

## Применение ресурсосберегающих методов в технологии получения магнитной жидкости

*Баглаева Маргарита Сергеевна*

*Карташов Роман Олегович, Ушакова Елена Сергеевна*

*Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева*

*Научный руководитель: доцент, канд. техн. наук Ушаков Андрей Геннадьевич*

[BagRitaS@mail.ru](mailto:BagRitaS@mail.ru)

Промышленность в 21 веке достигла высоких показателей. Но важной задачей многих ее отраслей является уменьшение силы трения механизмов, работающих деталей машин. Для снижения силы трения используют специальные смазочные материалы, но в большинстве своем они не соответствуют требованиям, и срок их эксплуатации не долговечен. Помимо этого обязательная очистка и утилизация смазочных материалов является проблемой из-за дорогой стоимости.

В настоящее время перспективным становится использование магнитных жидкостей. Сочетание текучести и суперпарамагнитных свойств открыло многочисленные новые приложения магнитных жидкостей не только в технике, но и в машиностроении, экологии и медицине.

Магнитные жидкости (МЖ) – стабилизированные коллоидные растворы ферромагнетиков в некоторой жидкости – носителе, их магнитные свойства определяются содержанием твердой магнитной составляющей, которая может достигать 25 объемных процентов. МЖ представляют собой взвесь однодоменных микрочастиц ферро- и ферритмагнетиков в жидкой немагнитной среде (керосине, воде, толуоле, минеральных и кремнийорганических маслах и т. п.).

Магнитные свойства МЖ определяются объемным содержанием твердой фазы, которое может достигать 25 процентов. Магнитная восприимчивость МЖ на несколько порядков больше, чем у однородных парамагнитных жидкостей. Ее величина зависит от размера частиц и их объемной концентрации. Тем не менее, увеличение размеров частиц ограничено возможностью слипания частиц вследствие их большого магнитного момента или нарушения условия однодоменности. Поэтому в устойчивых магнитных коллоидах обычно размер частиц не превышает 100 – 150 нм. Наиболее распространенной магнитной жидкостью является МЖ на основе керосина с дисперсными магнетитовыми частицами и олеиновой кислотой в качестве стабилизатора. Основным средством управления магнитными жидкостями является магнитное поле.

Цель работы – изучение процесса синтеза магнитной жидкости в лабораторных условиях.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

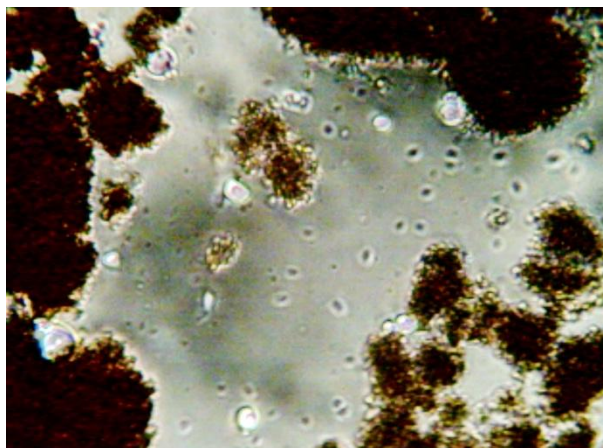
1. Провести синтез магнитной жидкости с использованием стабилизатора в виде олеиновой кислоты;
2. Определить возможные направления использования промывных растворов.

Экспериментальные исследования по получению магнитной жидкости осуществляли следующим образом:

1. Взяли 75 г  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и 150 г  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , смешали вещества в фарфоровой чашке и растолкли до однородной массы.
2. Полученную смесь растворили в 1150 мл дистиллированной воды, тщательно размешивая.
3. Отфильтровали полученный раствор в стакан.
4. Отмерили 800 мл  $\text{NH}_4\text{OH}$  и влили его в стакан с отфильтрованным раствором тонкой струей, интенсивно размешивая.
5. Полученный раствор поставили на постоянный магнит для того, чтобы частицы осели.
6. Когда частицы осели на дно, 1/3 часть раствора перелили, придерживая частицы магнитом. Затем в стакан набрали дистиллированную воду и перемешали стеклянной палочкой разбавленное вещество. После осаждения 1/3 вылили и повторяли процедуру до того момента, пока раствору не соответствовал  $\text{pH}=7-9$ .
7. После промывки магнетит высушивали для удаления воды, в течение 1 часа, затем приготовил смесь олеиновой кислоты и керосина (1:3) перемешивали, соединяли с магнетитом.
8. Полученную смесь нагревали в течение 40 минут при температуре 80-90 градусов, потом снижали температуру до 50 градусов. Происходило расслаивание смеси.
9. Водный слой отделяли декантацией в делительной воронке после отстаивания.
10. Центрифугировали полученную смесь.

В результате была получена жидкость, обладающая магнитными свойствами. Были проведены исследования процессов структурообразования под оптическим микроскопом LCD MICRO BRESSER с использованием линз с увеличением в 100 и 400 раз. Реплики готовили следующим образом: исходная магнитная жидкость разбавляли до концентрации 0,1 %, полученный раствор наносили на подложку и

высушивали в естественных условиях. На рис. 1 показан характерный снимок образа магнитной жидкости. Отмечено наличие частиц магнетита, объединенных в агрегаты, реагирующие на приложение магнитного поля.



*рис. 1. Фотография образца магнитной жидкости, сделанная с увеличением в 400 раз.*

В коллоидных системах размер частиц дисперсной фазы составляет  $10^{-9}$ - $10^{-7}$  м, т.е. лежит в интервале от нанометров до долей микрометров. Эта область превосходит размер типичной малой молекулы, но меньше размера объекта, видимого в обычном оптическом микроскопе.

При исследовании магнитной жидкости наблюдали эффект Тиндаля: добавляли в дистиллированную воду магнитную жидкость и тщательно перемешивали раствор. Пропускали через стакан с дистиллированной водой и через стакан с полученным раствором луч света от лазерной указки. Лазерный луч проходил через воду, не оставляя следа, а в растворе магнитной жидкости оставлял светящуюся дорожку. В основе появления конуса Тиндаля лежит рассеяние света коллоидными частицами, а именно частицами магнетита.

При воздействии магнитного поля отмечен эффект образования силовых линий, когда частицы магнетита выстраиваются в упорядоченные линии.

В ходе синтеза магнитной жидкости после многократных промывок магнетита отмечено образование большого количества сточных вод, содержащих ионы аммония.

Предложено ресурсосберегающее направление использования данных сточных вод, основанное на технологиях переработки таких стоков, с получением востребованных и дорогостоящих продуктов – комплексных удобрений для сельскохозяйственной деятельности. Это позволит очистить такие стоки и использовать их повторно, что в конечном итоге приведет к снижению себестоимости конечного продукта.

Таким образом, на основе полученных экспериментальных данных установлено, что полученный порошок магнетита, возможно, использовать в качестве дисперсной фазы при получении магнитной жидкости на водной основе.