорению процессов деструкции в гель-образцах, о чем свидетельствует усиление окраски.

Вискозиметрические измерения образцов с различным содержанием галогенидов и ионов серебра обнаружили существенные различия в структурированности образцов. Кинетику формирования пространственной гель-сетки в L-Cys–AgNO<sub>3</sub> образцах исследовали также с помощью методов УФ спектроскопии и динамического светорассеяния (ДСР).

Данные ДСР показали, что радиус агрегатов, формирующихся в системе, зависит от времени выдержки образца и концентрации исходных компонентов. Распределения частиц по размерам для каждой из изучаемых систем отличается большой изменчивостью. Вероятно, этот факт отражает неравновесный характер системы, способной пребывать в разных структурных состояниях. В электронных спектрах образцов с хлорид и бромид ионами также наблюдаются существенные различия, которые можно объяснить особенностями супрамолекулярных цепочек, состоящих из молекул меркаптида серебра и галоген-анионов.

1. Овчинников М.М., Лагусева В.С., Хижняк С.Д., Пахомов П.М. // Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2017. №4. С. 135-145.

2. Soft Matter. 2017. V.30. N13 .P.5168-5184. DOI: 10.1039/C7SM00772H.

*Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности (Проект №4.5508.2017/БЧ).*