

## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертации

Галимзянова Руслана Равильевича

на тему «Разработка электролитов для двойнослойных суперконденсаторов с расширенной нижней границей температурного интервала эксплуатации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 - «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»

В последние годы значительно вырос интерес к теме разработки и создания накопителей электрической энергии способных эксплуатироваться в условиях низких и экстремально низких температур. Это, в первую очередь, связано с активным освоением арктических регионов. Важнейшей задачей, требующей первоочередного решения, значится задача создания надежных систем холодного запуска дизелей и двигателей внутреннего сгорания.

Главной проблемой здесь является то, что большинство традиционных электролитов обладают относительно низким температурным интервалом, ограниченным в отрицательной области величинами порядка  $-20^{\circ}\text{C}$  или  $-30^{\circ}\text{C}$ . Снижение температуры ниже указанной границы резко повышает внутреннее сопротивление источников тока, и как следствие приводит к падению мощности. Использование низко кипящих растворителей приводит к проблеме, связанной с эксплуатацией таких накопителей при повышенных температурах. Поиск добавок, расширяющих общий температурный интервал электролита как правило приводит к снижению его электропроводности. Поэтому задача создания низкотемпературных источников тока представляет собой сложный комплекс оптимизации состава электролита привязанная к определенному типу накопителей.

Работа Галимзянова Р.Р. посвящена разработке низкотемпературного электролита для высокомоощных накопителей энергии (суперконденсаторов) позволяющих создать надежные системы холодного запуска. Такие устройства являются крайне востребованы на практике, что определяет несомненную актуальность данной работы.

**Научная новизна** диссертационной работы Галимзянова Р.Р. заключается в разработке электролита на основе двухкомпонентной системы соразтворителей, которые позволили существенно расширить температурный диапазон эксплуатации суперконденсаторов с сохранением высоких емкостных характеристик и ресурсной стабильности.

Для решения основных задач диссертационной работы автор использовал метод первичного отбора возможных соразтворителей, основанный на прямом измерении влияния добавки на температуры плавления электролита. Важнейшая часть оптимизации состава электролита проводилась методом измерения электрохимического импеданса в лабораторных ячейках, моделирующих работу промышленного суперконденсатора. Анализ спектров импеданса проводился методом разделения емкости ячейки на действительную и

мнимые составляющие, что позволило получить детальную информацию о влиянии добавок на электрохимическое поведение ячеек. Важной частью, демонстрирующей практическую направленность работы, являются испытания электролитов в составе полноразмерных суперконденсаторов, что позволяет ускорить внедрение полученных результатов в промышленность.

Полученные диссертантом результаты опубликованы в журналах из списка, рекомендованного ВАК, и представлены на научных конференциях.

К автореферату имеется ряд замечаний и пожеланий:

1. На всех рисунках, показывающих спектры электрохимического импеданса, используются произвольные координаты, в то время как диаграммы Найквиста принято показывать в прямоугольных координатах, то есть масштабы действительной и мнимой составляющих должны быть равны между собой. Здесь же необходимо добавить, что в подписях к рисункам отсутствуют информация об интервале частот и напряжении.
2. На рис.9 показано, что для температуры 60 С высокочастотное сопротивление превышает сопротивление, полученное при 25 С, а при температуре – 65 С ниже, чем сопротивление при – 60 С. Это противоречит данным зависимости электропроводности от температуры.
3. В подписи к рис. 10 отсутствует информация при какой частоте получены эти данные.

Сделанные замечания не являются принципиальными.

Диссертационная работа «Разработка электролитов для двойнослойных суперконденсаторов с расширенной нижней границей температурного интервала эксплуатации», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС». Соискатель Галимзянов Руслан Равильевич заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9. – «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»

Рычагов Алексей Юрьевич  
к.х.н., старший научный сотрудник  
ИФХЭ им. А.Н. Фрумкина РАН  
Почтовый адрес: 119071, Ленинский проспект, 31-4.  
Телефон: мобильный +7 915 215 05 69  
Электронная почта: [rychagov69@mail.ru](mailto:rychagov69@mail.ru)

24.05.2024

Подпись А.Ю. Рычагова заверяю  
Секретарь ученого совета ИФХЭ РАН  
К.х.н. Варшавская И.Г.

