

А.Р. Кузнецова¹, И.В. Есарев¹,
Ю.В. Суровикин², Д.В. Агафонов¹

¹Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет),

²Институт проблем переработки углеводородов СО РАН, Омск

МОДИФИКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

На сегодняшний день создание суперконденсаторов (СК) на основе новых электродных материалов является существенным направлением в развитии источников тока. В качестве электродов СК используются различные формы углеродных материалов, металлоксидные системы, проводящие полимеры и др. [1].

Среди всех разновидностей углей в качестве электродных материалов для двойнослойных СК наибольшее распространение получили активированные угли (АУ) благодаря высокой электрической проводимости, большой удельной поверхности и относительной дешевизне производства [2]. Также достаточно большой интерес представляет технический углерод (ТУ), однако он достаточно редко применяется для создания электродов СК [3].

Значения площади поверхности БЭТ у технических углей могут достигать более 1500 м²/г, а проводимость варьируется в диапазоне от 10⁻¹ до 10² См [2]. При этом поверхность ТУ обычно считается более доступной для электролита, чем у других углеродных материалов с высоким значением удельной поверхности (например, АУ) [3]. По этим причинам технический углерод и его модификации могут быть потенциальной заменой активированного угля в суперконденсаторных системах.

В настоящей работе представлены результаты электрохимических испытаний макетов суперконденсаторов на основе новых углеродных материалов-модификаций ТУ. В таблице 1 приведены значения удельной поверхности исследуемых материалов, а также состав активной массы.

Таблица 1 – Удельная площадь поверхности и состав углеродных материалов. Условные обозначения: ТУ – технический углерод, ПМ – относительное содержание пироуглеродной матрицы в композите, ТОМ – термоокислительная модификация водяным паром при $T = 900^{\circ}\text{C}$, АУ – активированный уголь, ТУ Denka – ацетиленовый ТУ

Шифр углеродного материала	Удельная площадь поверхности $S_{уд}$, м ² /г	Состав активной массы
СП 1 (Printex XE2B)	1074 ± 107	ТУ Printex XE2-B
СП 2	1135 ± 114	ТУ + ТОМ32%
СП 3	1196 ± 120	ТУ + ПМ40% + ТОМ50%
Supra 30	1662 ± 166	АУ Supra 30 + ТУ Denka (9:1)

Все электроды изготавливались путем намазки активной массы, состоящей из активной массы на основе ТУ или АУ, полимерного связующего PVDF и связующей сажи Denka. Для электрохимических испытаний изготовлены дисковые макеты CR2032, в качестве электролита использовался раствор $(\text{NBu})_4(\text{BF}_4)$ в триметилфосфате.

Значения удельных емкостей суперконденсаторов при различных скоростях развертки потенциала представлены в таблице 2.

Таблица 2 – удельных емкостей ТУ и АУ в СК при различных скоростях развертки

Шифр материала	C_5 , Ф/г	C_{10} , Ф/г	C_{50} , Ф/г
СП 1	80,9	56,9	25,9
СП 2	32,9	25,3	24,2
СП 3	52,3	40,8	20,7
Supra 30	74,9	60,7	35,0

ЛИТЕРАТУРА

1. Soeda, Y. Carbons for Supercapacitors / Y. Soeda; Handbook of Advanced Ceramics (Second edition) by ed. Shigeyuki Somiya. – New York: Elsevier, 2013. – Chapter.2.12, P.211-222.
2. Simon, P. Materials for electrochemical capacitors / P. Simon, Y. Gogotsi // Nature materials. – 2008. – Vol. 7. – P. 845-854.
3. Krause, A. Electrochemical double layer capacitor and lithium-ion capacitor based on carbon black / A. Krause [et. al.] // Journal of Power Sources. – 2011. – Vol. 196. – P. 8836-8842.