

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Низамова Айдара Азатовича**

«Полимерные гель-электролиты на основе фосфорорганических полиуретановых иономеров для литиевых источников тока»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук  
по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

К настоящему времени литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) с высокой плотностью энергии и мощностью являются наиболее подходящими в качестве источников электрической энергии в портативных устройствах, электротранспорте и системах хранения энергии. Одним из основных компонентов аккумулятора, определяющего его энергоёмкость, является электролит. С целью повышения характеристик данного типа аккумуляторов вместо жидких электролитов в недавнем прошлом начали использовать полимерные электролиты. Наиболее перспективной разновидностью данных электролитов оказались полимерные гель-электролиты (ПГЭ), представляющие собой полимерную матрицу, пластифицированную органическим раствором соли лития или ионной жидкостью. В качестве матричного материала ПГЭ используются различные полимеры, многие из которых имеют универсальное назначение. Тем не менее продолжаются работы по улучшению свойств существующих и созданию новых матриц, что обусловлено необходимостью получения гель-электролитов с лучшим сочетанием ионной проводимости и механической прочности. В этом отношении представляют интерес гель-электролиты на основе полиуретанов. Поэтому актуальность диссертационного исследования не вызывает сомнения.

В соответствии с поставленной целью диссертационной работы на основе фосфорорганических полиуретановых иономеров, полученных с использованием терминированных карбоксильными группами аминоэфиров *орто*-фосфорной кислоты (АЭФК) были разработаны гель-электролиты с высокой ионной проводимостью. Особенность полученных полиуретанов состоит в их способности формировать кластерные структуры. Поэтому ключевым моментом работы явилось исследование кластеризации и формирования катион-проводящих каналов, влияя на которые путем химической модификации можно повышать ионную проводимость полиуретановых литий-ионных гель-электролитов. Для этих целей в состав АЭФК вводились карбоксилат-анионы путём взаимодействия АЭФК с фталевым и янтарным ангидридами.

Практическая значимость работы подтверждается данными испытаний полиуретановых гель-электролитов в прототипах ЛИА. Так, гель-электролит с полимерной матрицей, полученной на основе АЭФК, модифицированный янтарным ангидридом, показал свою работоспособность в течение 150 циклов заряда-разряда. При этом ёмкость

аккумулятора на последнем цикле сохранялась на уровне 82 мА·ч/г. Достигнутый результат убедительно свидетельствует о возможности применения полученного полиуретанового электролита в ЛИА.

В качестве замечания по автореферату соискателя хотелось указать на следующее.

1. Автору следовало выполнить сравнение основных характеристик полиуретановых гель-электролитов с характеристиками, известными из литературных источников.
2. Соискателю следовало бы провести изучение ионной проводимости полиуретановых иономеров после их пропитки в ионных жидкостях, так как они являются более безопасными по сравнению с растворами солей лития в органических растворителях.

Несмотря на сделанные замечания, анализ материала, представленного Низамовым Айдаром Азатовичем, позволяет сделать заключение, что автореферат соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям положением ВАК РФ о присуждении ученых степеней. Содержание работы полностью соответствует заявленной специальности. Как следует из автореферата, материалы рассматриваемой диссертации были опубликованы в 12 научных работах, в том числе 2 статьях, индексируемых в системе WoS (Q1), 2 статьях в издании, рекомендованного ВАК для размещения материалов диссертаций и 1 патент РФ. Автореферат диссертации свидетельствует, что Низамов А.А. провел актуальное научное исследование на высоком профессиональном уровне и заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

Кандидат химических наук,

Специальности:

1.4.1. – Неорганическая химия,

1.4.7. – Высокомолекулярные соединения,

Директор дирекции Полиолефины,

ООО «НИОСТ»

Группа компаний «СИБУР»

Адрес: 634067, г. Томск, Кузовлевский тракт, д. 2, стр. 270

тел.: +7 (3822) 60-69-00 \*544

e-mail: [kolosovna@niost.sibur.ru](mailto:kolosovna@niost.sibur.ru)

24.01.2023

Подпись Колосова Н.А. заверяю,  
Помощник Генерального директора  
ООО «НИОСТ»



/Колосов Николай Александрович/

/Величко Светлана Александровна/

Вход. № 05-7551  
«31» 01 2023г.  
подпись