

# Синтез водной феррожидкости



Выполнила: студентка группы ФЕР-203  
Урлахер Н.А.

# Актуальность:

- **Феррожидкость (магнитная жидкость)** - это искусственно синтезируемая стабильная коллоидная система ферромагнитных наночастиц(размером приблизительно 100 ангстрем или 10 нм), покрытых поверхностно-активным веществом в жидкой среде [1].
- **Ферромагнетики** - это вещества, обладающие самопроизвольной намагниченностью, которая сильно изменяется под влиянием внешних воздействий - магнитного поля, деформации, температуры.
- **Поверхностно-активное вещество** - это соединение, которое не позволяет наночастицам формировать регулярную и однородную структуру, а так же не позволяет им слишком сильно соединяться, поскольку они потеряют внешний вид жидкости. Оно отодвигает их друг от друга ровно настолько, чтобы они были связаны, но не вместе, что достигается за счет создания поверхностного натяжения между ними. Для предотвращения коагуляции в жидкую основу вводят ПАВ, которые образуют на магнитных частицах защитные адсорбционные слои, тем самым препятствуя расслоению жидкой и твёрдой фаз. Намагниченность возникает за счет внешнего магнитного поля.

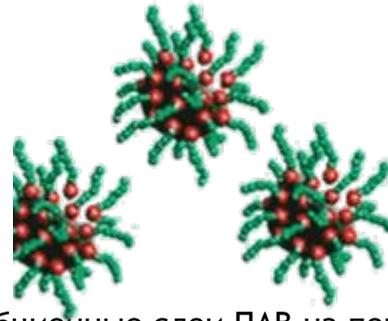


Рис. 1. Адсорбционные слои ПАВ на поверхности частиц

- **Феррожидкости становятся очень сильно намагниченными в присутствии магнитного поля.**
- **Магнитное поле** - это силовое поле, действующее на движущиеся электрические заряды и на тела, обладающие магнитным моментом(физическая величина, способствующая создавать и воспринимать магнитное поле), независимо от состояния их движения.
- **Научная значимость:** создание надежных теоретических основ для промышленного применения концентрированных феррожидкостей и способствовать их дальнейшему развитию( т.к. они наиболее сильно реагируют на приложенное внешнее магнитное поле)
- **Практическая значимость:** с использованием магнитных жидкостей применяются новые методы медицинской диагностики и лечения.



Следовательно, целью настоящей работы является - синтез водной феррожидкости.

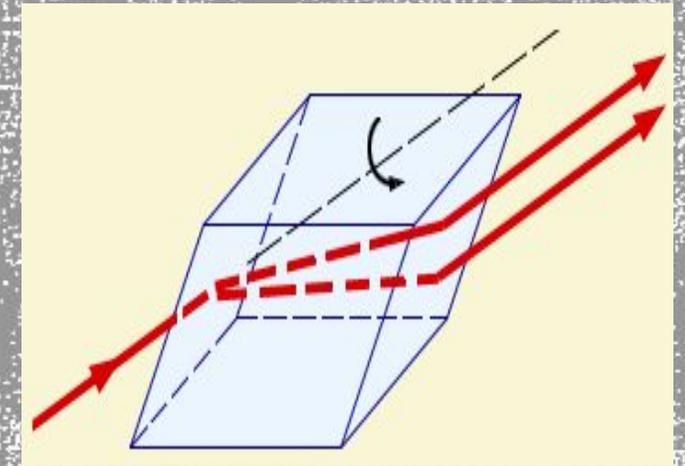
**Для достижения цели были поставлены следующие задачи:**

- 1. Изучить свойства ферромагнитной жидкости;
- 2. Показать способы синтеза феррожидкости;
- 3. Получить магнитную жидкость на водной основе;
- 4. Выяснить сферы применения ферромагнитной жидкости.



# Свойства феррожидкости

- 1. Феррожидкости обладают очень сильными магнитными свойствами: когда магнитная жидкость не подвергается воздействию какого-либо магнитного поля, магнитные моменты, переносимые наночастицами, ориентированы случайным образом. То есть, общая намагниченность жидкости равна нулю. В то время, когда феррожидкость подвергается воздействию магнитного поля, то наблюдается намагничивание. Моменты частиц стремятся выровняться с полем, которому они подвергаются (образуясь в так называемые «шпильки»).
- 2. Частицы феррожидкости также обладают особыми оптическими свойствами: они двулучепреломляющие и дихроичные (свойства при освещении неполяризованным светом казаться двухцветным при наблюдении под определенным углом через прозрачность) под действием магнитного поля[2].



# Способы получения феррожидкости

Процесс получения магнитной жидкости состоит из двух основных стадий: получения магнитных частиц коллоидных размеров и стабилизации их в жидкой основе. Основная особенность этого процесса состоит в том, что обе стадии совмещены во времени: чтобы предотвратить слипание частиц под действием сил притяжения, образование адсорбционных слоёв на поверхности магнитных частиц должно происходить в момент появления последних. Малые частицы можно получить, измельчая более крупные или выращивая их из молекул раствора[3].

- 1. Метод диспергирования - эффективный способ получения магнитной жидкости, который заключается в измельчении грубых частиц твердых тел в присутствии поверхностно-активного вещества до коллоидных размеров.
- Основные недостатки этого метода: большая длительность, трудоемкость процесса дробления и низкая производительность. Кроме того, полученная этим способом дисперсная фаза характеризовалась значительным разбросом частиц по размерам.
- 2. Метод конденсации - самопроизвольный процесс, при котором частицы коллоидных размеров могут образовываться благодаря объединению (конденсации) отдельных молекул тел в присутствии поверхностно-активного вещества. Данный метод включает в себя: метод вакуумной конденсации, метод химической конденсации и др.
- Недостатками указанного метода являются многостадийность и длительность работы.



# Получение ферромагнитной жидкости на водной основе( метод химической конденсации)

Используемые материалы (исходные растворы для 50 препаратов)[4]:

- HCl ( 21 мл конц-й HCl растворить в 250 мл воды) для приготовления растворов железа
- $\text{FeCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4$  - требуется 1 мл (растворить 19,9 г в 50 мл HCl. Необходимо проверить цвет при взвешивании твердого вещества. Вещество должно приобрести ярко-желтый цвет. Этот материал легко растворяется, но раствор вступает в реакцию с кислородом и должен быть свежеприготовленным)
- $\text{FeCl}_3(\text{H}_2\text{O})_6$  -требуется 4 мл (растворить 54,1 г в 200 мл HCl. Этот материал зачастую медленно растворяется. Раствор должен приобрести темно-желтый цвет)
- $\text{NH}_3$ - требуется 50 мл (нужно разбавить не менее 200 мл концентрированного гидроксида аммония водой до 3,0 л. Можно использовать бытовой аммиак; его концентрация варьируется и первоначальная оценка составит 1,0 л бытового аммиака, разбавленного до 3,0 л) Открытые контейнеры с аммиаком будут плохо пахнуть, а их концентрация уменьшится, что приведет к плохим результатам.
- 25% гидроксида тетраметиламмония - требуется 1-2 мл( используется в качестве ПАВ)



# Оборудование:

- Бюретка ( также можно использовать отдельные пипетки) для измерения растворов железа
- Мензурки объемом 100 или 150 мл
- Разделительная воронка или пипетка для медленного добавления раствора аммиака
- Стеклянная палочка для перемешивания
- Пластиковые весовые лодки
- Одноразовые перчатки
- Сильные магниты для рукоделия



1. Для начала, убедилась в том, что растворы железа хороши, так как Fe (II) медленно реагирует с O<sub>2</sub>, превращаясь в Fe (III). Затем растворили двухвалентное и трехвалентное железа в соляной кислоте, чтобы получить хлорид железа (II) и хлорид железа (III). Проверили цвета раствора, т.е. мы должны получить в первом случае ярко-желтый раствор, а во втором - темно-желтый.



2. Добавили 4,0 мл раствора FeCl<sub>3</sub> и 1,0 мл раствора FeCl<sub>2</sub> в мензурку объемом 100 или 150 мл. Затем в полученную смесь по каплям добавляем водный раствор аммиака в течение примерно 5-10 минут, добавляя примерно по 1 мл каждые 10 секунд. В процессе этого шага жидкость должна приобрести темный(черный) цвет. Полученный цвет указывает на то, что произошла значительная реакция между смесью и раствором аммиака, в результате которой образовался оксид железа Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.



- 3. При помощи магнита проверили притяжение частиц оксида железа. Далее, необходимо магнетику отстояться. Чтобы ускорить процесс отстаивания, можно поместить магнит под мензурку. Отделившуюся жидкость слили в другую свободную емкость, без потери значительного количества твердого вещества. Это работает лучше всего, если держать магнит под мензуркой.



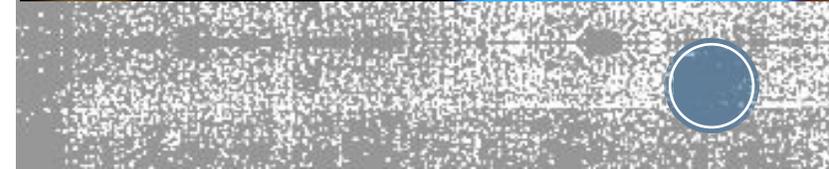
- 4. Используя несколько капель дистиллированной воды из промывочной бутылки перелили оксид железа в весовую лодку. Затем, также отделяем магнетит от жидкости и сливаем не нужное.



- 5. Убираем магнит и добавляем 1-2 мл 25%-ного гидроксида тетраметиламмония, после чего перемешиваем полученное стеклянной палочкой. Далее, используем магнит, чтобы притянуть получившуюся феррожидкость ко дну весовой лодки. Темную жидкость необходимо слить. Если феррожидкость не выплескивается, продолжаем перемещать сильный магнит, выливая всю ненужную жидкость.

- 6. На этом этапе феррожидкость готова. Для убеждения, помещаем магнит под весовую лодку и начинаем его перемещать. Мы видим, что под действием магнита образуются так называемые «шпы», которые свидетельствуют о том, что мы получили феррожидкость.

- Все шаги работы более подробно показаны на видео <http://www.youtube.com/watch?v=srUj4EsOW0M>



# Сферы применения ферромагнитной жидкости[5]

- 1. В медицине - феррожидкости используются в качестве соединения, присутствующего в контрастных веществах, а именно в веществах, которые пьют (или вводят) перед выполнением метода диагностической визуализации для получения фотографий более высокого качества.
- 2. В машиностроении - используют для уменьшения трения между механическими конструкциями, она скользит по ним практически без трения (феррожидкость почти не оказывает сопротивления), сохраняя при этом их функциональность.
- 3. При измерении - феррожидкости обладают мощными преломляющими свойствами. То есть свет меняет направление и скорость, проходя через них. Это делает их интересными в области оптики.



**Таким образом на основании проведенных исследований, были получены следующие выводы:**

- 1. Изучили свойства ферромагнитной жидкости;
- 2. Показали наиболее известные способы синтеза феррожидкости;
- 3. Получили магнитную жидкость на водной основе;
- 4. Выяснили сферы применения ферромагнитной жидкости.

