

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ПОРОШКОВ МАГНЕТИТА ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

**Шут В.Н., д.ф.-м.н., проф., Кузнецов А.А., д.т.н., проф., Мозжаров С.Е., науч. сотр,
Куксевич В.Ф., ст. преп.**

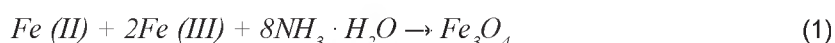
*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. Метод синтеза оксидов железа существенно влияет на характер температурных превращений и переходов между метастабильными состояниями. Поэтому было проведено исследование термической стабильности магнетита, полученного при воздействии ультразвука. Показано, что магнетит, полученный этим методом, может использоваться как агент гипертермической обработки при терапии онкологических заболеваний.

Ключевые слова: магнетит, термогравиметрический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия, локальная гипертермия.

Магнитные наночастицы являются уникальным средством для медицины и биологии. Их внедрение в практику является основой современного прогресса в областях диагностики и терапии, в том числе на клеточном и геномном уровнях. Магнитные однодоменные частицы, в частности наночастицы магнетита, широко применяют в качестве рентгеноконтрастных, сорбционных и транспортных средств, а также для магнитной гипертермии. Особенно актуальными являются работы по диагностике и терапии онкозаболеваний. Использование локальной гипертермии, когда магнитные наночастицы подвергают селективному нагреванию связанные с ними клеточные или молекулярные структуры за счет эффективного поглощения ими энергии высокочастотного электромагнитного поля, позволяет проводить терапию таких заболеваний без применения химических препаратов [1]. В связи с этим вызывает интерес изучение стабильности наночастиц магнетита при нагревании.

Анализируемый порошок магнетита был получен по разработанной нами методике с использованием ультразвука [2]. Ультразвук вводился в реакционную камеру при добавлении раствора аммиака в водный раствор солей двухвалентного и трехвалентного железа. Реакции образования магнетита происходит по следующей схеме:



Средний размер частиц магнетита полученного в условиях воздействия УЗ составлял 20–25 нм. Вторая характерная особенность материалов, полученных при УЗ-воздействии, – округлая форма частиц (отсутствие острых углов). Этот момент очень важен в контексте применения магнетита при адресном терапевтическом воздействии.

Исследование термостабильности было проведено на дифференциальном сканирующем калориметре STA 449F фирмы NETZSCH. Прибор позволяет провести как дифференциальную сканирующую калориметрию, так и термогравиметрический анализ. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) – это термоаналитическая методика, в которой разница в количестве тепла, необходимого для повышения температуры образца и эталона, измеряется как функция температуры. И образец, и эталон поддерживаются при практически одинаковой температуре в течение всего эксперимента [3]. Термогравиметрический анализ (ТГ) – метод термического анализа, при котором регистрируется изменение массы образца в зависимости от температуры [4]. При синхронном ТГ-ДСК анализе одновременно измеряется изменение теплового потока и массы образца как функция от температуры. Такой синхронный анализ не только увеличивает производительность измерений, но и упрощает интерпретацию результатов, благодаря возможности отделить эндо- и экзотермические процессы, не сопровождающиеся изменением массы (например, фазовые переходы) от тех, при которых происходит изменение массы (например, дегидратация).

Полученные нами кривые термогравиметрического анализа (ТГ), показывающие изменение (уменьшение/увеличение) массы образцов при нагревании/охлаждении, а также кривые

дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), отражающие тепловые эффекты (экзопика вверх, эндопика вниз), вызванные химическим и фазовыми превращениями образцов в ходе нагрева/охлаждения представлены на рисунках 1 и 2. Исследования в атмосфере азота проводились для сравнения, так как они не представляют практической ценности с целью использования полученных порошков в качестве гипертермических агентов. Для измерения брали навески по 10 мг, нагревание до 560 °С и охлаждение до 35 °С осуществляли со скоростью 10°/мин.

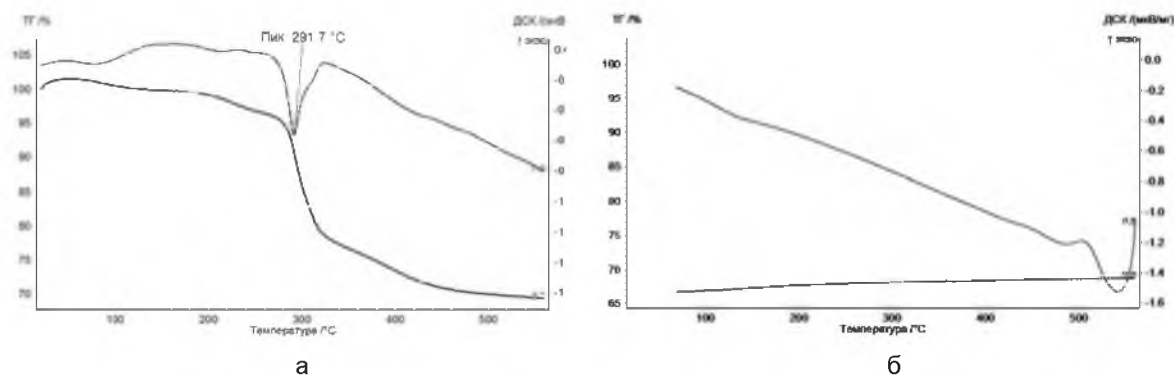


Рисунок 1 – Кривые ДСК и ТГ в атмосфере азота (а – нагрев, б – охлаждение)

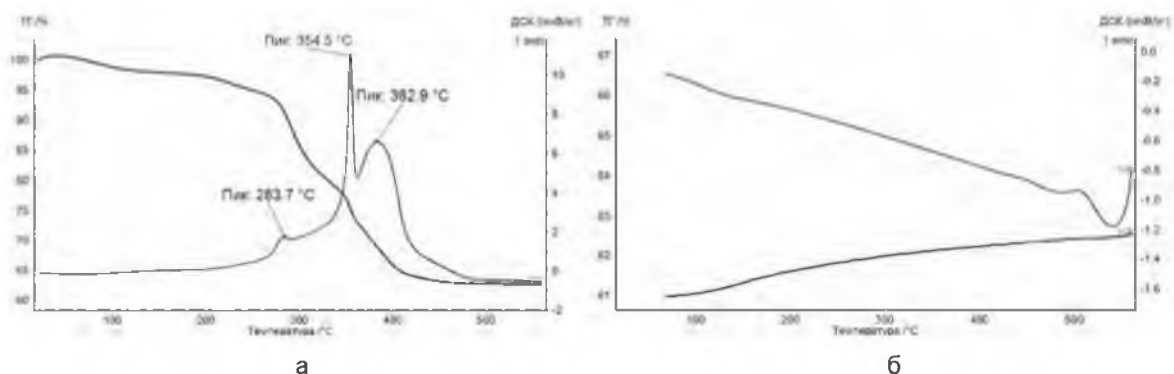


Рисунок 2 – Кривые ДСК и ТГ на воздухе (а – нагрев, б – охлаждение)

Убыль массы при температурах ниже 200 °С как в атмосфере азота, так и на воздухе очень незначительна (размытый эндопик при 80–120 °С), и, вероятно, связана с удалением физически сорбированной (слабосвязанной) воды. При дальнейшем нагревании образца происходит резкое уменьшение массы, вероятно, за счет удаления структурной воды. Наблюдаемые экзоэффекты при нагревании на воздухе при температуре выше 200 °С вызваны структурной перестройкой Fe^{2+} в Fe^{3+} . В этот момент происходит зарождение новой фазы $\gamma-Fe_2O_3$, являющейся продуктом низкотемпературного окисления [5]. Указанные фазы различаются окраской и наличием у оксида Fe_3O_4 избыточных атомов кислорода, которые не влияют на магнитные свойства.

Таким образом, показано, что магнетит, полученный с использованием ультразвука, может использоваться как агент гипертермической обработки при терапии онкологических заболеваний.

Список использованных источников

1. Шпак, А. П. Нанокomпозиты медико-биологического назначения на основе ультрадисперсного магнетита / А. П. Шпак и др. // Физико-химия наноматериалов и супрамолекулярных структур. Київ: Наук. думка, – 2007. – Т.1. – С. 45 – 87.
2. Шут, В. Н. Морфология и дисперсность порошков магнетита, полученных при воздействии ультразвука / В. Н. Шут, С. Е. Мозжаров, В. Ф. Куксевич // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С. Фундаментальные науки. Физика. 2019, №4, С. 96 – 100.
3. Дифференциальная сканирующая калориметрия [Электронный ресурс] Режим доступа. – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Дифференциальная сканирующая калориметрия](https://ru.wikipedia.org/wiki/Дифференциальная_сканирующая_калориметрия). – Дата доступа: 15.11. 2022.

4. Термогравиметрия [Электронный ресурс] Режим доступа. – <https://ru.wikipedia.org/wiki/Термогравиметрия>. – Дата доступа: 15.11. 2022.
5. Юрьев, Б. П. Исследование процесса окисления магнетита / Б. П. Юрьев, В. А. Гольцев // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2016. – Т. 59. № 10. – С. 735–739.

УДК621.865.8

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА ASEA IRB-6

Стельмах Н.В., студ., Белов А.А., к.т.н., доц.
Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассмотрен выбор управляющего устройства и источника питания системы управления промышленного робота.

Ключевые слова: микроконтроллер, источник питания.

Модернизация промышленного робота

В ходе работы с роботом было принято решение модернизировать систему управления, а точнее заменить микропроцессор Intel 8008 на микроконтроллер ATmega 8, подобрать источник питания для системы управления, выбрать дополнительные элементы.

Выбор управляющего устройства

В качестве управляющего устройства предлагается использовать 8-разрядные микроконтроллеры ATmega семейства AVR фирмы Atmel. Микроконтроллер является центральным элементом системы управления и отвечает за прием сигналов управления, формирование импульсов управления силовыми транзисторами, индикацию необходимых величин на светодиодном индикаторе. С учетом количества задействованных входов/выходов и периферийных устройств выбираем микроконтроллер ATmega8 в качестве управляющего устройства (рис.1). Данный контроллер имеет 23 входа/выхода из требуемых 22, а также два 8-разрядных таймера для индикации и 16-разрядный таймер для задания временных интервалов для изменения скорости.

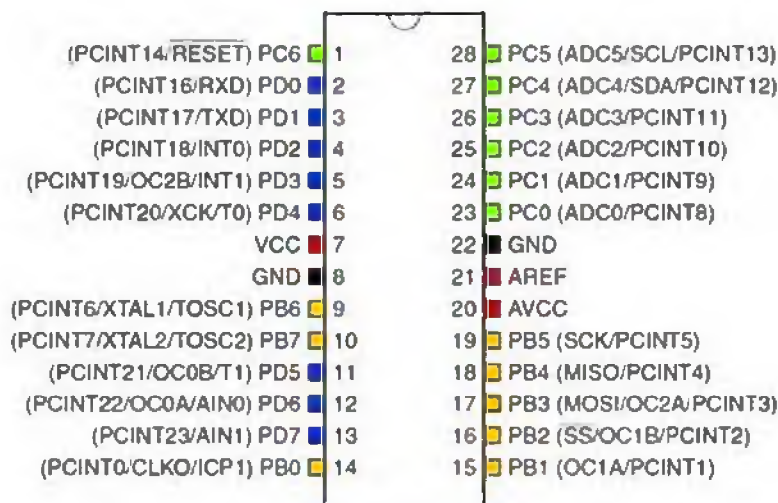


Рисунок 1 – Расположение и назначение выводов микроконтроллера ATmega8

Назначение выводов:

VCC – напряжение питания;