**Синтез и свойства редокс-активных микрогелей на основе поли-N-изопропилакриламида**

***Жванская Е.С.1, Николенко А.Д.2, Кожунова Е.Ю.1,3***

*Студент, 3 курс специалитета*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*физический факультет, Москва, Россия*

*2Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*факультет фундаментальной физико-химической инженерии, Москва, Россия*

*3Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail:* [*zhvanskaia.es20@physics.msu.ru*](mailto:zhvanskaia.es20@physics.msu.ru)

Полимерным гелям свойственна восприимчивость и способность набухать в растворителе. Благодаря этим свойствам существует множество областей применения гелей. Большой практический интерес представляют микрогели, сочетающие в себе свойства макромолекул, коллоидов и поверхностно-активных веществ [1]. Мы исследуем возможность применения микролегей в проточных аккумуляторах, преимуществами которых служат быстрое переключение между режимами зарядки и разрядки, независимость мощности и ёмкости, масштабируемость и большой срок службы по сравнению с существующими аккумуляторами [2]. Достоинствами проточных аккумуляторов на основе водного коллоида микрогелей являются экологичность, дешевизна, возможности для «настройки», низкая вязкость электролита, безопасность. В данной работе рассматриваются микрогели-окислители, которые могут играть роль католита.

В качестве редокс-активного компонента микрогелей взят стабильный радикал 2,2,6,6-тетраметилпиперидин-1-оксил (ТЕМПО) в двух модификациях в зависимости от химического состава микрогеля. Синтезированы микрогели на основе взаимопроникающих сеток (ВПС) термочувствительного поли-N-изопропилакриламида (ПНИПА) и pH-чувствительной полиакриловой кислоты, к которой при последующей модификации присоединён 4-амино-ТЕМПО. Также синтезированы микрогели путём сополимеризации НИПА и N-(3-аминопропил)метакриламида гидрохлорида (АПМА), к которому пришит 4-(3-карбоксипропанамидо)-ТЕМПО («янтарный» ТЕМПО).

Гидродинамические радиусы микрогелей определялись методом динамического светорассеяния. С одной стороны, образцы с АПМА меньше, чем ВПС-микрогели с полиакриловой кислотой, что уменьшает вязкость коллоидной системы и облегчает прокачку электролита. С другой стороны, ВПС-микрогель несёт большее число ТЕМПО-групп в силу способа синтеза, то есть имеет большую редокс-активность, чем сополимерный микрогель. Так, у обоих образцов есть свои преимущества в контексте проточных аккумуляторов.

Исследовано поведение микрогелей при различных концентрациях солей, которые используются как фоновый электролит, и выявлено максимально возможное эффективное значение, при котором микрогели не агрегируют, сохраняя стабильность коллоида.

Проведены измерения в трёхэлектродной ячейке, которые показывают способность обратимо окисляться. Электрохимическая активность образцов подтверждает успешность пришивки ТЕМПО-групп и делает возможным использование микрогелей таких составов для проточных аккумуляторов.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 22-13-00115.*

**Литература**

1. Plamper, F. A.; Richtering, W. Functional Microgels and Microgel Systems // Acc. Chem. Res. 2017, 50 (2), 131−140.

2. Jan Winsberg, Tino Hagemann, Tobias Janoschka, Martin D. Hager, and Ulrich S. Schubert. Redox-Flow Batteries: From Metals to Organic Redox-Active Materials // Angewandte Chemie, 2016, Vol. 55, Issue 7.