

## МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ ТВЁРДОФАЗНЫЙ СИНТЕЗ ГИДРОКСИДА НИКЕЛЯ КАК АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА СУПЕРКОНДЕНСАТОРА

Коваленко Ксения Вадимовна (Украина, г. Днепропетровск, «Химико-экологический лицей», 9 класс), Погорелов Клим Константинович (Санкт-Петербургский исследовательский университет ИТМО, Факультет среднего профессионального образования, группа Y2131)

Руководители: Коваленко Вадим Леонидович, к.т.н., заслуженный работник образования Украины, доцент; Коток Валерий Анатольевич, к.т.н., доцент, ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

В современном мире большую роль играют источники тока, в частности суперконденсаторы. Широко используются гибридные суперконденсаторы с окисноникелевым электродом, которые применяются в электромобилях. Известно, что до 70% их стоимости составляет стоимость  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ . Разработка метода получения активного гидроксида никеля с существенно снижением расхода воды является очень актуальным. Одним из возможных решений является механохимический твердофазный синтез. Главная цель данной работы – определить возможность механохимического твёрдофазного синтеза никель гидроксида и оценить электрохимические свойства полученного гидроксида. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: 1) провести механохимическую реакцию с получением никель гидроксида путём размола в кофемолке смеси  $\text{NaOH}$  и  $\text{NiSO}_4$  (или  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ); 2) изучить электрохимические и другие свойства полученных образцов.

Работа была выполнена в исследовательской лаборатории ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет». Метод механохимического синтеза: синтез проводили в бытовой кофемолке (180 Вт) включением 5 раз по 5 с. После синтеза смесь промывалась насыщенным раствором борной кислоты в 95% этиловом спирте, отфильтровывалась. Полученный гидроксид высушивали при 90-95 °С в течении суток. Методы изучения образцов: 1) структуру и свойства изучали с помощью рентгенофазового анализа, термогравиметрии и дифференциальной сканирующей калориметрии; 2) Электрохимические свойства изучали: а) циклической вольтамперометрией; б) гальваностатическим зарядно-разрядное циклированием. Так же теоретически были рассчитаны термодинамические параметры (энтальпия и энергия Гиббса) возможных твердофазных реакций.

Основные результаты. 1) Впервые в мире показана возможность механохимического твёрдофазного синтеза как исходя из безводного сульфата никеля, так и гексагидрата сульфата никеля. Выявлено, что реакция является экзотермической и автокаталитической, для нее характерен индукционный период; 2) Методом РФА доказано образование гидроксида никеля непосредственно во время механохимического синтеза из безводного  $\text{NiSO}_4$ , а так же образование  $4\text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot \text{NiOOH}$ , придающего образцу гидроксида никеля светло-серый цвет.; 3) Показана значительная электрохимическая активность и высокие удельные емкости образцов, синтезированных твердофазным механохимическим синтезом. Выявлено, что более высокие удельные емкости характерны для синтеза из безводного  $\text{NiSO}_4$ . Максимальные удельные емкости составили 269,3 Ф/г и 119,0 мА\*час/г (при полном разряде), и 802,7 Ф/г и 82,4 мА\*час/г (при разряде до потенциала 0 В), что находится на уровне лучших мировых образцов.