**Физико-химическая характеризация растворов ионной жидкости на основе ферроцена в ацетонитриле**

***Кожаткин И.Д., Архипова Е.А., Иванов А.С., Левин М.М.***

*Студент, 3 курс специалитета*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,   
химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: ivankozhatkin@mail.ru*

В настоящее время стремительно возрастает спрос на устройства хранения и преобразования энергии, такие как суперконденсаторы, металл-ионные батареи и проточные батареи, характеризующихся высокой энергоэффективностью и безопасностью. Благодаря своим уникальным свойствам, таким как высокая электропроводность, электрохимическая и термическая устойчивость, низкое давление насыщенных паров, а также широкому значению электрохимического окна, ионные жидкости (ИЖ) являются перспективными для использования в различных устройствах хранения электроэнергии в качестве электролитных систем. Возможность варьирования структуры ИЖ и их комбинаций с растворителями позволяет оптимизировать составы электролитов под заданные требования. При этом модификация ИЖ редокс-активными компонентами рассматривается как перспективный подход, направленный на увеличение ёмкостных характеристик электрохимического устройства за счёт окислительно-восстановительных реакций, в частности, обратимого перехода Fe(II)/Fe(III) в ферроценсодержащем заместителе.

В данной работе изучены электрохимические свойства электролитных систем на основе ионной жидкости бис-(трифторметилсульфонил)имида N-метил-N-(ферроценилметил)пиперидиния. Значения удельной электропроводности получены с использованием четырёхэлектродной ячейки Cond Sensor InLab 710 (Mettler Toledo), снабжённой термопарой, в интервале температур 298.15 – 348.15 К. На основе данных о температурной зависимости электропроводности при помощи уравнений Аррениуса и Вогеля-Фулчера-Таммана (ВФТ) [1] рассчитаны энергии активации электропроводности. Установлено, что значения энергии активации растут от 6.0 ± 0.1 до 25.7 ± 1.3 кДж/моль (уравнение Аррениуса) и от 3.2 ± 0.4 до 4.8 ± 0.4 кДж/моль (уравнение ВФТ) с увеличением мольной доли ИЖ в ацетонитриле с 0.1 мол. % до 40.1 мол. %. Более высокие значения энергии активации, рассчитанные с использованием модели на основе уравнения Аррениуса, обусловлены различием механизмов электропроводности, лежащих в основе двух подходов. В частности, модель Аррениуса не учитывает наличие сильных кулоновских или Ван-дер-Ваальсовых взаимодействий. Концентрационные зависимости электропроводности растворов ИЖ изучены с применением уравнения Кастила-Амиса [2]. Установлено, что зависимость удельной электропроводности от мольной доли ИЖ характеризуется наличием максимума. Наибольшее значение электропроводности составило 38.1 ± 0.6 мСм/см при 348.15 К, что соответствовало содержанию ИЖ 6.8 ± 0.2 мол. %. При помощи вибрационного денсиметра DA-640 также исследованы температурные зависимости плотности растворов ИЖ в ацетонитриле, рассчитаны коэффициенты теплового изобарического расширения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 24-23-00165).

**Литература**

1. Arkhipova E.A., Ivanov A.S., Levin M.M., Maslakov K.I., Kupreenko S.Y., Savilov S.V. Study of tetraalkylammonium salts in acetonitrile solutions: Transport properties, density, thermal expansion and phase transitions // Journal of Molecular Liquids. 2022. V. 367. P. 120536.

2. Casteel J.F., Amis E.S. Specific Conductance of Concentrated Solutions of Magnesium Salts in Water-Ethanol System. // J Chem Eng Data. 1972. V. 17, № 1. P. 55–59.