

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СУПЕРКОНДЕСАТОРЕ**В. Ю. Руденков, Д. С. Сачек, Д. С. Дешкунов, П. А. Концевич***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. В. Брель

Для понимания протекания процессов в различных устройствах часто прибегают к использованию компьютерного моделирования. В большинстве случаев используется математическая модель с выходными данными в виде числового результата, но они не всегда могут быть явно восприняты. В связи с этим значительную часть здесь занимает визуальная часть моделирования.

Так, на примере моделирования плоского электролитического и суперконденсатора проведем моделирование в программе ELCUT. Посмотрим на полученных моделях изолинии потенциала, вектора напряженности E и карту потенциалов (напряжения).

Для примера рассмотрим плоский электролитический конденсатор.

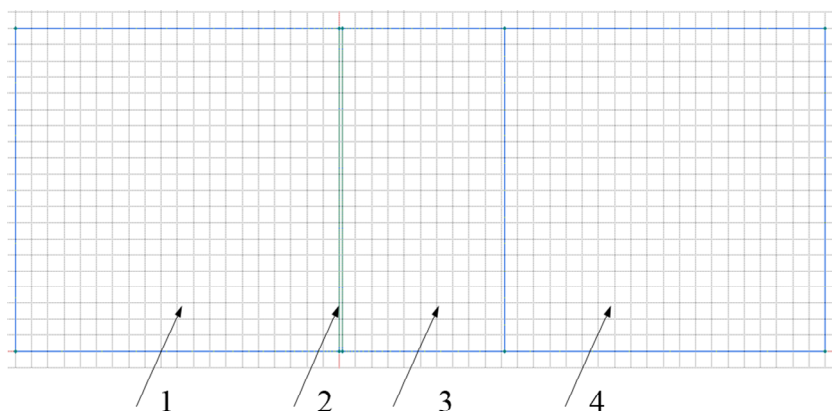


Рис. 1. Плоский электролитический конденсатор, где изображены анодная пластина (1), оксидная анодная пленка (2), электролит (3) и катодная пластина (4)

Проведем расчет электростатики и посмотрим на получившийся результат.

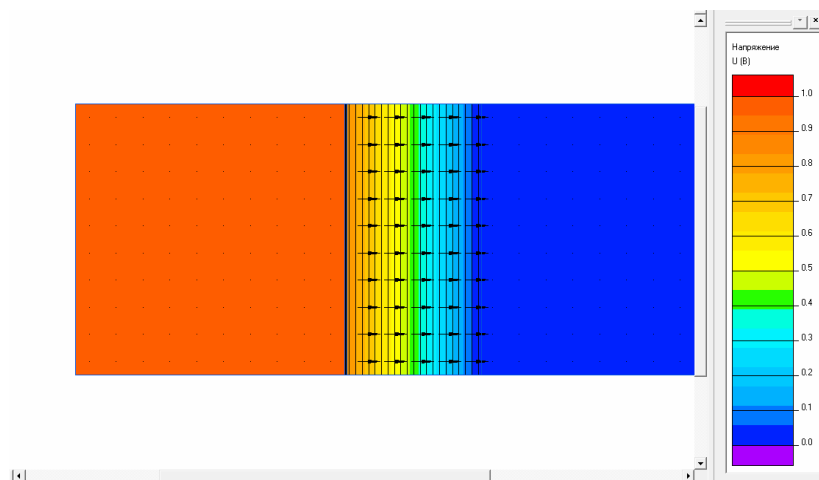


Рис. 2. Общая картина моделирования плоского электролитического конденсатора

В этом случае нам интересны процессы на оксидной пленке, рассмотрим их более подробно.

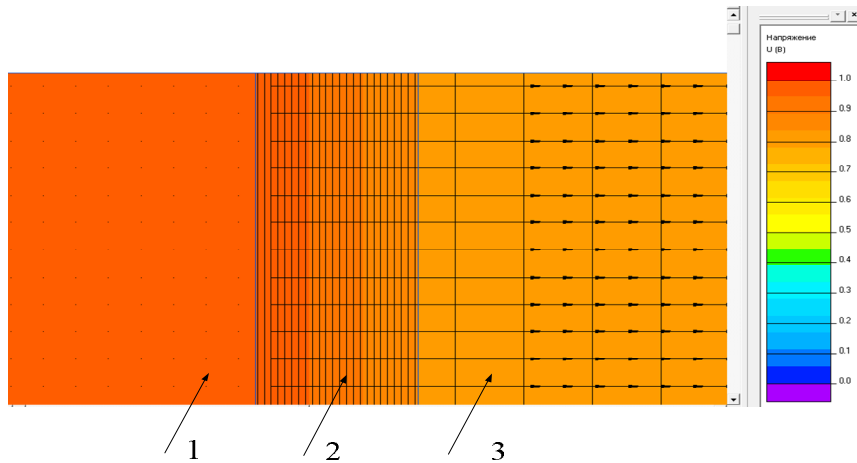


Рис. 3. Плоский электролитический конденсатор после моделирования на границе «диэлектрик – электролит», где имеется анод (1), анодная пленка (2) и электролит (3)

На рис. 2 и 3 изображены вектора напряженности (стрелки) и перпендикулярно им линии потенциала. Все согласно аналитическим данным. Неотъемлемым достоинством компьютерного математического и визуального моделирования является учет различных условий. Например, можно окружить конденсатор воздухом и посмотреть, как изменится картина моделирования.

Плоский электролитический конденсатор после моделирования с учетом воздуха представлен на рис. 4

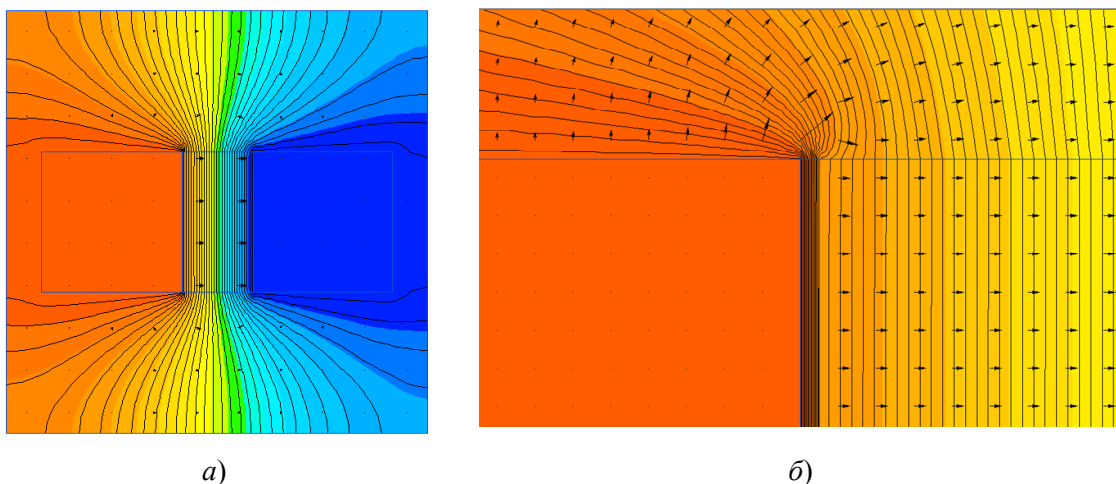


Рис. 4. Плоский электролитический конденсатор после моделирования с учетом воздуха (а); плоский электролитический конденсатор после моделирования с учетом воздуха на границе «диэлектрик – электролит» (б)

Далее по такому же методу соберем простую схему суперконденсатора (ионистора) сразу с учетом воздуха (рис. 5).

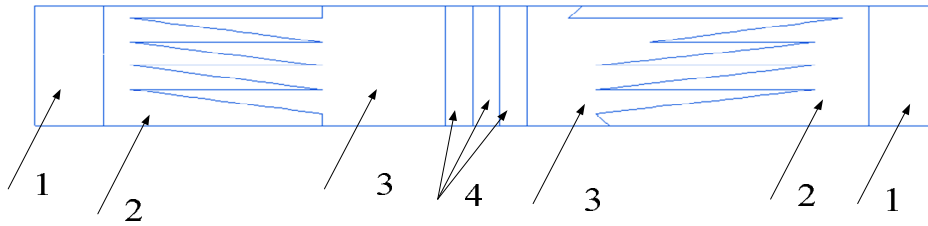


Рис. 5. Модель суперконденсатора в программе ELCUT, где находятся токосъемник (1), угольный слой (2), ионная жидкость (3) и подложки с сепаратором (4)

Для сложной и приближенной к реальности модели необходимо использовать объемное моделирование с учетом пористости угольного материала, что и планируется совершить в дальнейших исследованиях. На этом же этапе хватит и примитивной модели, от которой можно будет отталкиваться.

Проведем расчеты и посмотрим на картину моделирования (рис. 6).

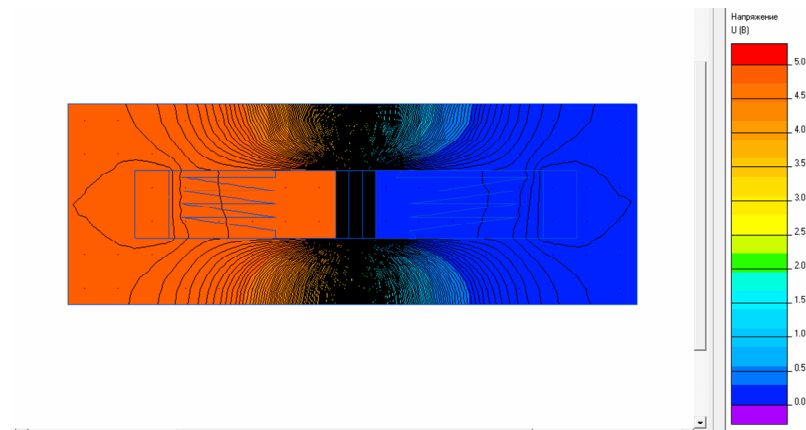


Рис. 6. Результаты моделирования суперконденсатора

Как видно на рис. 7, все слишком нагромождено и не совсем ясны процессы. Для этого рассмотрим некоторые участки поближе.

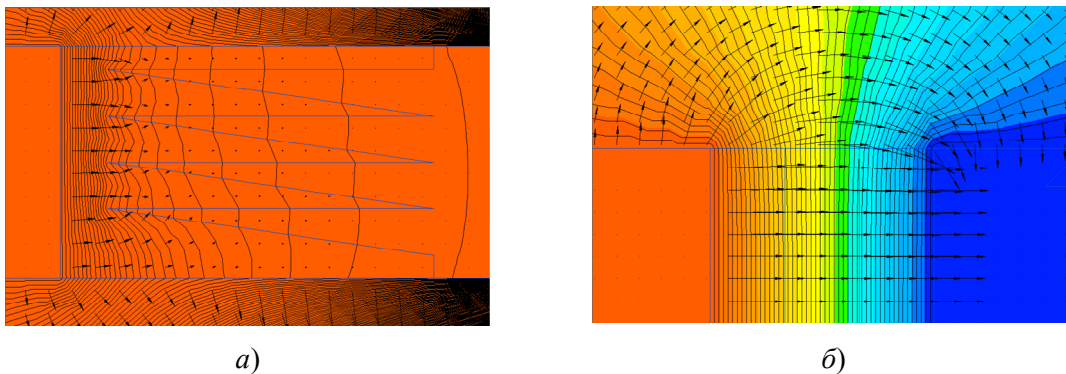


Рис. 7. Суперконденсатор на участке «токосъемник – угольный слой – электролит» (а); суперконденсатор на участке «ионная жидкость – подложка – сепаратор – подложка – ионная жидкость» (б)

Как видно на рис. 7, а, на угольном слое присутствует напряженность, и чем глубже от токосъемника, тем меньше эта напряженность, что сходится с данными о свойствах двойного электрического слоя.

Далее интересен участок «ионная жидкость – подложка – сепаратор – подложка – ионная жидкость», показанный на рис. 7, б. На этом участке процессы аналогичны процессам на плоском электролитическом конденсаторе, однако на краях подложек не наблюдается таких сильных завихрений, как у оксидной пленки.

Дальнейшие расчеты и моделирование позволят выявить особенности проектирования суперконденсатора, а также то, как различные материалы с разным показателем проницаемости и диэлектрической проводимости скажутся на работе суперконденсатора.

Дальнейшие наработки в этой области планируется использовать как для проектирования, так и для производства опытных образцов на базе ГГТУ им. Сухого и дальнейшей работы над ними для выявления правильности и корректности работы математической модели.

На кафедре «Автоматизированный электропривод» ГГТУ им. П. О. Сухого были проведены эксперименты с различными методами изготовления суперконденсаторов и различными материалами для их изготовления. Были получены благоприятные результаты, что говорит о необходимости дальнейших углубленных исследований в этой области с последующей систематизацией результатов.

Литература

1. Иванов, А. М. Молекулярные накопители электрической энергии на основе двойного электрического слоя / А. М. Иванов, А. Ф. Герасимов // *Электричество*. – 1991. – № 8. – С. 16–19.
2. Конденсатор с двойным электрическим слоем : пат. 2041518 Рос. Федерация / Богницкий И. Я., Герасимов А. Ф., Ефимов С. Е., Иванов А. М., Фомин А. В., Чижевский С. В. // *Бюл. изобретений ком. Рос. Федерации по пат. и товарным знакам*, 1995.
3. Электрохимический суперконденсатор с электролитом на основе ионной жидкости // М. Ю. Измайлова [и др.] // *Электрохимия*. – 2009. – Т. 405, № 8.
4. Гурьянов, В. В. Прогнозирование параметров микропористой структуры и адсорбционных свойств активных углей / В. В. Гурьянов, Г. А. Петухова, Н. С. Поляков // *Изв. акад. наук, Сер. хим.* – 2001.
5. Denshchikov, K. Problems of quality and reliability of stacked supercapacitors / K. Denshchikov, A. Gerasimov // *3rd European Symposium on Supercapacitors and Applications, Roma, Italy, Nov. 6–7, 2008*.

УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА МЕТОДОМ ВЗАИМНОЙ НАГРУЗКИ

В. Д. Салтыков, М. С. Герасюкевич

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. Н. Погуляев

В настоящее время повсеместно внедряются энергосберегающие технологии, начиная от бытовой сферы жизни и заканчивая промышленностью. Это связано с тем, что одним из важнейших приоритетов развития человечества является переход к ресурсосберегающей и экологически чистой энергетике. Такая тенденция сопровождается модернизацией предприятий с использованием современного оборудования с низким классом энергопотребления. Также пересматриваются и технологиче-