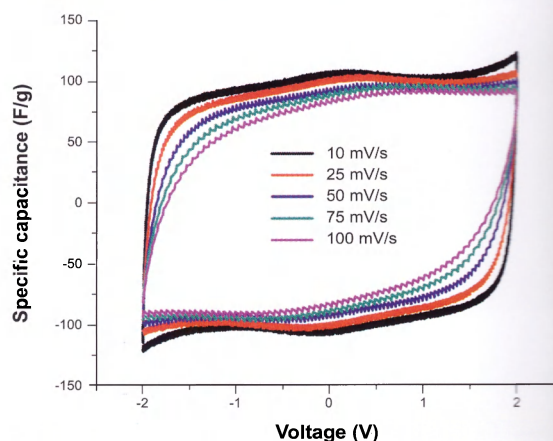
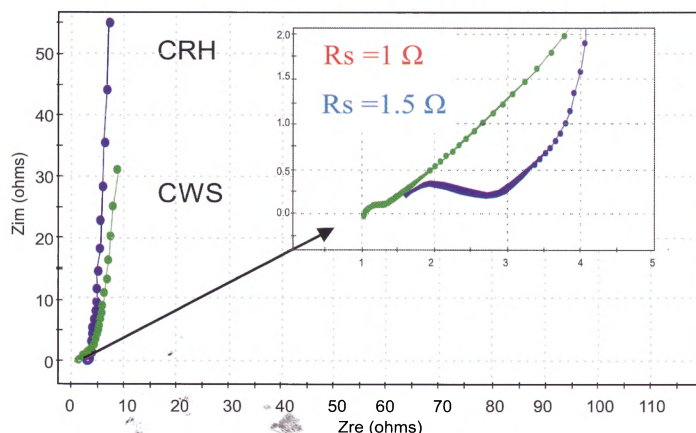


а – электродные композиты на основе рисовой шелухи;

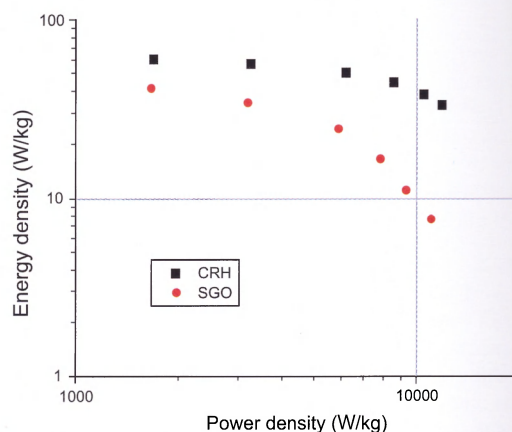


б – электродные композиты на основе скорлупы грецкого ореха

Рис. 4 – Кривые цикловольтамперметрии



а – диаграмма Никвиста;



б – диаграмма Рагоне

Рис. 5 – Эксплуатационные характеристики суперконденсаторов

диапазоне от 10 мГц до 100 кГц, представленная на рисунке 5, показывает, что величина эффективного последовательного сопротивления существенно ниже в случае применения активированного угля, полученного на основе рисовой шелухи. Результаты испытаний суперконденсаторов на основе электродных композитов из активированного углерода, выполненные в гальваностатическом режиме при постоянном токе заряда и разряда, представлены на рисунке 5б.

В целом, основные эксплуатационные характеристики, выраженные соотношением удельной энергии к удельной мощности при увеличении токовых нагрузок от 1 до 10 А/г (табл.), существенно выше в случае применения электродных композитов на основе активированной рисовой шелухи.

#### Заключение

Методом химической активации растительной клетчатки с помощью фосфорной кислоты получен активный уголь. Полученные углеродные материалы характеризуются ажурной морфологией поверхности, развитой нанопористой текстурой и высокой удельной поверхностью, величина которой достигает 1500 м<sup>2</sup>/г. Методами электрохимического исследования определена возможность эффективного применения полученных углеродных

материалов в составе симметричных композитных электродов суперконденсаторов с двойным электрическим слоем. Измеренная величина удельной мощности суперконденсаторов составляет порядка 12 кВт/кг, что определяет возможность их успешного применения на тяговых подстанциях, системах запуска силовых механизмов и двигателей внутреннего сгорания, в том числе гибридном и электрическом транспорте.

#### Литература

- 1 Béguin F., Frackowiak E. Carbons for Electrochemical Energy Storage and Conversion Systems, 2010. <http://www.crcpress.com/product/isbn/9781420053074>
- 2 Conway B. E. Electrochemical supercapacitors – scientific fundamentals and technological applications – Kluwer Academic / Plenum Publishers – New York, 1999
- 3 Jandosov J., Pavlenko V., Béguin F., Mansurov Z., Kleszyk P. Potential use of carbon electrode materials derived from vegetable biomass for supercapacitors / in: Annu. World Conf. Carbon. – Rio de Janeiro, 2013. – P. 189
- 4 Pavlenko V., Biisenbaev M., Zakhidov A., Béguin F., Mansurov Z. Development of active carbons' porous structure for their application in supercapacitors / in: Annu. World Conf. Carbon. – Dresden, 2015. – P. 150