

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СУПЕРКОНДЕНСАТОР НА ОСНОВЕ УГЛЕВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА БУСОФИТ

Никитина Н.В., студент гр. бТХФИ41, IV курс

Демидов С.М., студент гр. бТХФИ41, IV курс

Научные руководители: Гоффман В.Г., д.х.н., профессор

Колоколова Е.В., к.т.н., доцент

Ковынева Н.Н., к.т.н., ассистент

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»
г. Саратов

Исследования по созданию электрохимических суперконденсаторов (ЭХСК), использующих процессы перезарядки двойного электрического слоя на поляризуемых электродах с высокой удельной поверхностью, являются важным и актуальным направлением в области разработки высокоэффективных накопителей энергии. Электродные материалы для ЭХСК должны удовлетворять ряду критериев, среди которых высокая электропроводность, развитая удельная поверхность, коррозионная и термическая стойкость, низкая плотность и т.д. Большинству перечисленных требований удовлетворяют углеродные материалы, интерес к которым обусловлен многообразием аллотропных модификаций и морфологических типов, а также уникальным сочетанием химических и физических свойств: углеродные электроды хорошо поляризуются, устойчивы в широком диапазоне температур, являются химически инертными. Дополнительным преимуществом с конструкторской точки зрения обладают углеродные волокнистые материалы, не требующие добавления связующих компонентов при получении электродов [1, 2].

Для получения высокой удельной энергии используемые в ЭХСК электролиты должны иметь максимально высокое напряжение разложения и широкую стабильную область потенциалов, а также обладать устойчивостью в широкой области температур. Основными недостатками водных растворов являются низкое разрядное напряжение, узкая рабочая температурная область, высокая коррозионная активность. Неводные жидкие электролиты характеризуются меньшей электропроводностью, однако имеют ряд преимуществ перед водными растворами: широкие области рабочих температур, высокое напряжение разложения, высокую коррозионную устойчивость.

Целью настоящей работы является исследование электрохимических свойств модифицированного углеволокнистого материала бусофит, и оценка возможности его применения в качестве электродов в макетных образцах ЭХСК с неводным электролитом.

Модификация бусофита проводилась способом вакуумного напыления титана с помощью магнетронных источников и конденсации его паров на углеродную тканевую ленту на базе «Московского авиационного института

(национального исследовательского университета)» (г. Москва). Толщина пленки составляла примерно 2 мкм при диаметре нити бусофита около 6 мкм (рис. 1).

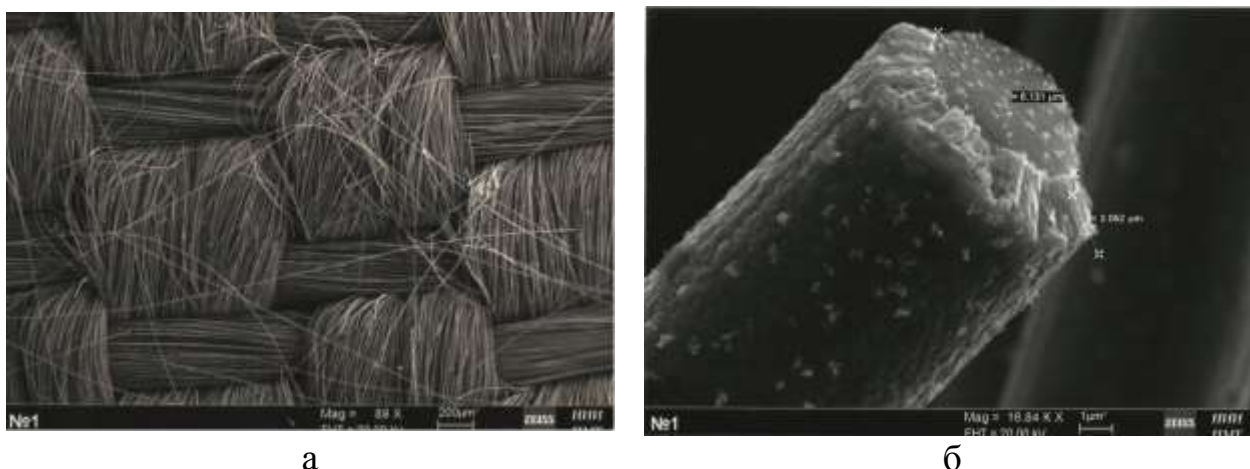


Рисунок 1. Микрофотографии исходного (а) и модифицированного (б) угле-волокнутого материала бусофит

Нанесение металлических слоев на углеродный материал типа «Бусофит» позволяет сформировать токосъемные элементы, имеющие минимальное сопротивление контакта металлический слой-бусофит, а также снизить сопротивление на контакте между слоями бусофита.

В качестве электролита применяли неводный электролит на основе пропиленкарбоната и перхлората лития. Обезвоживание приготовленного электролита осуществлялось адсорбционным способом. В качестве сорбента применялся гранулированный технический силикагель. Обезвоживание электролита подтверждается результатами ИК-спектроскопии.

Анализ полученных типичных циклических вольтамперных зависимостей макетного образца ЭХСК (рис. 2) подтвердил электрохимическую стабильность рабочего электрода на основе модифицированного бусофита и используемого неводного электролита до потенциала 3 В [3, 4].

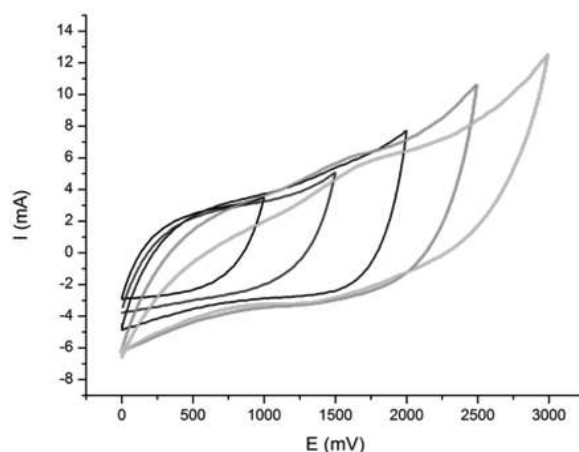


Рисунок 2. Циклические вольтамперные зависимости макетного образца ЭХСК при скорости изменения потенциала 1 мВ/с.

Снижение скорости изменения потенциала изменяет форму циклической вольтамперной зависимости и приближает её к прямоугольной форме вольтамперограммы идеального конденсатора. Эффективная ёмкость также зависит от скорости развёртки потенциала. Такое поведение емкостных свойств может быть связано как с эффектом псевдоемкости, так и с диффузионными процессами, протекающими на границе электрода с высокоразвитой удельной поверхностью и электролита.

Полученные результаты были положены в основу разработки ЭХСК на основе углеродистого материала бусофит, модифицированного титаном, с удельными значениями ёмкости $\sim 10 - 15$ Ф/г и с рабочим напряжением до 3 В.

Список литературы:

1. Писарева Т.А. Физические основы накопления энергии и электродные материалы электрохимических конденсаторов // Вестник Удмуртского университета. Серия: Физика и химия. 2014. Вып. 3. С. 30-41.

2. Рево С.Л., Будзуляк И.М., Рачий Б.И., Кузишин М.М. Электродный материал для суперконденсаторов на основе наноструктурного углерода // Электронная обработка материалов. 2013. №49 (1). С. 71–75.

3. Гоффман В.Г., Ковынева Н.Н., Гороховский А.В., Слепцов В.В., Компан М.Е., Горшков Н.В., Скурлов И.Д., Никитина Н.В. Суперконденсатор на основе тканого графитового материала // Физико-химические проблемы возобновляемой энергетики: Сборник трудов Российской конференции, 16-18 ноября 2015. СПб: Изд-во Политехнического университета. 2015. С. 118-119.

4. Никитина Н.В., Ковынева Н.Н., Гоффман В.Г. Волокнистый углеродный материал в электрохимических конденсаторах // Научно-технические проекты и результаты: Сборник трудов I Научно-практической конференции аспирантов, преподавателей, ученых, 01-05 октября 2015. Уфа: ООО Клауд Кэпитал. 2015. С. 1-5.