

1. Для формирования металлокерамических покрытий процессы, протекающие в зоне взаимодействия, должны соответствовать условиям нагрева в интервале 520...700°C.
2. Для формирования покрытия получаемого из смеси порошков железа и серпентина в условиях перемешивания в шаровой мельнице, необходимо использовать более мелкую фракцию железа.
3. Для образования связи между частицами серпентина и железа необходимо не только механическое воздействие, оказываемое падающими друг на друга шариками, но и какое-либо другое – возможно ультразвуковое и термическое.

**Список литературы:**

1. Зуев В.В., Лазарев С.Ю. и др. Новые подходы к процессам трения и износа // сайт <http://www.forsan.biz>
2. Телух Д.М., Кузьмин В.Н., Усачев В.В. // Трение, износ, смазка (электронный ресурс). – 2009. – №3. – 2с.
3. Ковалевская Ж.Г., Белявская О.А., Уваркин П.В. Исследование влияния температуры на взаимодействие геомодифицирующего материала и стальной детали // Изв. вузов. Физика. – 2011. – Т. 54. – №. 11/3 – С. 242-245.

**Исследование продуктов системы Fe-O, полученных плазмодинамическим методом**

Бракк И.С., Ломакина А.А., Сивков А.А., Ивашутенко А.С.  
brakkivan@mail.ru

*Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет*

Аннотация. В представленной работе показана возможность прямого плазмодинамического синтеза ультрадисперсных гетерофазных порошков оксидов железа принципиально новым высокоэффективным способом. Образование и сохранение значительного количества метастабильной (в обычных условиях орторомбической) модификации  $\epsilon - Fe_2O_3$  оксида железа является уникальной особенностью порошков плазмодинамического синтеза.

Введение. Нанодисперсные магнитные материалы на основе оксида железа имеют достаточно широкий спектр применений, в таких областях, как медицина, спинтроника, магнитные записывающие устройства. Также материалы системы Fe-O могут применяться в качестве сорбента тяжелых металлов для очистки природных и сточных вод и даже от загрязнения их нефтью. В том числе магнитные фазы Fe-O находят свое применение и в магнитных жидкостях [1-3].

Экспериментальная часть. Ультрадисперсный порошок оксида железа получен универсальным плазмодинамическим методом в гиперскоростной струе электроразрядной плазмы. Струя в замкнутом объеме камеры-реактора (КР) генерируется импульсным, сильноточным, коаксиальным магнитоплазменным ускорителем (КМПУ) со стальными электродами. Электропитание КМПУ осуществляется от емкостного накопителя энергии (ЕНЭ) с емкостью конденсаторной батареи  $C = 14,4$  мФ и зарядным напряжением  $U_{зар} = 4,0$  кВ, показаны в работе [4]. Ствол ускорителя изготавливается из отрезка стальной трубы

с диаметром цилиндрического ускорительного канала (УК)  $d_{ук} = 15$  мм и длиной  $l_{ук} = 224$  мм. Давление воздушной атмосферы в камере-реактора (КР) составило  $P_0 = 1,0$  атм. Так же основание ствола заполнено водой массой 1 грамм. В данном опыте вода выполняла несколько функций - выступала в качестве окислителя и являлась проводником.

Осциллограммы рабочего тока  $i(t)$ , напряжения  $U(t)$ , мощности  $P(t)$  и энергии  $W(t)$  на электродах ускорителя приведены на рис.1. В течение всего рабочего цикла происходит электроэрозионная наработка металла с поверхности УК. Эродированный металл поступает в плазму разряда и выносится сверхзвуковой струей, распыляясь в КР с образованием ультрадисперсных порошков (УДП) оксидов железа.

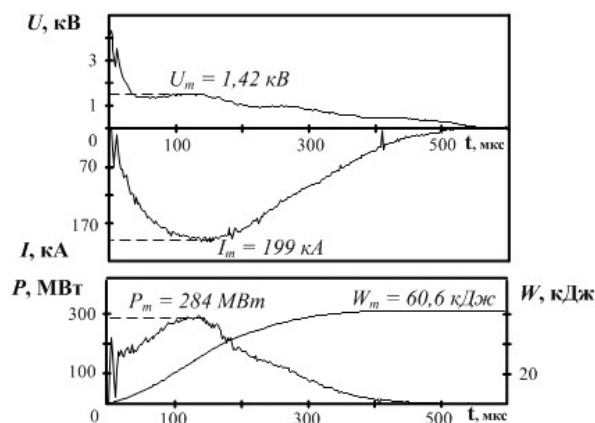


Рисунок 1. Осциллограммы рабочего тока  $i(t)$  и напряжения  $U(t)$ , мощности  $P(t)$  и энергии  $W(t)$  на электродах ускорителя

На рис.2 приведены в сравнении характерные рентгеновские дифрактограммы УДП (дифрактометр Shimadzu XRD-6000) полученных при  $P_0 = 1,0$  атм. выстрелом в воздушную атмосферу (1) и с использованием 1 грамма воды, как окислителя (2).

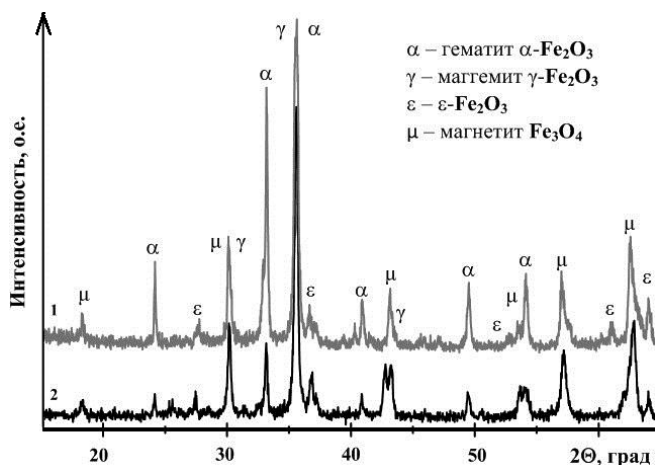


Рисунок 2. Характерные дифрактограммы УДП

Процентное содержание масс показывает, что наличие магнитных фаз во втором случае (рис. 2, кривая 2) гораздо выше, чем в первом случае (рис. 2, кривая 1). Являясь дополнительным окислителем (в первую очередь это воздушная атмосфера), вода

быстрее проводит окислительный процесс и, следовательно, в нашем случае мы имеем значительное увеличение фазы магнетита.

Так же были проведены дополнительные исследования полученного материала. Часть полученного порошка оксида железа была подвергнута температурному влиянию, нагрев происходил в течение часа при температуре 600°C. Необходимо было рассмотреть изменения магнитных свойств и размеров частиц оксидов железа под влиянием температуры и времени.

Вывод. Приведенные экспериментальные данные показали возможность синтеза нанодисперсных гетерофазных порошков оксида железа новым плазмодинамическим методом с относительно высокой производительностью и низкими энергетическими затратами.

Магнитные свойства nano размерных частиц определяются многими факторами – химический состав, тип кристаллической решетки, размер и форма, так же и взаимодействие их с другими частицами. Изменяя размеры, форму и состав частиц можно в определенных пределах управлять магнитными характеристиками материалов на их основе. Однако, контролировать все эти факторы при плазмодинамическом синтезе удастся далеко не всегда, поэтому и свойства однотипных материалов могут различаться.

#### **Список литературы:**

1. Губин С.П., Кокшаров Ю.А., Хомутов Г.Б., Юрков Г.Ю. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства// Успехи химии. – 2005. – №74(6). – С.539-574.
2. Осипов В.В., Платонов В.В., Уймин М.А., Подкин А.В. Лазерный синтез нанопорошков магнитных оксидов железа// Журнал технической физики. – 2012. – Т.82. – №4. – С.123-129.
3. Лютоев А.А., Смирнов Ю.Г. Моделирование поведения магнитных наночастиц в жидкой среде с целью разработки технологии очистки загрязненных нефтью сточных вод// Информационные технологии в управлении и экономике. – 2012. – №2. – Ухта, УГТУ.
4. Сивков А.А., Найден Е.П., Герасимов Д.Ю. Прямой динамический синтез нанодисперсного нитрида титана в высокоскоростной импульсной струе электроэрозионной плазмы// Сверхтвердые материалы. – 2008. – №5(175). – С.33-39.
5. Найден Е.П., Итин В.И., Магаева А.А., Терехова О.Г. Процессы старения в наноразмерных порошках феррошпинелей// Физика твердого тела. – 2009. – Т.51. – в.8. – С.1576-1579.

#### **Исследование морфологии тонкопленочного гетероперехода $p\text{-SnS}/n\text{-ZnO}$**

Дронова М. В.  
dronova.mariya@mail.ru

*Научный руководитель: к.т.н., доцент, Ан В.В., кафедра наноматериалов и нанотехнологий, ТПУ*

В работе представлены результаты исследования морфологии тонкопленочного гетероперехода  $p\text{-SnS}/n\text{-ZnO}$ , полученного методом магнетронного распыления в DC