

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ С ВОДНЫМ И ОРГАНИЧЕСКИМ ЭЛЕКТРОЛИТОМ

Е.А. Киселева*, С.А. Кочанова, Е.И. Школьников

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт
высоких температур РАН (ОИВТ РАН), Москва, Россия

*e-mail: kanna787@mail.ru

Существующие на сегодняшний день способы хранения энергии имеют определенные недостатки, поэтому имеется острая потребность в разработке и создании новых систем, отвечающих требованиям современной энергетики. В последнее время все большее внимание привлекают системы накопления энергии на основе суперконденсаторов (СК). Работы по повышению энергоемкости СК ведутся в двух направлениях: по расширению диапазона рабочего напряжения за счет использования органических электролитов и электролитов на основе ионных жидкостей, а также по повышению емкости электродных структур, в первую очередь, за счет повышения емкости двойного электрического слоя углеродных электродов. Второму направлению и посвящена эта работа.

Основной характеристикой электродов для СК является электрическая емкость угля в расчете на его сухую массу (иногда массу электродов) или емкость элементарной ячейки СК в расчете на объем двух электродов, которая помимо свойств угля включает характеристику качества изготовления электродов.

В данной части работы для каландрирования электродов использовался активированный уголь собственного производства, полученный по технологии описанной авторами в [1]. В качестве водного электролита использовался 4.9 М раствор серной кислоты и органический электролит - 1М раствор тетраэтиламмония тетрафторбората растворенного в ацетонитриле. При замесе смеси угля и фторопласта, а также при изготовлении электродов температура смеси всегда была выше 19 °С. Это важно с точки зрения фибриллизации частиц фторопласта. Фторопласт Ф-4 имеет 2 фазовых перехода: при 19 °С и 30 °С. При температуре ниже 19 °С образование волокон (т.е. «разматывание» частичек фторопласта) практически не происходит. При температурах же выше 19°С и 30°С происходит все большая фибриллизация фторопласта. При замешивании сметанообразной смеси угля и суспензии фторопласта она проявляется в сцеплении всей смеси в один комок (замешивание при низких температурах не приводит к образованию комка). Однако такая смесь еще не имеет прочности (наподобие пластилина). Это связано с малым процентом «размотанных» частиц фторопласта. При каландрировании резко увеличивается количество размотанных частиц фторопласта и электрод помимо того, что становится нужной формы, также приобретает необходимую прочность. Однако доведение электрода до готового состояния имеет ряд тонкостей. Даже

небольшая особенность в ходе каландрирования может повлиять на конечные характеристики электрода.

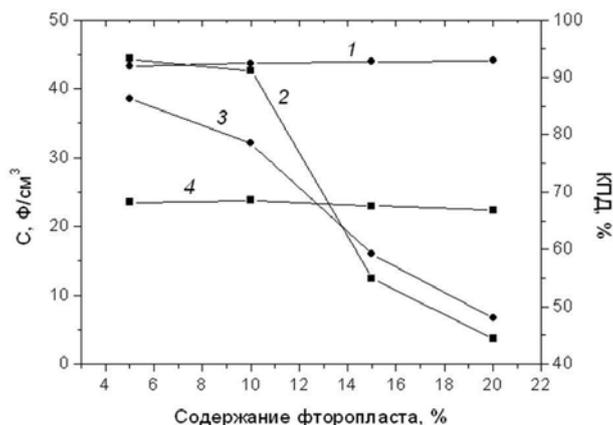


Рисунок 1 Зависимость объемной емкости СК (Ф/см^3) и КПД от содержания фторопласта в раскатанных электродах 1- для водного электролита, 2- для органического электролита.

При увеличении доли связующего увеличивается плотность электродов, что, во-первых, связано с заменой пористого угля на сплошной фторопласт, а, во-вторых, с более плотной упаковкой частиц угля в электроде (рисунок 1). Для раскатанных электродов с водным электролитом, сильно увеличивается их гидрофобность при повышении доли ПТФЭ в электроде. При большой доле связующего гидрофобные образования из нитей фторопласта закрывают существенную часть частиц угля, перекрывая доступ электролита к микропорам.

Таким образом, выбор количества связующего на основе водной суспензии ПТФЭ, в первую очередь, может определяться требованиями к технологичности изготовления и прочности электродов и мало сказывается на электрохимических характеристиках электродов.

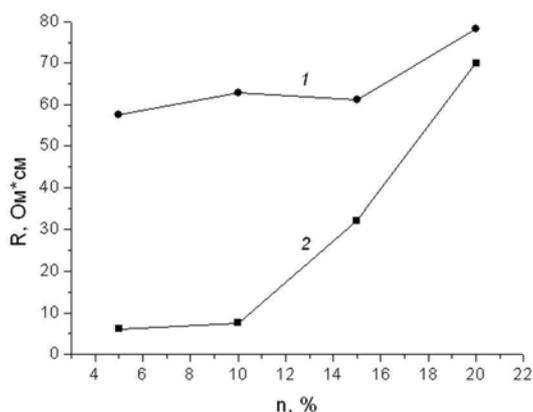


Рисунок 2. Зависимость внутреннего сопротивления ячейки СК от содержания фторопласта в раскатанных электродах 1- для водного электролита, 2- для органического электролита.

В зависимости от количества связующего меняются свойства электродов, такие как прочность, удельное и контактное сопротивления, гидрофобность и емкость (рисунок 2). Для органических электролитов, свойства раскатанных электродов с разным содержанием фторопласта отличаются несущественно и практически не влияют на характеристики конденсаторов. Для водных электролитов при содержании фторопласта 10-20% метод каландрирования меньше подходит из-за гидрофобности электрода, что приводит к падению емкости, увеличению токов утечек и внутреннего сопротивления суперконденсатора.

Работа выполнена в рамках научной школы НШ 8406.2016.8.

Список литературы

1. Журилова М.А., Янилкин И.В., Киселева Е.А., Атаманюк И.Н., Школьников Е.И. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2017. Т. 60. Вып. 4. С. 82-87.