**Стабильность ионогелей на основе диоксида кремния при контакте с водой**

***Бадулина А.О.1,2, Котцов С.Ю.1,2***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*1Факультет наук о материалах МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
химический факультет, Москва, Россия*

*2Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Москва, Россия*

*E-mail: badulinaalexandra@yandex.ru*

Ионогели – композитные материалы, состоящие из ионной жидкости (ИЖ), иммобилизованной в твердой матрице – являются перспективными материалами для использования в экстракции, в составе электрохимических устройств и т.д [1]. Их практическое применение обычно связано с наличием в окружающей среде воды (в виде непосредственно водной фазы или влаги в воздухе), но вопрос возможности вымывания дорогой и часто токсичной ИЖ из ионогелей ранее не был изучен [2].

Целью работы стала разработка методов анализа стабильности ионогелей при контакте с водной средой и принципов дизайна ионогелей на основе диоксида кремния для минимизации вымывания ИЖ из их матрицы. Степень вымывания ИЖ из ионогеля была определена путем непрерывного измерения электропроводности водной фазы, в которой выдерживали ионогели. Данная методика анализа была валидирована количественной ЯМР-спектроскопией. Методика синтеза ионогелей, дающая наименьшую степень вымывания ИЖ в водную фазу, была определена экспериментально путем анализа ионогелей, полученных пропиткой порошка и монолита аэрогелей SiO2, а также золь-гель синтезом ионогеля в присутствии ИЖ. Варьирование степени гидрофобности ионогелей проводили путем использования золя SiO2, полученного согидролизом гидрофильного тетраметоксисилана (TMOS) и гидрофобного метилтриметоксисилана (MTMS) в различных соотношениях. Также были взяты стандартные ионные жидкости на основе 1-бутил-3-метил-имидазолия [BMIM] с гидрофильным ([DCA]) и гидрофобным ([TFSI]) анионами и ИЖ на основе [TFSI] аниона и катионами 1-этил-3-метилимидазолия ([ЕMIM]) и 1-октил-3-метилимидазолия ([OMIM]).

Было установлено, что наименьшую степень вымывания ИЖ из ионогеля демонстрирует образец, полученный золь-гель синтезом в присутствии ИЖ. Среди образцов, полученных таким методом, наименьшую степень вымывания ИЖ из матрицы (47,5 % – 72,8 %) показали образцы на основе ИЖ с [TFSI]-анионом, среди которых максимальное удержание ИЖ (52,5 %) в матрице показал образец с матрицей, содержащей 50 % MTMS. Было установлено, что образцы с данным составом матрицы показывают еще меньшую степень вымывания ИЖ в водную фазу (14 %) при использовании [ОMIM] [TFSI].

Таким образом, впервые была разработана методика количественного определения степени вымывания ИЖ из ионогелей путем непрерывной кондуктометрии водной фазы, в которой выдерживали ионогели. Для уменьшения вымывания ИЖ из ионогеля в водную среду необходима оптимизация состава образцов, путем использования ИЖ с гидрофобным анионом. Также, при использовании ИЖ, катион которой содержит длинную углеводородгую цепочку, присоединенную к имидазолиевому кольцу, возможно значительно снизить потери ИЖ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 23-73-00028*

**Литература**

1. Andrzejewska E., Marcinkowska A., Zgrzeba A. Ionogels - materials containing immobilized ionic liquids // Polimery/Polymers. 2017. Vol. 62, № 5.

2. Horowitz A.I., Wang Y., Panzer M.J. Reclamation and reuse of ionic liquids from silica-based ionogels using spontaneous water-driven separation // Green Chem. 2013. Vol. 15, № 12.