

Из выражения (2) и (3) следует, что

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{R_1}{R_2} \quad \text{или} \quad \frac{H_2}{H_1} = \frac{R_1}{R_2}. \quad (4)$$

Т.о., основные параметры магнитного поля ( $H$  и  $B$ ) в объеме обработки ЭММА цилиндрических конструкций увеличиваются по радиусу к внутренней поверхности, образующей рабочий объем, по линейному закону.

С учетом изложенного, после ряда преобразований, получено выражение для определения напряженности  $H_0$  и индукции  $B_0$  магнитного поля в любой точке рабочего объема ЭММА цилиндрических конструкций

$$H_0 = \frac{Wi(R_1 + R_2 - \rho)}{R_1^2 - R_2^2}; \quad (5)$$

$$B_0 = \frac{\mu_0 Wi(R_1 + R_2 - \rho)}{R_1^2 - R_2^2}, \quad (6)$$

где  $\rho$  – радиус точки объема обработки (при  $R_1 \leq \rho \leq R_2$ ).

В результате исследований строения магнитного поля выявлено, что:

– поле в рабочем объеме ЭММА цилиндрических конструкций является равномерно-радиальным;

– параметры магнитного поля (напряженность и индукция) увеличиваются по радиусу устройств к внутренней цилиндрической поверхности, составляющей рабочий объем, по линейному закону.

Полученные на основании исследований выражения (5) и (6) являются основополагающими для расчета магнитной энергии и вычисления сил и моментов, действующих со стороны магнитного поля на ферромагнитные размоляные элементы в рабочем объеме ЭММА цилиндрического исполнения.

#### Список литературы

1. Беззубцева М.М. Электромагнитные измельчители. Теория и технологические возможности: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – СПб.: СПбГАУ, 1997. – 24 с.
2. Беззубцева М.М., Волков В.С. Теоретические основы электромагнитной механоактивации. – СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2011. – 250 с.
3. Беззубцева М.М. Энергоэффективный способ электромагнитной активации // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – №5. – С. 92-93. Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, Италия (Рим-Флоренция), 10-17 апреля 2012 г.

#### ПОЛУЧЕНИЕ СТРУКТУР Ag-AgI-Si<sup>0</sup> С МЕМРИСТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ

<sup>1</sup>Галушка В.В., <sup>1,2</sup>Терин Д.В.,  
<sup>1</sup>Мысенко И.Б., <sup>1</sup>Биленко Д.И.

<sup>1</sup>ФГОУ ВПО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», Саратов,  
e-mail: gwiktor@mail.ru;

<sup>2</sup>Энгельский технологический институт (филиал) ФГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Энгельс, e-mail: terinden@mail.ru

Развитие вычислительной техники и увеличение объемов информации стимулируют поиск новых принципов ее хранения и обработки. В последние годы возрос интерес к твердотельным материалам с ионной проводимостью и структурам на их основе, обладающих свойствами переключения и памяти. Работы [1, 2] посвящены твердотельным электрохимическим ячейкам получившим название мемристоров. Принцип работы таких структур основан на изменении проводимости туннельного зазора за счет массопереноса и окислительно-восстановительных реакций на границах слоев с ионной проводимостью [3]. Нами показана возможность создания переключателя на основе структуры Ag-AgI-Si<sup>0</sup>. Пористый слой кремния на кремниевой подложке получали электрохимически с последующим заполнением пор серебром. Преобразование Ag в AgI производилось в парах йода, после чего были сформированы контакты из подслоя серебра и хрома вакуумным напылением. В структуре Si-Si<sup>0</sup>-AgI-Ag-Cr наблюдался эффект переключения сопротивления в зависимости от направления электрического тока. Линейность характеристик позволяла не учитывать выпрямление на контактах, при этом перенос серебра через ионный проводник и формирование либо удаление проводящих дендритов в слое пористого слоя кремния обуславливал изменение сопротивления структуры. Параллельное включение большого числа пор в подобных ячейках памяти повышает надежность устройств по сравнению с аналогичными переключающими структурами.

#### Список литературы

1. T. Tamura et al. Jpn. J. Appl. Phys. – 2006. – № 45. – L364-L366.
2. Strukov D.B. et al. Nature. – 2008. – Vol. 453. – P. 80-83.
3. Bilenko D.I. et al. // Ion transport in organic and inorganic membranes: Proc. Int. Conf., Krasnodar. 28 May-2 June 2012. – Krasnodar, 2012. – P. 30-33.

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СРЕДСТВ АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ СРЕД, СОДЕРЖАЩИХ СФЕРИЧЕСКИЕ НАНОЧАСТИЦЫ

Клинаев Ю.В., Романчук С.П., Терин Д.В.

*Энгельский технологический институт (филиал)  
ФГОУ ВПО «Саратовский государственный  
технический университет имени Гагарина Ю.А.»,  
Энгельс, e-mail romanчук\_sergey@bk.ru*

Исследование свойств нанокompозитных сред представляет собой важную задачу, позволяющую определять в дальнейшем свойства наночастиц, входящих в состав композита. При разработке математических моделей и математическом моделировании процессов взаимодействия электромагнитного излучения с нанообъектами, кластерами, взвешенными в континуальной среде, моделировании структур металлосодержащих систем возникает задача определения эффективных материальных констант подобных материалов. Для нахождения эффективной диэлектрической проницаемости исследуемых материалов исследуется модель композитной среды, представляющая собой диэлектрическую матрицу с core-shell включениями. Разработанный программный комплекс, позволяет осуществлять расчет зависимостей электромагнитных свойств от структурных характеристик композитного материала: диаметров ядра и оболочки наночастицы, диэлектрических проницаемостей ядра и оболочки наночастиц, композитной среды, объемной доли металлической фазы и комплексной диэлектрической проницаемости среды-хозяина. В программный комплекс также включены модели описывающие расчет зависимостей свойств материалов более простого структурного строения. Моделирование исследуемых зависимостей осуществляется путем сведения к алгебраическим каноническим уравнениям с комплексными коэффициентами. Решение полиномиальных уравнений с комплексными коэффициентами осуществляется численными методами: сечения модуля аналитического ландшафта, Дженкинса-Трауба, Durand-Kerner-Aberth, Siljak и др. Разрабатываемый программный комплекс моделирования, средств анализа и контроля сред, содержащих core-shell нанообъектов позволяет получать многопараметровые зависимости электродинамических свойств композитов с последующим сравнением их с экспериментальными данными.

### ВЗАИМОСВЯЗЬ МОРФОЛОГИИ, ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ НАНОРАЗМЕРНОГО ЖЕЛЕЗА, ПОЛУЧЕННОГО ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ

<sup>1,2</sup>Терин Д.В., <sup>3</sup>Тозкопаран О., <sup>3</sup>Йыдырым О.,  
<sup>2</sup>Биленко Д.И., <sup>3</sup>Динсер И., <sup>2</sup>Добринский Э.К.,  
<sup>2</sup>Галушка В.В., <sup>2</sup>Вениг С.Б., <sup>3</sup>Элерман Я.

*<sup>1</sup>Энгельский технологический институт (филиал)  
СГТУ имени Гагарина Ю.А., Энгельс,  
e-mail: terinden@mail.ru;*

*<sup>2</sup>Саратовский государственный университет  
им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, e-mail: bil@sgu.ru;*

*<sup>3</sup>Анкарский государственный университет,  
Анкара, e-mail: elerman@ankara.edu.tr*

Целью данной работы являлся поиск эффективных методик многопараметровых исследований наночастиц и установление корреляции между их свойствами. С технологической точки зрения представляют интерес плазменный способ на основе высокотемпературной переконденсации. Исследовалась морфология, диэлектрические и магнитные свойства нанопорошков железа с удельной площадью поверхности 15, 15.5 и 100 м<sup>2</sup>/г. На основе SEM и AFM исследований обнаружено, что наночастицы сферические с внутренней структурой близкой к core-shell, также определены: среднечисленный, среднеповерхностный, среднеобъемный диаметры, на основе данных EDX и XRD анализа, по концентрации кислорода N<sub>O</sub> и железа N<sub>Fe</sub> (ECM) и по исследованию объемной плотности наночастиц (PDM) определены значения толщины оболочки *l* и внешнего диаметра *d* наночастицы. Исследованы величины коэрцитивной силы H<sub>c</sub>, намагниченности насыщения M<sub>s</sub> и остаточной намагниченности M<sub>r</sub>. Определялись частотные зависимости действительной и мнимой частей диэлектрической проницаемости композитной среды и проводимости наночастиц. Проводимость наночастицы имеет частотную степенную зависимость  $\sigma = \sigma_0 \omega^n$ ,  $\sigma_0 \sim 4,63 \cdot 10^{-18} - 5,15 \cdot 10^{-19}$  (при  $n \sim 1,99 - 2,16$ ) при изменении объемной доли металлической фазы в ядре от 0,1 до 0,2. Таким образом, проблема диагностики наноматериалов связана с их нестабильностью, высокой реакционной способностью и внутренней неоднородностью. Задачи установления исследуемых свойств наночастиц относятся к числу фундаментальных и их решение коренным образом определяет дальнейшую область применения ультрадисперсных материалов.