Battery Innovation

Третья международная научно-техническая конференция «Battery Innovation 2021»

г. о. Тольятти, 18 марта 2021 г.

Влияние различных форм углерода в активной массе свинцового электрода на его структурные и разрядные характеристики

Бурашникова М.М., профессор, д.х.н.

Самсонова К.А., магистрант

Иванова Е.А., магистрант

ФГБОУ ВО "Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского"

Исследуемые углеродные материалы

Battery Innovation

Кристаллический графит

- «ГАК-2» (ГОСТ 10273-79)
- «RFL-99.95» (Langheinrichstr.194051 Hauzenberg)

Аморфный углеродный продукт (сажа)

- Углерод технический К-354 (TDS-ГОСТ 7885-86) химический завод «Хазар» Туркмения

Расширенный графит

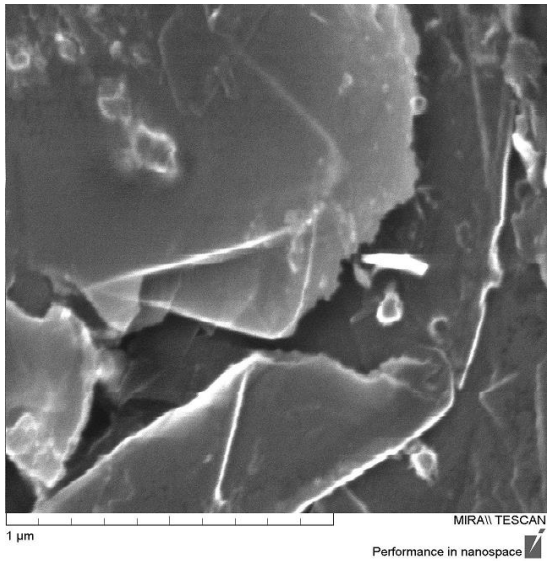
- Углерод технический расширенный «Арт-нано ГТ» (ТУ ВУ 691460594.004-2017) и его модификации путем обработки озоном («ГТ-О3) и ДМФА («ГТ-ДМФА») (ООО «Перспективные исследования и технологии, Минск)

Нано-структурированный углерод

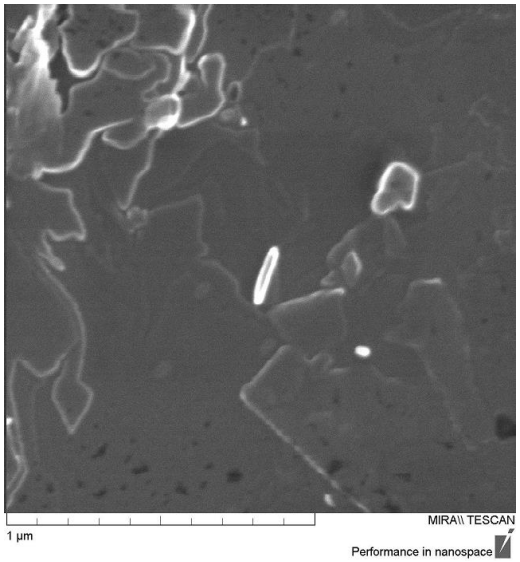
- Углерод наноструктурированный технический активированный «Арт-нано» марки НСУ «С» (ТУ БУ 690654933.001.-2011) («НСУ») и его модификации путем обработки озоном («НСУ-О3») и ДМФА («НСУ-ДМФА») (ООО «Перспективные исследования и технологии, Минск)
- Золь углеродных нанотрубок

СЭМ-изображения углеродных материалов

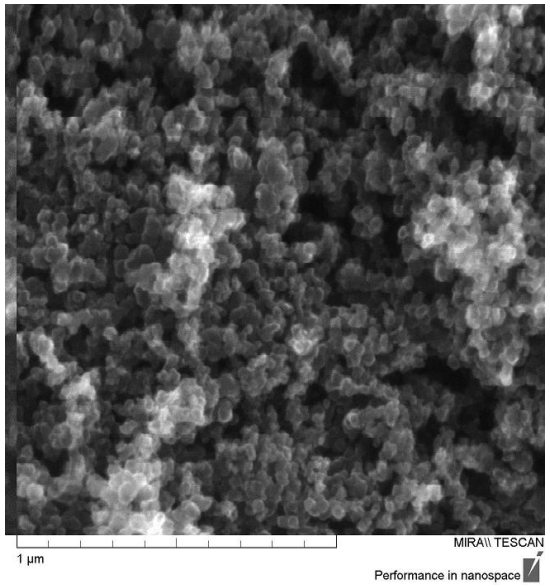
Battery Innovation



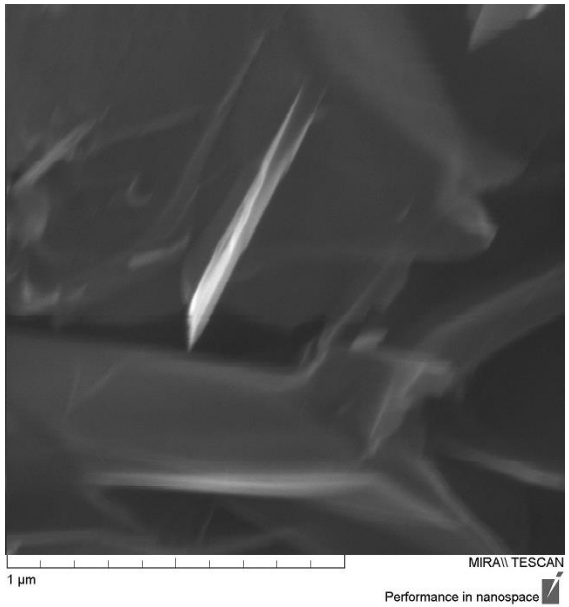
ГАК



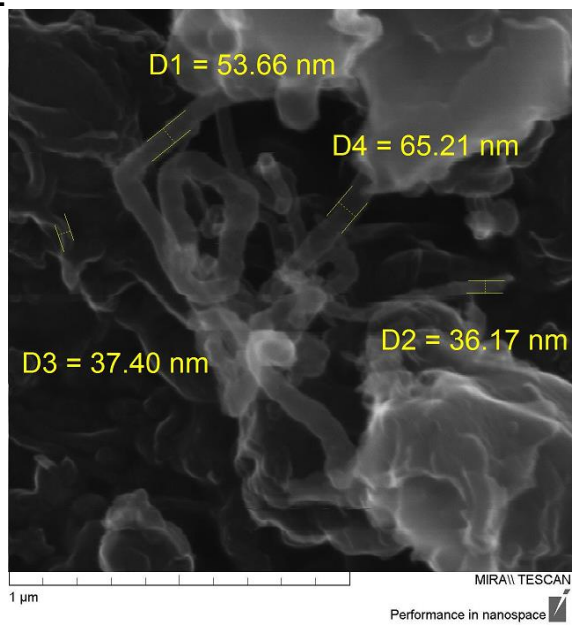
RFL



К-354

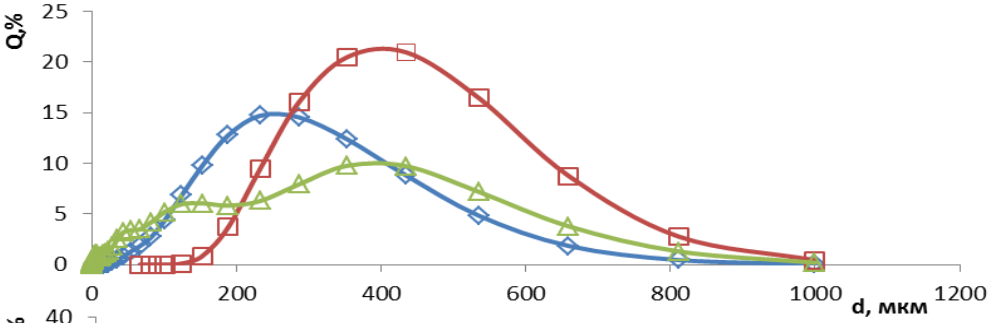


ГТ

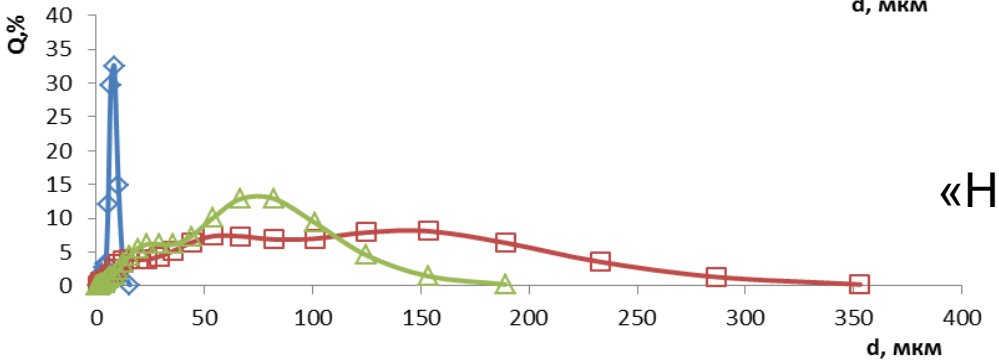


НСУ

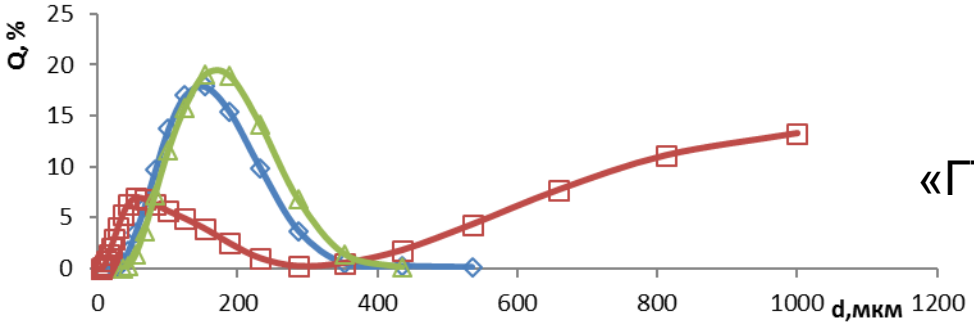
Гранулометрический состав углеродных материалов



ГАК-2 (◊), RFL-99.95 (□), K-354 (Δ)



«НСУ» (◊), «НСУ-O_3» (□),«НСУ-ДМФА» (Δ)



«ГТ» (◊), «ГТ-O_3» (□), «ГТ-ДМФА (Δ)

Изготовление макетов СКА

Battery Innovation

Состав отрицательной активной массы:

✓Свинцовый порошок (степень окисленности 67%) –82.80%

✓Расширитель «Элеконт-08» – 0.64%

✓Стеариновая кислота – 0.08%

✓Волокно – 0.08%

✓Раствор серной кислоты (d=1,400 г/см^3) – 8.11%

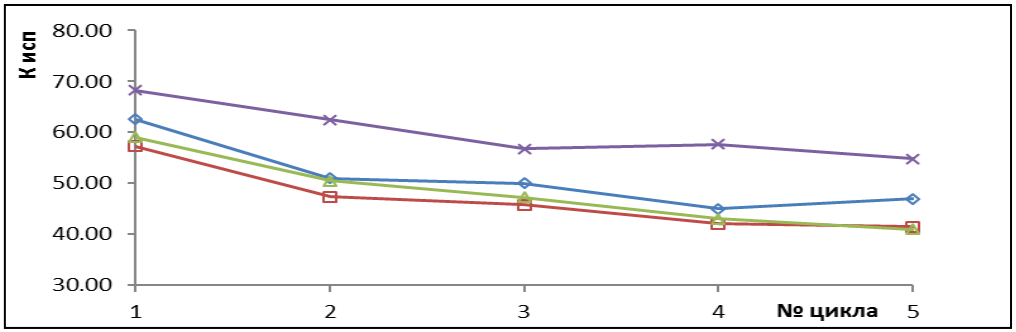
✓Вода дистиллированная – 8.28%

✓Добавка углерода – 0.5, 1.0, 1.5 масс. % (по отношению к массе свинцового порошка)

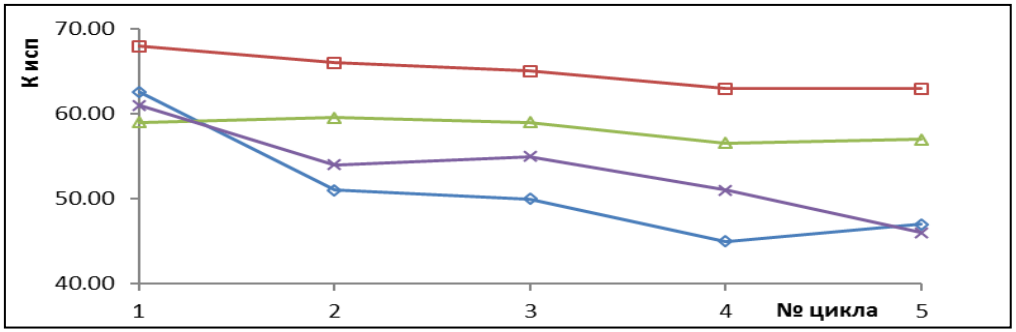
Циклирование электродов проводилось гальваностатическим режимом: первый заряд (трехступенчатый) током 200, 100 и 20 мА, разряд – током 100 мА до потенциала 1.7 В. Последующий заряд осуществлялся током 100 мА на 120% от разрядной емкости.

Геометрическая площадь электродов составляла $S_{эл}$=19.7±0.5.
Масса отрицательной активной массы лежала в интервале 3,5 – 4,5 г.

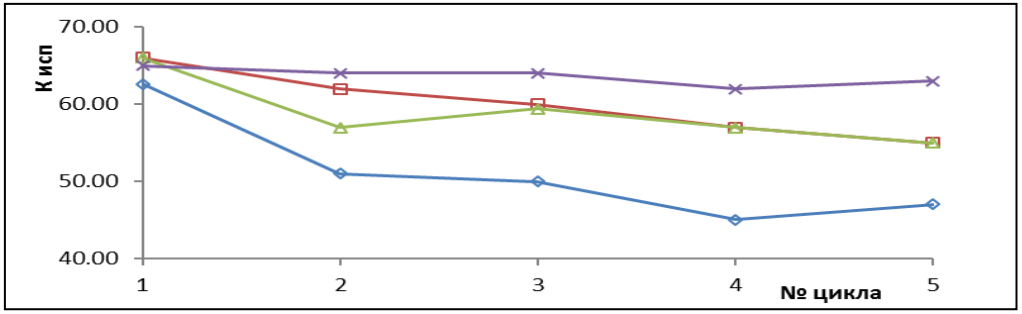
Разрядные характеристики отрицательных электродов



а



б

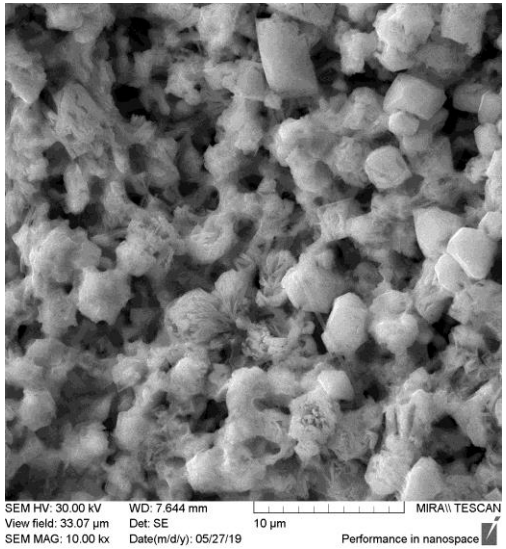


в

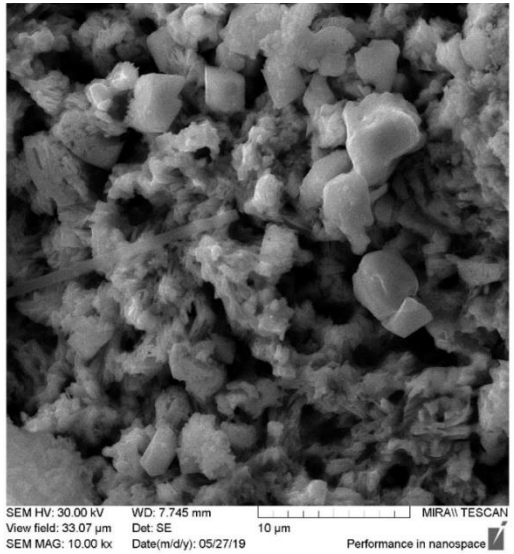
(*а*) контрольный вариант (◊), ГАК-2(□), RFL-99.95 (Δ),К-354(×);
(*б*) контрольный вариант (◊), «НСУ» (□), «НСУ-O_3» (Δ), «НСУ-ДМФА» (×);
(*в*) контрольный вариант (◊), «ГТ» (□), «ГТ-O_3» (Δ), «ГТ-ДМФА» (×)

СЭМ-изображения отрицательных электродов в заряженном состоянии с углеродными добавками (1.0 мас.%)

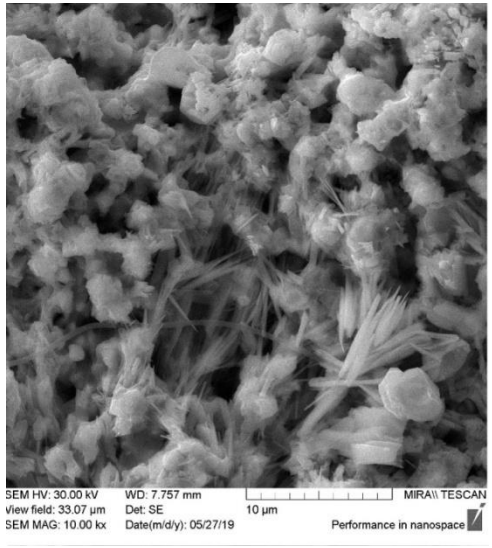
Battery Innovation



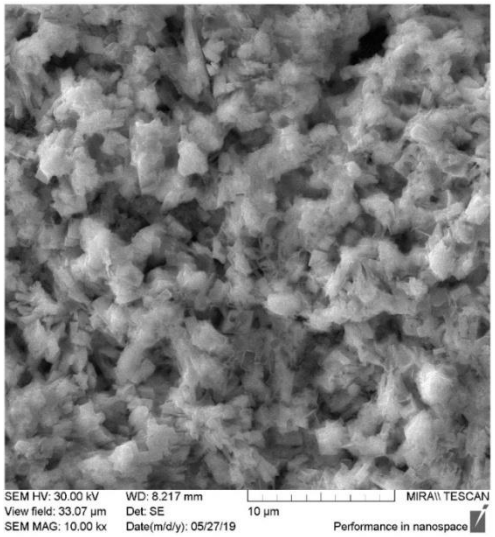
контрольный



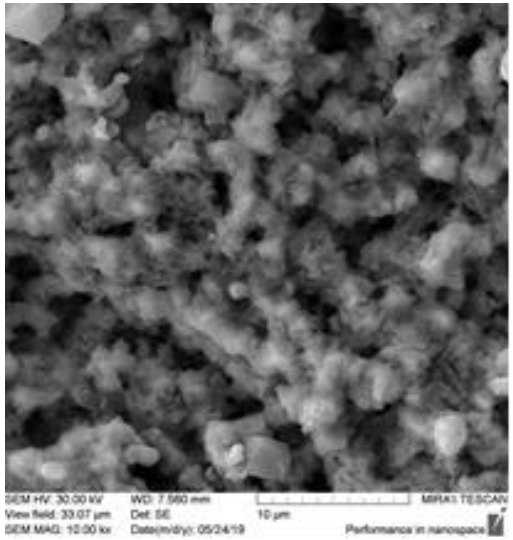
ГАК



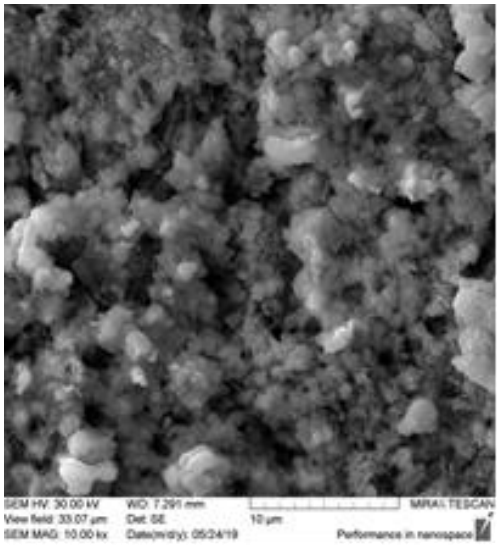
RFL



К-354



НСУ



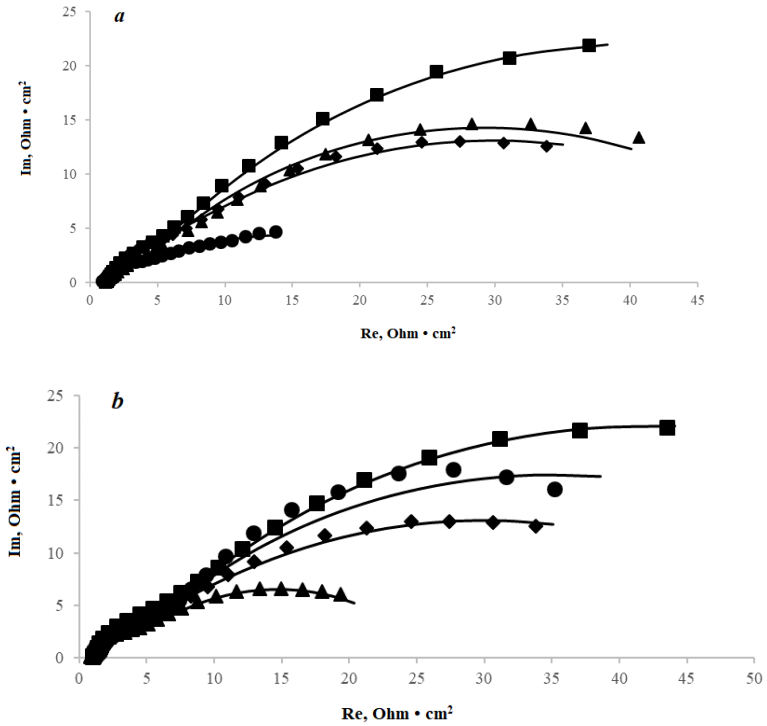
ГТ

Структурные характеристики отрицательных электродов в заряженном состоянии с углеродными добавками (1.0 масс.%)

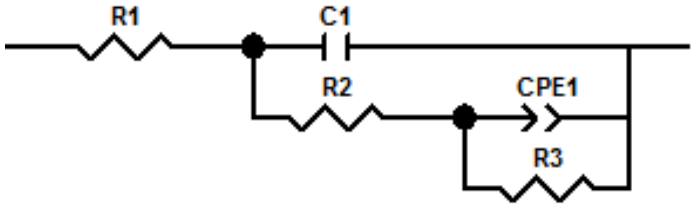
Battery Innovation

Вариант электрода	Радиус пор, мкм			Удельная поверхность электрода $S_{уд}$, $м^2 \cdot г^{-1}$	Общая пористость электрода, %
	Менее 0.1	0.1-1	1-10		
	Относительный объем пор, %				
Контрольный вариант	7	79	14	0.61	36
ГАК-2	10	79	11	0,70	34
RFL-99.95	14	71	15	1.74	41
К-354	19	69	12	3.20	43
«НСУ»	31	47	22	1.58	43
«НСУ-O_3»	21	63	16	2.87	46
«НСУ-ДМФА»	13	61	26	0.79	36
«ГТ»	24	58	18	1.01	46
«ГТ-O_3»	27	65	8	1.55	43
«ГТ-ДМФА»	22	67	11	2.58	45

Импедансная спектроскопия отрицательных электродов



Кривые Найквиста для отрицательных электродов с содержанием углеродных добавок 1 масс. % в заряженном состоянии в диапазоне частот 355 – 0.009 Гц:
(*a*) контрольный вариант (♦), «НСУ» (■), «НСУ-О3» (▲),
«НСУ-ДМФА» (●); (*b*) контрольный вариант (♦), «ГТ» (■), «ГТ-О3» (▲), «ГТ-ДМФА» (●). Экспериментальная (маркер) и подгоночная (линия) линии.



Эквивалентная схема без учета индуктивности, используемая для подгонки спектров отрицательных электродов в заряженном состоянии с углеродными добавками (1 мас.%) (диапазон частот 355 – 0.009 Гц)

Импедансная спектроскопия отрицательных электродов

Battery Innovation

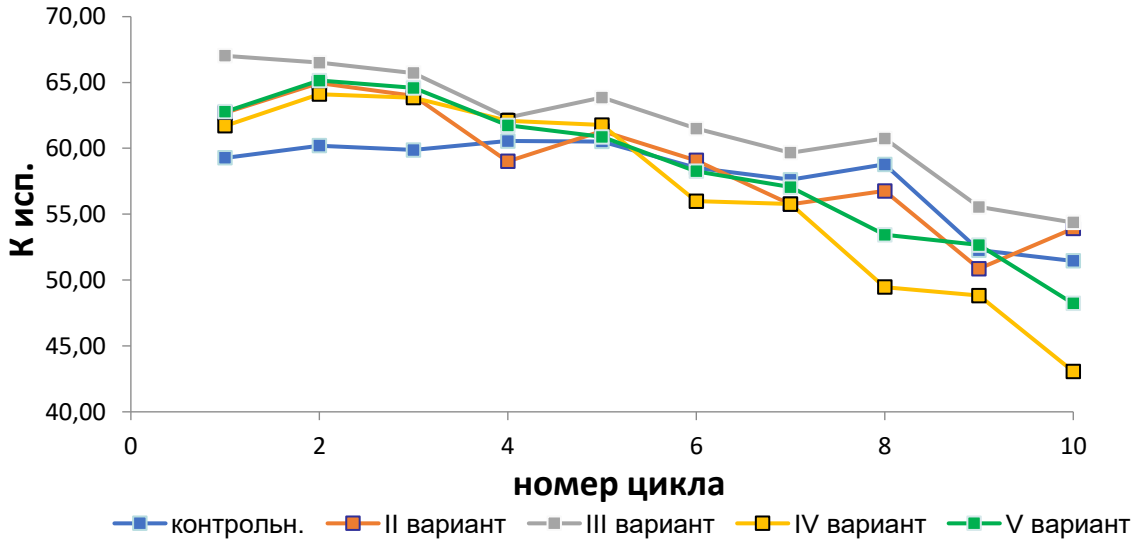
Значения элементов эквивалентной схемы, рассчитаные из импедансных спектров, для отрицательных электродов с содержанием углеродных добавок 1 масс. % в заряженном состоянии (диапазон частот 355 – 0.009 Гц)

Элемент схемы		Варианты электродов						
		контрольный	«НСУ»	«НСУ-O_3»	«НСУ-ДМФА»	«ГТ»	«ГТ-O_3»	«ГТ-ДМФА»
***R*1, Ohm·cm²**		1.5	1.3	1.5	1.0	1.1	0.90	1.2
***C*1·10², F**		1.1	1.5	0.40	1.0	1.2	1.2	0.80
***R*2, Ohm·cm²**		4.1	4.4	2.6	1.9	5.8	3.8	3.6
***CPE*1**	***Y*·10² Ohm^{-1}·cm^{-2}·s^{n}**	7.4	9.9	5.8	16	8.1	14	8.2
	n	0.57	0.66	0.63	0.44	0.66	0.67	0.64
***R*3, Ohm·cm²**		51	74	51	24	74	21	62

Разрядные характеристики отрицательных электродов с добавкой углеродного золя

Battery Innovation

Состав ОАМ	Номер варианта				
	I контрольный	II	III	IV	V
Свинцовый порошок, г	25	25	25	25	25
Элеконт, г	0.175	0.175	0.175	0.175	0.175
Волокно, г	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313
Раствор серной кислоты (d=1,4г/см^3), мл	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Вода дистиллированная, мл	2.5	-	1.25	-	1.25
Углеродный золь («золь 2.5»), мл	-	2.5	1.25	-	-
Углеродный золь («золь 5.0»), мл	-	-	-	2.5	1.25



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

Контактные данные
Название организации: ФГБОУ ВО "Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»
Адрес местонахождения: г. Саратов
Телефон: +7(8452)51-64-13
Адрес официального сайта: https://www.sgu.ru/
Докладчик Бурашникова Марина Михайловна
Телефон: +7962-622-34-34
E-mail: burashnikova_mm@mail.ru