

Правительство Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(СПбГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной  
работе СПбГУ

\_\_\_\_\_ С.В. Микушев  
« » \_\_\_\_\_ 2023 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

Разработка технологии создания покрытия (защитных слоев) для электродов литий-ионных аккумуляторов, защищающего от повреждения, возгорания и взрыва в нештатных режимах работы: этап 2

Руководитель НИР,  
профессор,  
д.х.н



Левин О.В.

Санкт-Петербург 2023

## Реферат

Научно-технический отчет 8 с., 3 рисунка, 1 источник, 0 таблиц

Ключевые слова: *электрохимия, защита от перезаряда, защита от короткого замыкания, положительный температурный коэффициент, РТС, РТС-композит.*

Целью проекта является создание химического механизма защиты, обеспечивающего размыкание цепи внутри литий-ионного аккумулятора при возникновении нештатных режимов работы. Для этого предлагается создание защитного подслоя между катодным токоотводом и активной массой. Сопротивление этого слоя должно резко возрасть при выходе потенциала катода за пределы окна допустимых значений и/или превышении пороговой температуры.

На данном этапе выполнения проекта были синтезированы мономеры для создания полимерных комплексов никеля с лигандами селенового типа.

Полученные результаты могут быть применены для создания защищенного аккумулятора с низковольтным и высоковольтными катодными материалами.

## Содержание

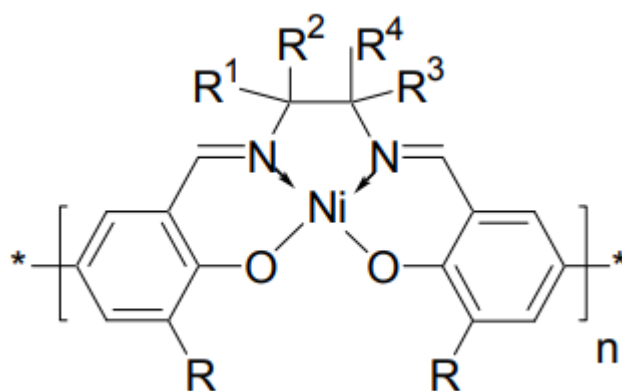
Введение .....	4
Библиотека соединений .....	6
Заключение .....	7
Список литературы .....	8

## Введение

Целью проекта является обеспечение размыкания цепи внутри литий-ионного аккумулятора при возникновении нештатных режимов работы. Для этого предлагается создание защитного подслоя между катодным токоотводом и активной массой. Сопротивление этого слоя должно резко возрасти при выходе потенциала катода за пределы окна допустимых значений и/или превышении пороговой температуры, при этом такие изменения должны быть обратимыми. Тогда при возникновении нештатного режима работы аккумулятора катодный материал станет изолированным от токоотвода и дальнейшего развития нештатной ситуации и термического разгона аккумулятора не произойдет. При ликвидации внешней причины нештатного режима работы (неисправного зарядного устройства, источника короткого замыкания и т.п.) проводимость защитного 3 подслоя восстановится, и аккумулятор будет пригоден для дальнейшего использования.

Для достижения поставленной цели проекта будут решены задачи по созданию материалов, обладающих требуемым характером зависимости проводимости от потенциала электрода и температуры, пригодные для нанесения тонких сплошных слоёв на алюминиевые подложки (токоотводы) и стабильные в условиях штатной работы ЛИА. На основании обзора литературы и данных, полученных ранее в научной группе авторов проекта, в качестве основы для таких материалов предлагается использовать полимерные комплексы никеля с лигандами селенового типа, содержащие линейные алкильные заместители в боковой цепи полимера.

Для получения оптимальных материалов требуется решить следующие задачи по синтезу различных полимеров с заместителями в бензольном кольце (Рисунок 1) или/и в этиленовом мосту, которые будут влиять не только на зависимость проводимости от потенциала, но и на ее чувствительность к повышению температуры



*Рисунок 1 – Пример строения полимерного комплекса никеля с лигандами саленового типа, где  $R - R^4 = H, CH_3, CH_3O$  и др.*

## Библиотека соединений

Мономеры для получения полимерных комплексов никеля с лигандами саленового типа синтезировались по методике, описанной в [1], из замещенного салицилового альдегида (Aldrich, США) и ацетата никеля (Вектон, Россия), см. Рисунок 2. Для этого в реактор вливали горячие спиртовые растворы исходных соединений и при кипячении перемешивали на магнитной мешалке Ulab-1500D (Ulab, Китай) в течение часа с применением обратного холодильника. После упаривания спирта и охлаждении раствора выкристаллизовывался требуемый мономер, который затем перекристаллизовывали и очищали. Выход продукта составлял от 70 до 80 % от теоретического.

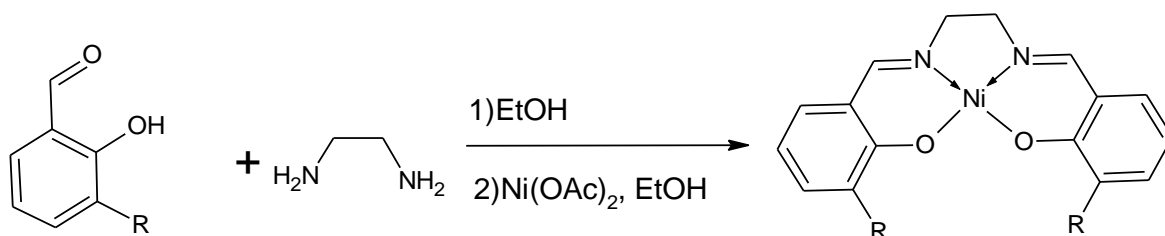


Рисунок 2 – Реакция синтеза мономера (*R* – алкильные и алкоксирадикалы)

Структурные формулы синтезированных мономеров и их краткое наименование представлены на Рисунке 3.

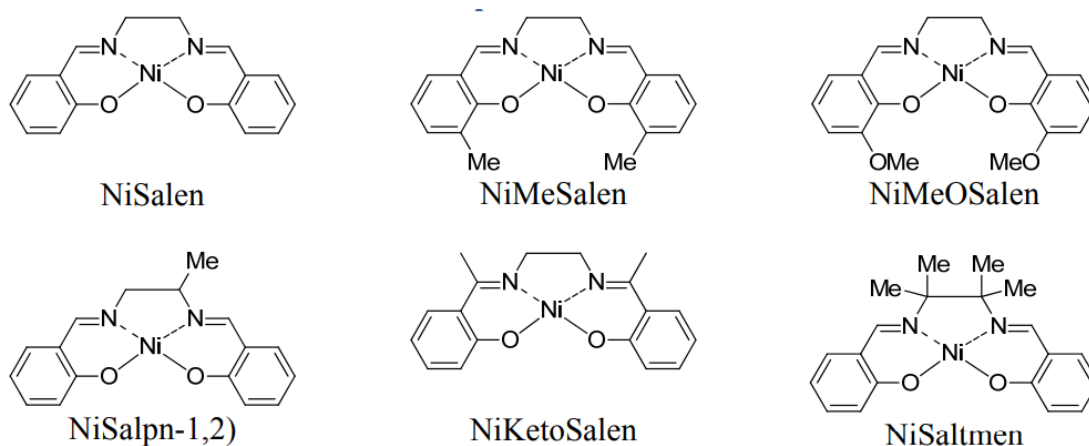


Рисунок 3 – Структурные формулы мономеров, использующихся для синтеза полимерных комплексов

## **Заключение**

Результат данного этапа проекта успешно достигнут – был синтезирован ряд полимерных комплексов никеля с лигандами саленового типа для дальнейшего тестирования в качестве защитных слоев литий-ионных аккумуляторов.

## Список литературы

1. Yankin A., Lukyanov D., Beletskii E., Bakulina O., Vlasov P., Levin O. Aryl-Aryl Coupling of Salicylic Aldehydes through Oxidative CH-activation in Nickel Salen Derivatives // ChemistrySelect. 2019. Vol. 4. P. 8886–8890.