

МОСКОВСКИЙ ГОРОДСКОЙ КОНКУРС НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОЕКТНЫХ РАБОТ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Межрайонный совет директоров образовательных организаций СВАО № 3

Исследовательская работа

**Ферромагнитные жидкости**

*Выполнил:*

Артамонов Максим  
Учащийся 10 класса  
ГБОУ Школы № 1430

*Научный руководитель:*

Алябьева Наталья Михайловна,  
учитель ГБОУ Школы № 1430

---

Москва

## **Обоснование темы**

С интенсивным развитием науки в последние десятилетия и стремительно ворвавшимся в научную лексику термином «нано», магнетизм наноразмерных объектов оказался едва ли не самой «горячей» наряду с фуллеренами и углеродными нанотрубками темой не только в научных журналах, но и на слуху едва ли ни у каждого человека. Магнитные наноматериалы, к которым относятся магнитные нанопорошки, молекулярные магниты, магнитные жидкости, обладают огромным потенциалом и несут в себе если не технологическую революцию, то множество важных фундаментальных открытий и перспективных технологических применений. В ряду магнитных наноматериалов большое место занимают ферромагнитные жидкости.

### **Постановка цели и задач**

#### ***Цель***

Изучить ферромагнитные жидкости, их свойства и возможный спектр применения. А также создать ферромагнитную жидкость в домашних условиях.

#### ***Задачи***

1. Провести информационный обзор на следующие темы:
  - а) Что такое ферромагнитные жидкости?
  - б) Свойства ферромагнитных жидкостей.
  - в) Возможное использование.
2. Сделать ферромагнитную жидкость в домашних условиях.
3. Описать результаты и обосновать выводы.

#### ***Гипотеза***

На основании рецептов, выложенных в интернете можно сделать ферромагнитную жидкость в домашних условиях.

#### ***Методика***

#### ***Предмет исследования:***

- Свойства ферромагнитной жидкости.

## ***Объект исследования***

Ферромагнитная жидкость.

## ***Материалы и методы исследования***

Для создания ферромагнитной жидкости необходимо следующее оборудование: тонер для принтера хорошего качества, массой 150 г, моторное масло, достаточно сильный магнит, небольшую (лабораторную) электроплитку, стеклянную чашку на 500 мл. Масло вливается небольшими порциями в порошок тонера, находящийся в чашке на плитке и размешивается с помощью мешалки до однородного состояния (густой сметаны).

## ***Собственные данные***

### ***Литературный обзор***

Ферромагнитные жидкости представляют собой коллоидные системы, состоящие из ферромагнитных или ферримагнитных частиц нанометровых размеров, находящихся во взвешенном состоянии в несущей жидкости, в качестве которой обычно выступает органический растворитель или вода. Для обеспечения устойчивости такой жидкости ферромагнитные частицы связываются с поверхностно-активным веществом (ПАВ), образующим защитную оболочку вокруг частиц и препятствующем их слипанию из-за магнитных сил.

Ферромагнитные жидкости устойчивы: их твердые частицы не слипаются и не выделяются в отдельную фазу даже в очень сильном магнитном поле. Тем не менее, ПАВ в составе жидкости имеют свойство распадаться со временем (примерно несколько лет), и в конце концов частицы слипнутся, выделятся из жидкости и перестанут влиять на реакцию жидкости на магнитное поле. Также ферромагнитные жидкости теряют свои магнитные свойства при своей температуре Кюри, которая для них зависит от конкретного материала ферромагнитных частиц, ПАВ и несущей жидкости.

Под воздействием довольно сильного вертикально направленного магнитного поля поверхность жидкости с парамагнитными

свойствами самопроизвольно формирует регулярную структуру из складок. Этот эффект известен как «нестабильность в нормально направленном поле». Формирование складок увеличивает свободную энергию поверхности и гравитационную энергию жидкости, но уменьшает энергию магнитного поля. Такая конфигурация возникает только при превышении критического значения магнитного поля, когда уменьшение его энергии превосходит вклад от увеличения свободной энергии поверхности и гравитационной энергии жидкости. У ферромагнитных жидкостей очень высокая магнитная восприимчивость, и для критического магнитного поля, чтобы возникли складки на поверхности, может быть достаточно маленького стержневого магнита.

#### Использование:

- ✓ Ферромагнитные жидкости используются для создания жидких уплотнительных устройств вокруг вращающихся осей в жёстких дисках. Вращающаяся ось окружена магнитом, в зазор между магнитом и осью помещено небольшое количество ферромагнитной жидкости, которая удерживается притяжением магнита. Жидкость образует барьер, препятствующий попаданию частиц извне внутрь жёсткого диска. Согласно утверждениям инженеров Ferrotec Corporation, жидкие уплотнители на вращающихся осях в норме выдерживают давление от 3 до 4 фунтов на квадратный дюйм (примерно от 20 до 30 кПа), но такие уплотнители не очень годятся для узлов с поступательным движением (например, поршней), так как жидкость механически вытягивается из зазора.
- ✓ Ферромагнитная жидкость способна снижать трение. Нанесенная на поверхность достаточно сильного магнита, например, неодимового, она позволяет магниту скользить по гладкой поверхности с минимальным сопротивлением.
- ✓ Ferrari использует магнитореологические жидкости в некоторых моделях машин для улучшения возможностей подвески. Под

воздействием электромагнита, контролируемого компьютером, подвеска может мгновенно стать более жесткой или более мягкой.

- ✓ NASA проводило эксперименты по использованию ферромагнитной жидкости в замкнутом кольце как основу для системы стабилизации космического корабля в пространстве. Магнитное поле воздействует на ферромагнитную жидкость в кольце, изменяя момент импульса и влияя на вращение корабля.
- ✓ Ферромагнитные жидкости имеют множество применений в оптике благодаря их преломляющим свойствам. Среди этих применений измерение удельной вязкости жидкости, помещенной между поляризатором и анализатором, освещаемой гелий-неоновым лазером.
- ✓ Ведется много экспериментов по использованию ферромагнитных жидкостей для удаления опухолей.

### ***Практическая часть***

Для создания ферромагнитной жидкости были использовано следующее оборудование: тонер для принтера хорошего качества, массой 150 г, моторное масло, достаточно сильный магнит, небольшая (лабораторная) электроплитка, стеклянная чашка на 500 мл. Масло вливалось небольшими порциями в порошок тонера, который находился в чашке и размешивался на плитке с помощью мешалки до однородного состояния (густой сметаны). В результате была получена суспензия, которая намагничивалась, то есть ферромагнитная жидкость.

Рис. 1. Этапы приготовления ферромагнитной жидкости.





## Результаты исследования

1. Произведен поиск и анализ литературы по заданной теме.
  - Изучены состав и свойства ферромагнитных жидкостей.
  - Изучено применение ферромагнитных жидкостей.
2. Создана ферромагнитная жидкость в домашних условиях на основе тонера принтера и моторного масла.

## Анализ, выводы

Из-за своих необычных свойств ферромагнитные жидкости имеют широкий спектр применения.

Несмотря на наши знания о ферромагнетиках и ферромагнитных жидкостях, данное направление является перспективным для дальнейшего изучения и поиска новых возможностей.

## Литература

1. Алексинский В. Н.; "Занимательные опыты по химии", М.: Просвещение, 1995г.
2. <http://www/zircon81/narod.ru>
3. <http://www.novosti-kosmonavtiki.ru/>
4. <http://kmf.math.usu.ru/index.php/sciens/43>
5. <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=16989>
6. <http://magneticliquid.narod.ru/authority/012.htm>
7. <http://www.future-weapons.ru/2011-11-06-10-10-00/2011-11-06-10-18-16/43-2011-11-06-14-17-57>