

Е.П. Гришина, д-р техн. наук  
Н.О. Кудрякова, канд. техн. наук,  
Л.М. Раменская, канд. хим. наук  
ИХР РАН, Иваново, РФ

## БИС(ТРИФТОРМЕТИЛСУЛЬФОНИЛ)ИМИДНЫЕ ИОННЫЕ ЖИДКОСТИ КАК ЭЛЕКТРОЛИТЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Ионные жидкости (ИЖ) – соли с крупным асимметричным органическим катионом и крупным органическим или неорганическим анионом, находящиеся в расплавленном состоянии при температуре  $<100^{\circ}\text{C}$ , имеют реальную перспективу применения в качестве электролитов или компонентов электролитов в различных электрохимических устройствах накопления и преобразования электрической энергии – электрохимических конденсаторах, литий-ионных батареях, фотогальванических элементах и др. В основе повышенного интереса к этим объектам лежит уникальная совокупность их физико-химических свойств, а именно: высокие ионная проводимость, термическая, химическая и электрохимическая устойчивость, а также пренебрежимо низкое давление паров, что позволяет применять ИЖ в высокотемпературных устройствах.

Однако зачастую при описании физико-химических свойств ИЖ не учитывают такой фактор, как коррозионная активность этих соединений, что имеет существенное значение для длительного сохранения функциональных свойств изделий. В наших работах при изучении коррозионной активности солей 1-бутил-3-метилимидазолия с различными анионами было показано, что наименьшие коррозионные разрушения алюминия как при длительных (комнатная температура, в течение года), так и при краткосрочных ( $85^{\circ}\text{C}$ , 6 ч) коррозионных испытаниях происходят в ИЖ с бис(трифторметилсульфонил)имид-анионом (рис.1) [1-3].

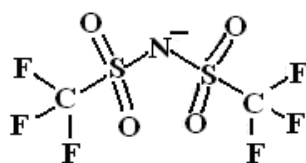
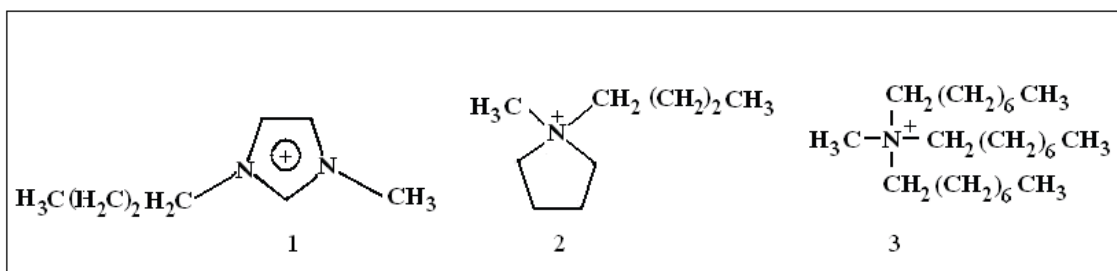


Рисунок 1 – Структура бис(трифторметилсульфонил)имид-аниона

В данной работе получены сопоставительные данные по влиянию структуры катиона на транспортные свойства бис(трифторметилсульфонил)имидных ИЖ с катионами 1-бутил-3-метилимидазолия [BuMeIm][Tf<sub>2</sub>N], 1-бутил-1-метилпирролидиния [BuMePyr][Tf<sub>2</sub>N] и метилтриоктиламмония [MeOc<sub>3</sub>Am][Tf<sub>2</sub>N] – удельную электропроводность и вязкость. Структурные формулы катионов приведены на рис.2.



**Рисунок 2 – Структурные формулы катионов [BuMeIm]<sup>+</sup> (1), [BuMePyr]<sup>+</sup> (2) и [MeOc<sub>3</sub>Am]<sup>+</sup> (3)**

Измерены температурные зависимости вязкости (в диапазоне 10-80°C) и удельной электропроводности (в диапазоне от -40 до 150°C). В области температур выше комнатной эти зависимости подчиняются уравнению Аррениуса, на основании чего рассчитаны значения энергии активации проводимости и вязкости. При расширении температурного диапазона исследований в сторону более низких температур наблюдается отклонение от линейности, и указанные зависимости могут быть корректно описаны уравнением Вогеля–Фулчера–Таммана (VFT). К исследуемым электролитам применимо дробное правило Вальдена, на основании которого определена «степень ионности» ионных жидкостей.

Проведенные исследования показали, что ионная проводимость, вязкость и «степень ионности» находятся в зависимости от структуры и объема катиона, и ИЖ с катионом [MeOc<sub>3</sub>Am]<sup>+</sup>, имеющим наибольший объем и разветвленную трехцепную структуру, препятствующую образованию водородных связей, в области положительных температур находится в полностью диссоциированном состоянии, но при этом имеет значительно меньшую электропроводность и существенно более высокую вязкость, чем ИЖ с катионами, образованными циклическими аминами.

Работа выполнена  
при поддержке Государственного задания Минобрнауки России № 01201260481.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гришина Е.П., Пименова А.М., Борзова Е.В., Кудрякова Н.О., Раменская Л.М. Коррозионная стойкость высокоемкой алюминиевой фольги в имидазольных ионных жидкостях // Известия вузов. Химия и химическая технология. 2014. Т. 57, вып. 9. с.78-82.
2. Борзова Е.В. Гришина Е.П. Пименова А.М., Кудрякова Н.О. Ионные жидкости – соли 1-бутил-3-метилимидазолия как электролиты для емкостных накопителей энергии // Известия вузов. Химия и химическая технология. 2013. Т. 56, вып. 9. с. 83-87.
3. Пименова А.М. Гришина Е.П., Борзова Е.В. Кудрякова Н.О. Влияние природы аниона на коррозию алюминиевой фольги в имидазольных ион-ных жидкостях при повышенной температуре // Известия вузов. Химия и химическая технология. 2013. Т. 56, вып.10. с. 98-103.

Стенина И.А.<sup>1</sup>, Шайдуллин Р.Р.<sup>2</sup>,  
Десятов А.В.<sup>3</sup>, Ярославцев А.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Москва,  
<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва,

<sup>3</sup>Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

## КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ТИТАНАТА ЛИТИЯ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, КАК АНОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Титанат лития  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  рассматривается как перспективный анодный материал для литий-ионных аккумуляторов в первую очередь ввиду низкой деградации при циклировании, малого изменения объема элементарной ячейки в ходе интеркаляции/деинтеркаляции ионов лития, что наряду с минимальной вероятностью формирования литиевых дендритов позволяет обеспечить долговечность и безопасность аккумулятора. С другой стороны, электронная и ионная проводимости  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  относительно невелики, что ограничивает его практическое применение, в т.ч. в системах, требующих высокой пиковой мощности. Создание композитов с проводящими материалами, в частности с углеродом, используется как один из подходов, позволяющих улучшить электрохимические свойства материалов.

Цель данной работы – получение композиционных материалов на основе титаната лития и углеродных нанотрубок (УНТ) или