
Получение и применение ферромагнитной жидкости

Веклич А.В,
Ерушевич Д.А,
Борисов Р.А,
Рачек В.Б.

Институт инженерной физики и радиоэлектроники СФУ
660074, Красноярск, ул. Киренского 26.
E-mail: veklich95@mail.ru

В данной статье рассматриваются способ получения ферромагнитной жидкости, спектр ее применения на производстве.

Ключевые слова: Ферромагнитная жидкость, феррофаза.

This article discusses a method for producing a ferromagnetic fluid, the spectrum of its application in the workplace.

Keywords: Ferrofluid, ferrophase.

Ферромагнитные жидкости состоят из частиц нанометровых размеров (обычный размер 10 нм или меньше) магнетита, гематита или другого материала, содержащего железо, взвешенных в несущей жидкости. Они достаточно малы, чтобы тепловое движение распределило их равномерно по несущей жидкости, чтобы они давали вклад в реакцию жидкости в целом на магнитное поле. Аналогичным образом ионы в водных растворах парамагнитных солей (например, водный раствор сульфата меди(II) или хлорида марганца(II)) придают раствору парамагнитные свойства.

Ферромагнитные жидкости это коллоидные растворы — вещества, обладающие свойствами более чем одного состояния материи. В данном случае два состояния это твердый металл и жидкость, в которой он содержится. Эта способность изменять состояние под воздействием магнитного поля позволяет использовать ферромагнитные жидкости в качестве уплотнителей, смазки, а также может открыть другие применения в будущих наноэлектромеханических системах.

Для обеспечения устойчивости ФЖ частицы связываются с поверхностно-активным веществом (ПАВ), образующим защитную оболочку вокруг частиц и препятствующем их слипанию из-за Ван-дер-Ваальсовых или магнитных сил. Несмотря на название, ферромагнитные жидкости не проявляют ферромагнитных свойств, поскольку не сохраняют остаточной намагниченности после исчезновения внешнего магнитного поля. На самом деле ферромагнитные жидкости являются парамагнетиками и их часто называют «супермагнетиками» из-за высокой магнитной восприимчивости. Ферриты-химические соединения оксида железа Fe_2O_3 с оксидами других металлов.

Рассмотрим принцип получения ферромагнитной жидкости.

Выделим основные задачи:

- 1) получить высокодисперсные частицы феррофазы;
- 2) стабилизировать их в жидкости-носителе.

Оценки показывают, что для обеспечения устойчивости МЖ, необходимо обеспечить получение частиц ферромагнетика размером 500- 2000 нм. Достичь таких размеров можно или измельчая крупные частицы магнетика, или же выращивая их из молекулярных размеров до коллоидных. Второй очень важной технологической особенностью получения магнитных

жидкостей, высоко дисперсных магнитных материалов является защита коллоидных частиц от окисления и предотвращения агломерации и коагуляции как в процессе получения, так и при переводе частиц в коллоидное состояние в жидкости-носителе. Наиболее успешно эта задача решается путем получения высокодисперсных частиц непосредственно в жидкости-носителе и стабилизации их ПАВ в момент или сразу после их образования. Условием эффективной стабилизации частиц является совместимость феррофазы, стабилизатора и дисперсионной среды, при этом наилучшими стабилизаторами оказываются такие вещества, которые хорошо адсорбируются на поверхности частиц феррофазы, а свободной частью своей молекулы хорошо растворяются в жидкости-носителе. Этим условиям обычно хорошо отвечают вещества с длинной углеводородной цепочкой (C10-C20) содержащие функциональные группы (-ОН, -NH₂, -COОН, SO₃H и т.д.). Способы получения коллоидных систем МЖ можно разделить на методы диспергирования и методы конденсации.

Для получения МЖ в химической лаборатории использовался метод конденсации высокодисперсного магнетита, в основе которого лежит реакция солей железа (II) и (III) в щелочной среде: $FeSO_4 \cdot 7H_2O + 2FeCl_3 \cdot 6H_2O + 8NH_3 \cdot H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 6NH_4Cl + (NH)_2SO_4 + 20H_2O$

Реактивы: FeSO₄*7H₂O; FeCl₃*6H₂O; 25%-ный раствор аммиака, дистиллированная вода, мыло.

Предложенные для проведения эксперимента массы веществ были уменьшены в четыре раза.

1. В дистиллированной воде растворить FeSO₄*7H₂O и FeCl₃*6H₂O (при слабом подогреве и несильном помешивании).

2. Полученный раствор отфильтровать в другую колбу для отделения от механических примесей.

3. Залить в чистую колбу 25%-ный раствор аммиака.

4. Тонкой струей влить отфильтрованный раствор в колбу с «аммиачной водой» при интенсивном помешивании. Коричнево-оранжевый раствор мгновенно превращается в суспензию черного цвета.

5. Долить к получившемуся раствору немного воды и поставить колбу с образовавшейся смесью на магнит на 30 мин.

6. После выпадения частиц магнетита на дно колбы (под действием сил магнитного поля), крайне осторожно слить около 2/3 раствора, придерживая осадок магнитом. Снова залить дистиллированную воду в колбу, в таком же количестве, и хорошо перемешивая раствор. Поставить колбу на магнит. Повторять эти действия до тех пор, пока рН сливного раствора не станет нейтрален.

7. Получившуюся суспензию отфильтровать и собрать осадок.

8. Осадок смешать с заранее полученным ПАВ.

9. Нагреть полученную смесь в течение часа (t=80°С), хорошо перемешивая.

10. Охладить полученную смесь до комнатной температуры. Добавить дистиллированной воды и тщательно размешать.

Разведенную в воде смесь поставить на магнит на несколько часов, после чего ферромагнитная жидкость готова.

Магнитные жидкости (МЖ) — это уникальный технологический искусственно синтезированный материал, обладающий жидкотекучими магнитоуправляемыми свойствами

с широкими перспективам применения в технике, медицине, экологии. МЖ обладает всеми преимуществами жидкого материала — малым коэффициентом трения в контакте с твердым телом, возможностью проникать в микрообъемы, способностью смачивать практически любые поверхности и др. В то же время, магнитоуправляемость МЖ позволяет удерживать ее в нужном месте устройства под действием магнитного поля. Сейчас для магнитных жидкостей придумали множество полезных применений: для уплотнения валов и поршней, для «вечной» смазки, для сбора нефти, разлитой на воде, для обогащения полезных ископаемых, для лечения и диагностики многих болезней и даже для прямого превращения тепловой энергии в механическую. Рассмотрено некоторые наиболее интересные и перспективные области применения магнитной жидкости.

Сформируем вывод о проделанной работе.

Магнитные жидкости, обладают, огромным потенциалом и несут в себе, если не технологическую революцию, то множество важных фундаментальных открытий и перспективных технологических применений.

Список литературы

1. Арефьев И.М. «Применение магнитных жидкостей. Магнитная смазка». Москва: Наука, 2000г.
2. Берлин М.А., Грабовский Ю.П., Соколенко В.Ф., Пиндюрина Н.Г. Некоторые вопросы технологии получения ферромагнитных жидкостей, Иваново, 1981г.
3. Контарев А.В., Стадник С.В., Лешунков В.А. «Применение магнитных жидкостей. Успехи современной науки», 2006г.
4. Северцев Л.Г. Статья «Магнитные жидкости — яд для рака!» Журнал «Молекулярная медицина» № 3, 2003г.
5. Сенатская И.И., Байбуртский Ф.С. «Жидкость, которая твердеет в магнитном поле» Химия и жизнь, 2002г.