

Научно-исследовательская работа

Физика

Название работы: «Нанотехнологии: магнитная жидкость в медицине»

Выполнила: Зарудня Снежанна
Евгеньевна учащаяся 11-б класса
МБОУ гимназии №1
им. Пенькова М.И., г. Миллерово
Ростовская область

Руководитель: Илющихина Марина
Ивановна учитель физики,
информатики МБОУ гимназии №1
им. Пенькова М.И., г. Миллерово
Ростовская область

Содержание

	Стр.
Введение.....	3
1. Теоретическая часть.	
1.1. Что такое магнитная жидкость?.....	5
1.2. Структурно-динамические образования в магнитных жидкостях.....	8
.	
2. Практическая часть	
2.1. Магнитная жидкость в сильном вертикальном магнитном поле.....	12
2.2. Создание магнитной жидкости.....	13
3. Применение магнитной жидкости в медицине.....	21
Заключение.....	23
Список литературы.....	24

Введение

Магнитные жидкости, синтезированные в середине 20-го века на стыке наук коллоидной химии, физики магнитных явлений и гидродинамики, относятся к магнитоуправляемым материалам и получили широкое практическое применение в машиностроении, медицине, других областях промышленности. Магнитные жидкости обладают уникальными магнитными свойствами: хорошей текучестью и намагниченностью. Важной особенностью ферромагнитных коллоидов, в отличие от большинства известных магнитных систем, является свобода поступательного движения магнитных частиц, которая может быть причиной структурных превращений, связанных с одновременным изменением характера магнитного упорядочения и пространственного расположения частиц в слое жидкости. Наблюдаемые в магнитной жидкости магнитомеханические, магнитооптические и электрофизические явления во многом определяются свойствами малых частиц, их взаимодействием во внешних полях и структурным состоянием системы. Связь макроскопических свойств вещества с его микроскопическими характеристиками является одним из основных вопросов физики жидких дисперсных систем.

Относительно процессов, определяющих электрические свойства магнитных жидкостей на сегодняшний день нет единого мнения; основой МЖ как правило являются полярные или неполярные диэлектрики с проводимостью порядка $10^{-10} - 10^{-14}$ См/м, поверхностно-активное вещество, выбираемое в качестве стабилизатора, имеет проводимость порядка 10^{-10} См/м. Частицы магнетита, хоть и имеют проводимость порядка $2 \cdot 10^4$ См/м, однако окружены плотным слоем олеиновой кислоты, поэтому проводимость магнитной жидкости не обусловлена проводимостью частиц магнетита. Проводимость же самой магнитной жидкости имеет значения порядка $10^{-6} - 10^{-7}$ См/м, что соответствует электрическим свойствам разбавленных электролитов.

Считается, что носителями заряда в МЖ являются ионы примесей – результат химической конденсации при соосаждении солей двух- и трех валентного железа из водного раствора действием водного раствора аммиака.

Цель работы:

- получение ферромагнитной жидкости химическим методом на основе соединений железа;

- обзор уникальных свойств и областей применения магнитных жидкостей;

- демонстрация свойств магнитной жидкости и ее применение в медицине.

Актуальность данного эксперимента заключается в том, что в настоящее время магнитные свойства жидкостей активно изучаются в большинстве развитых стран: в Японии, Франции, Великобритании, Израиле, Нидерландах, а также высокий потенциал использования магнитных жидкостей в современных областях науки и техники, биологии и медицины, космической промышленности.

1. Теоретическая часть

1.1. Что такое магнитная жидкость?

Магнитные жидкости представляют собой коллоидные дисперсии магнитных материалов (ферромагнетиков: магнетита, ферритов) с частицами размером от 5 нанометров до 10 микрометров, стабилизированные в полярной (водной или спиртовой) и неполярной (углеводороды и силиконы) средах с помощью поверхностно-активных веществ или полимеров. Они сохраняют устойчивость в течение двух-пяти лет и обладают при этом хорошей текучестью в сочетании с магнитными свойствами.

Синтез магнитных жидкостей включает в себя стадии получения частиц очень малых размеров, их стабилизацию в соответствующей жидкости-носителе и испытание полученной дисперсии в гравитационном и магнитном полях.

Способов получения магнитных жидкостей много. Одни основаны на размельчении железа, никеля, кобальта до сотых долей микрона с помощью мельниц, дугового или искрового разряда, с применением сложной аппаратуры и ценой больших затрат труда. А поэтому мы предлагаем воспользоваться другим способом, который разработали отечественные ученые М. А. Лунина, Е. Е. Бибик и Н. П. Матусевич. Он подробно описан в конце статьи. А пока поговорим о вариантах практического применения магнитной жидкости.

Все они основаны на эффектах, которые никаким другим способом создать невозможно. Начнем с самого простого. Довольно часто разнообразные жидкости используются в технике для передачи силы или энергии. Например, ковш небольшого экскаватора приводится в действие давлением масла, поступающего в гидроцилиндры. Главные элементы гидравлической техники - краны, вентили, золотники и клапаны, способные в нужный момент прервать или, наоборот, разрешить течение жидкости. Хотя их делают уже давно, ни один кран надежным не назовешь: его детали подвержены износу. Магнитные

жидкости могут перекрывать канал или регулировать расход жидкости, а также менять направление ее потока в трубопроводе.

В расширенную часть трубы при помощи внешнего магнита вводят и удерживают там магнитную жидкость. Она играет роль перекрывающего клапана: один канал закрыт, и жидкость по нему не протекает. Если с помощью магнита перевести магнитную жидкость в другой канал трубопровода и перекрыть его, освободится первый. Таким же образом можно регулировать поток жидкости в трубопроводе, предварительно установив на заданном участке трубы электромагнит и введя небольшое количество магнитной жидкости. Поскольку труба расположена вертикально, жидкая среда, накапливающаяся над магнитно-жидкостным клапаном, удерживается до определенного уровня. Как только он будет превышен, клапан под действием силы тяжести начнет отрываться и жидкость будет просачиваться вниз. Особенность устройства состоит в том, что после пробоя вниз проходит только избыточная часть жидкости, а определенный ее объем удерживается над клапаном.

А вот еще один вариант использования магнитных жидкостей. Инженеры считают, что автомобиль может обойтись без коробки передач, если на вал двигателя поставить маховик и кратковременно, сотни раз в секунду, подключать мотор к колесам. Однако все попытки создать такую систему (ее называют импульсной передачей) наталкивались на низкую долговечность переключающего устройства. Магнитно-жидкостные же муфты сцепления практически не изнашиваются и позволяют создать автомобиль с очень низким расходом топлива. Кроме того, магнитная жидкость на основе машинных масел или смазочно-охлаждающих материалов служит прекрасным герметизатором в различного рода уплотнениях, подшипниках трения и качения, сложных узлах станков и машин. Установленные по периметру уплотнения маленькие магниты не позволяют жидкости вытекать из зазора, и работоспособность устройства увеличивается в пять раз!

А преобразовать энергию колебательного движения в электрическую позволяет устройство, представляющее собой катушку, внутри которой находится ампула с магнитной жидкостью.

Малейший толчок или изменение наклона приводит к перетеканию жидкости, а значит, и к изменению магнитного потока. Катушка соединена с накопителем энергии (в данном случае - с конденсатором) через выпрямитель. Развиваемое напряжение зависит от числа витков катушки. Подобное устройство может снабжать энергией миниатюрный радиоприемник или электронные часы. Оно способно преобразовывать удары капель дождя по крыше в электрический ток и получать, таким образом, даровую энергию.

Явление плавания тяжелых тел под действием неоднородного магнитного поля, погруженных в магнитную жидкость, позволило использовать магнитные жидкости в горно-обогатительных процессах. Неоднородное магнитное поле приводит к уплотнению магнитной жидкости, вследствие чего всплывают немагнитные частицы высокой плотности - медные, свинцовые, золотые. Поскольку неоднородность магнитного поля легко изменять в широких пределах, можно заставить плавать частицы определенной плотности. Это стало основой для создания технологии магнитной сепарации руд по плотностям. Смесь частиц различной плотности падает на слой магнитной жидкости, висящий между полюсами электромагнита. Ток в электромагните можно подобрать так, чтобы легкие частицы смеси всплывали в магнитной жидкости, а тяжелые - тонули. Если установить полюса электромагнита наклонно, легкие частицы станут двигаться вдоль поверхности слоя и процесс разделения смеси станет непрерывным: тяжелые частицы провалятся сквозь слой магнитной жидкости и попадут в один приемник, а легкие частицы скатятся по ее поверхности в другой.

Когда обычные смазочно-охлаждающие жидкости и способы их подачи неприменимы, магнитные жидкости можно использовать в механизированном ручном инструменте, при работе на большой высоте, в замкнутом изолированном пространстве и других особых условиях. По механизму

воздействия на процесс резания магнитные жидкости аналогичны смазочно-охлаждающим материалам, но в зону резания их можно подавать магнитным полем. Под его влиянием повышается смачиваемость и усиливается расклинивающее давление, интенсифицируется смазочное действие, так как улучшаются условия проникновения магнитной жидкости на поверхности контакта. Магнитные жидкости оказывают более сильное охлаждающее действие, так как по теплоемкости и теплопроводности превосходят все смазочно-охлаждающие материалы. При сверлении отверстий в титановых и алюминиевых сплавах немагнитная стружка, смазанная магнитной жидкостью, притягивалась к намагниченному сверлу и легко удалялась из отверстия. Это явление позволяет собирать остатки немагнитных металлов и абразивной пыли, образуемой при шлифовке поверхности.

Магнитные жидкости могут найти применение и в медицине. Противоопухолевые препараты, к примеру, вредны для здоровых клеток. Но если их смешать с магнитной жидкостью и ввести в кровь, а у опухоли расположить магнит, магнитная жидкость, а вместе с ней и лекарство сосредоточиваются у пораженного участка, не нанося вреда всему организму.

Магнитные коллоиды можно применять в качестве контрастного средства при рентгеноскопии. Обычно при рентгеноскопической диагностике желудочно-кишечного тракта пользуются кашицей на основе сернокислого бария. Если учесть, что коллоидные ферритовые частицы активно поглощают рентгеновские лучи, то можно говорить об использовании магнитных жидкостей в качестве рентгеноконтрастных веществ для диагностики полых органов. Все процедуры при этом существенно упрощаются.

1.2. Структурно-динамические образования в магнитных жидкостях

Современные успехи в области синтеза магнитных жидкостей, позволяют получать магнитные коллоиды устойчивые к расслоению и сохраняющие свои свойства длительное время. Тем не менее, даже в таких МЖ не исключена возможность объединения частиц в агрегаты, когда расстояние между ними соответствует вторичному минимуму энергии их

взаимодействия при сохранении барьера отталкивания. Эти процессы исследованы в ряде экспериментальных и теоретических работах.

Де Жен и Пинкус [33] рассмотрели коллоид, состоящий из идентичных ферромагнитных частиц, взвешенных в пассивной по отношению к магнитному полю жидкости. Для характеристики диполь-дипольного взаимодействия, приводящего к агрегированию введен параметр, называемый константой спаривания $b = \frac{m^2}{d^3 kT}$. При условии $b = 1$, т.е. $md^{-3} \sim kT$ возможен магнитный фазовый переход с образованием для верхнего предела плотности решетки антиферромагнитного типа. При этом, реализация антиферромагнитного упорядочения предполагается в цепочечной структуре, среднее число частиц в которой зависит от напряженности внешнего поля и величины параметра магнитодипольного взаимодействия. Следует отметить, что полидисперсность частиц в реальных магнитных жидкостях вносит существенные трудности в разработку предложенной авторами модели, что понижает достоверность сделанных ими выводов о возможности реализации в МЖ антиферромагнитного состояния.

В работе А.О. Цеберс, рассматривая магнитную жидкость как идеальный многокомпонентный газ, исследовал ассоциации частиц и возможность образования нитевидных агрегатов в магнитном поле. В частности им показано, что с увеличением концентрации твердой фазы среднее число частиц в агрегате возрастает. Д. Крюгером было указано, что образование агрегатов начинается с небольших образований из крупных частиц, которые присутствуют в МЖ даже при отсутствии магнитного поля. В магнитном поле, сильное взаимодействие агрегатов приводит к их слиянию и образованию агрегатов веревочного типа. Д. Крюгером и Р.Петерсоном отмечено, что для понимания процессов агрегирования необходимы экспериментальные исследования характерных времен агрегирования и влияния сдвиговых усилий на агрегаты. Отметим, что результаты исследований в этом направлении могли бы быть также полезными в связи с применением МЖ в магнитожидкостных уплотнениях, где МЖ подвергаются воздействию сильных магнитных полей и сдвиговой деформации.

Экспериментальное исследование возникновения агрегатов, проведенное в работе в некоторых случаях дало качественное согласие с выводами, сделанными в теоретических

работах. Так отмечено, что при увеличении среднего размера дисперсных частиц образование цепочечных структур происходит даже в слабых полях, что удовлетворяет теории. Во многих работах, посвященных экспериментальному исследованию процессов агрегирования использованы оптические методы. В работе изучалось обратимое образование цепочечных агрегатов в магнитной жидкости на основе воды. Было обнаружено изменение интенсивности света, прошедшего через кювету с магнитной жидкостью в магнитном поле, которое объясняется образованием агрегатов. Интенсивность рассеянного света изменялась в соответствии с выражением $\Phi = \Phi_0 \frac{\sin \alpha}{d^2}$, где Φ_0 - интенсивность падающего света, $\alpha = \frac{\pi \Delta h}{\lambda_b} \sin \psi$, λ - длина волны света, ψ - угол между рассеянным и проходящим светом, Δh - ширина цепочечного агрегата.

Среднее значение ширины агрегата оказалось равным $\Delta h = 0,9 \cdot 10^{-5}$ м. Такие агрегаты можно наблюдать в оптический микроскоп, что и было осуществлено. При визуальных наблюдениях выяснено, что образование агрегатов является обратимым, их длина зависит от напряженности магнитного поля, а число частиц в агрегате во всех случаях превосходит значения, которые дает теория. Оптический метод исследования агрегирования был использован в работах Бибика Е.Е. и др. Было обнаружено уменьшение прозрачности магнитной жидкости при воздействии на нее магнитного поля, что связано авторами с происходящим при этом процессом агрегирования. Ими также рассмотрено влияние электрического поля, направленного перпендикулярно магнитному на магнитооптический эффект, обусловленный агрегированием.

Экспериментальное исследование анизотропного рассеяния света проведено в работах, где исследуемые образцы магнитной жидкости получали разбавлением концентрированных МЖ растворителем и растворителем с добавлением ПАВ, установлена связь между структурой разбавленных МЖ и характеристиками светорассеяния ими в магнитном поле. Дифракционное светорассеяние тонкими слоями МЖ, подверженных действию магнитного поля, исследовано в работе А.Ф.

Исследование структурной анизотропии коллоидных систем возможно также с помощью изучения явления двойного лучепреломления в таких средах. Исследованию этого

эффекта, возникающего в магнитных жидкостях при воздействии магнитного поля посвящен ряд работ. Отметим, что во многих работах причиной оптической анизотропии считается неидеальная форма частиц, которую можно охарактеризовать отношением полуосей b/a некоторого эквивалентного эллипсоида вращения. В магнитном поле происходит ориентационное упорядочение частиц и коллоид приобретает анизотропные свойства.

Развитие исследований структурированных магнитных жидкостей и появление возможности их практического использования, (в частности МЖ с микрокапельной структурой) привело к идее искусственного создания многофазных намагничивающихся сред – магнитных жидкостей с немагнитным наполнителем. Такие жидкости могут получить широкое применение в качестве магниточувствительной среды, что указывает на перспективы их применения для решения некоторых задач химической технологии, приборостроения и т.п. В связи с этим, актуальными становятся исследования свойств магнитных жидкостей с немагнитным наполнителем, в частности образование анизотропной структуры и связанные с этими процессами особенности оптических свойств таких систем. Подобные исследования могли бы быть полезными и при теоретическом описании жидких многофазных намагничивающихся сред.

2. Практическая часть

2.1. Магнитная жидкость в сильном вертикальном магнитном поле

Магнитные жидкости уникальны тем, что сочетают в себе несколько взаимоисключающих свойств. Это текучесть и сжимаемость жидкой среды и в тоже время способность сильно взаимодействовать с магнитным полем.

Применения магнитных жидкостей весьма разнообразны. Например, компания Ferrari заливает магнитную жидкость в амортизаторы своих автомобилей и подводит к ним электромагнит. Под действием магнитного поля жидкость может мгновенно становиться более вязкой или более текучей, соответственно подвеска автомобиля становится регулируемой.

Вот еще один пример - очистка водных поверхностей от нефтяных разливов при экологических катастрофах. На пятно нефтепродукта разбрызгивается магнитная жидкость. Смешиваясь с ней, нефтепродукт приобретает магнитные свойства и собирается с поверхности воды магнитным устройством, втягиваясь в него под действием магнитных сил.



Рис. 1 "Ёжик" магнитной жидкости при хорошем приближении

У магнитных жидкостей немало любопытных свойств, например, неожиданные акустические эффекты. Так, при пропускании звуковой волны через столбик намагниченной магнитной жидкости в катушке индуктивности, расположенной в непосредственной близости (но не внутри) от жидкости, возникает ЭДС (эффект открыт профессором кафедры нанотехнологий и

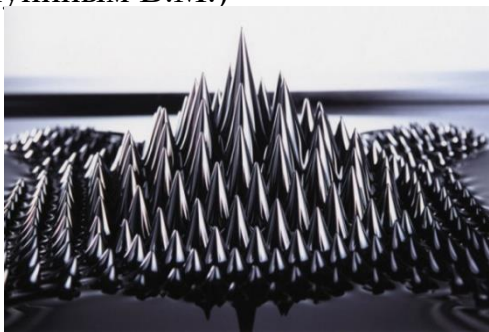


Рис. 2 В магнитных жидкостях можно "выпекать" весьма разнообразные "узоры"

Кроме того, некоторые магнитные жидкости обладают эффектом памяти. Если в сильном магнитном поле на ее поверхности что-то нарисовать, а потом отключить магнитное поле, то рисунок исчезнет. А если включить его снова - он опять появится. Любопытно также, что магниты в магнитные жидкостях не тонут.

2.2. Создание магнитной жидкости

1. Изготовление магнитной жидкости механическим способом

Между тем, изготовить вполне приемлемую для некоторых применений жидкость, реагирующую на магнитное поле, по силам практически каждому — без каких-либо реактивов и всего за несколько минут. Ещё раз подчеркну — лишь для некоторых применений, и качество её существенно хуже, чем у полученной химическим путём. В частности, консистенция продукта получается такой, что его скорее можно назвать не «жидкостью», а «жижей». Да и время осаждения магнитных частиц достаточно мало — обычно от нескольких секунд до нескольких минут. Зато никакой химии и экзотических технологий — лишь просеивание и смешивание. Кстати, когда магнитными жидкостями впервые заинтересовались в середине XX века, то их самые первые образцы как раз и были получены примерно таким путём.

Для того, чтобы сделать такую «магнитную жижу», требуется всего лишь набрать необходимое количество мелких стальных опилок. Чем мельче, тем лучше, поэтому наиболее подходящей является стальная пыль, остающаяся после работы «болгарки» или точила. Пыль собирается магнитом (не слишком сильным — не столько для предотвращения большого остаточного намагничивания, сколько для того, чтобы железные опилки не так интенсивно стремились к нему и увлекали с собой поменьше немагнитной пыли). Затем для отсева грязи и крупных фракций собранное можно просеять через ткань (скажем, поместить в тканевый мешочек и протрясти его над расстеленной газетой; на газете чуть сбоку опять ставится магнит, на этот раз лучше магнит посильнее, который улавливает проскочившие через ткань стальные пылинки, а мелкая немагнитная грязь пролетает прямо вниз мимо магнита; крупные частицы грязи и большие стальные опилки не могут пройти через ткань и остаются внутри мешочка). Чем плотнее ткань, тем мельче будет просеянная пыль, но тем дольше придётся трясти мешочек. Для механизации процесса можно попытаться продуть пылинки через ткань мешочка выхлопом пылесоса, но это уже потребует подготовки приспособлений для направления, отклонения и гашения вышедшей из мешочка струи воздуха (скажем, из пустых пластиковых бутылок от питьевой воды, лучше с широким горлышком и объёмом 5-8 литров). Поэтому о «механизированном» варианте стоит думать лишь при достаточно больших объёмах изготавливаемого «продукта», измеряемых литрами, а для нескольких граммов магнитной жидкости, вполне достаточных для большинства экспериментов и многих практических применений, это вряд ли будет оправдано. Конечно, центрифугирование в жидкости обеспечит гораздо лучшую сепарацию частиц, но плотную ткань и пылесос можно найти практически в каждом доме, а вот центрифуги на несколько тысяч оборотов в минуту почему-то распространены не так широко. Если собранная пыль достаточно чистая и однородная, а требования к качеству «магнитной жижи» совсем невысокие, то просеивание вообще можно не делать.

Ещё раз подчеркну — стальные частички должны быть как можно мельче. Для получения мелкой стальной пыли следует использовать мелкозернистый (доводочный) точильный круг. В качестве ориентира можно предложить следующее — при тщательном рассмотрении невооружённым глазом нельзя определить форму пылинок, на белой бумаге они выглядят мельчайшими точками. Если можно определить форму и ориентацию опилок, то такие опилки слишком крупны, они очень быстро осядут и будут практически неподвижными! Зато такие крупные опилки удобно использовать в сухом виде для изучения силовых линий магнитного поля. Критерием следует считать размер, когда у опилок продолговатой формы различимы направления «вдоль» и «поперёк» — при нормальном зрении это обычно соответствует размерам по наибольшей стороне от 0.05–0.1 мм и более, т.е. такие опилки хотя бы по одному из габаритов крупнее 50 .. 100 микрометров.

Отобранная стальная пыль заливается жидкостью, хорошо смачивающей металл. Это может быть обычная вода — желательно, насыщенная поверхностно-активными веществами, то есть мылом или другим моющим средством (пенообразование здесь вредно, поэтому оно должно быть как можно меньше!). Но во избежание быстрой коррозии железных пылинок, способной просто-напросто «съесть» их за несколько дней, для стали лучше использовать жидкое машинное масло. Вполне подойдёт бытовое — то, что используется для смазки швейных машинок. Как вариант, можно использовать и тормозную жидкость, сохраняющую свои свойства в очень широком диапазоне температур. Однако следует помнить, что тормозная жидкость весьма гигроскопична (хотя здесь это не так важно), и в открытом сосуде из неё испаряются летучие фракции, отнюдь не полезные для здоровья, — поэтому работать с ней лучше в хорошо проветриваемом помещении или на открытом воздухе.

Концентрация стальной пыли в жидкости должна быть, с одной стороны, не слишком высокой, чтобы жидкость не стала чересчур густой и вязкой, а с другой стороны, не слишком низкой, иначе перемещение магнитных частиц не

сможет увлечь с собой сколько-нибудь заметный объём жидкости. Она подбирается опытным путём с помощью постепенного добавления опилок в жидкость, тщательного перемешивания и проверки магнитом. Лучше оставить небольшой избыток базовой жидкости, нежели получить её недостаток, так как в последнем случае подвижность полученной субстанции уменьшается очень заметно.

Подвижность частиц такой магнитной жидкости определяется величиной силы смачивания металла жидкостью, «изолирующей» металлические частички друг от друга и обеспечивающей их относительно свободное перемещение. Ещё лучше смачивают поверхность пылинок ПАВ (поверхностно-активные вещества), именно поэтому они и используются в «профессиональных» составах. В сильных магнитных полях сила взаимного притяжения частиц может превысить силу смачивания, и тогда частички начнут непосредственно контактировать друг с другом, а жидкость «затвердеет», став в чём-то подобной мокрому песку. Конкретная величина критической силы магнитного поля зависит как от магнитных свойств используемого металла, так и от силы смачивания металла базовой жидкостью или ПАВ, а также от температуры жидкости и размеров металлических частиц (более крупные «слипаются» быстрее, поскольку обладают меньшей удельной поверхностью на единицу массы; кроме того, крупные опилки легко оседают на дно, в то время как особо мелкие пылинки могут поддерживаться во взвешенном состоянии броуновским движением молекул базовой жидкости). При снятии магнитного поля подвижность жидкости восстановится, если остаточная намагниченность будет не слишком большой.

Наконец, надо сказать, что магнитная жидкость из железной пыли получается не только весьма густой, но и обладает высокими абразивными свойствами, поэтому её проблематично прокачивать по каким-либо трубкам, зато она легко может вывести из строя подшипники и рабочие поверхности перекачивающих её насосов (оптимальным типом насоса является шестерёнчатый вытесняющий насос, аналогичный масляным насосам в

автомобильных двигателях). Абразивное действие существенно снижается, если просвет между взаимно движущимися деталями превышает размер самых крупных частиц хотя бы в полтора-два раза. Весьма устойчивы к износу в данной ситуации пара материалов «твёрдый металл — прочный упругий пластик». Пластик должен быть именно упругим, как твёрдая резина или фторопласт, но не таким жёстким, как текстолит или эбонит (и конечно, быть химически устойчивым к воздействию базовой жидкости).

Впрочем, во многих случаях эти особенности «магнитной жижи» являются не принципиальными, а многие эффекты проявляются в ней также, как и в «настоящих» магнитных жидкостях. В частности, прижатый ко дну магнит после освобождения успешно всплывает к центру жидкости даже через много минут после завершения осаждения магнитных частиц (правда, в осевшей жидкости это всплытие может продлиться несколько минут, а то и часов). Если тот же магнит, наоборот, положить на поверхность, то он будет погружаться, снова стремясь к центру жидкости (точнее, к центру области, занятой металлическими частицами).

И последнее замечание. Лёгкое потряхивание или постукивание по стенке сосуда существенно увеличивает подвижность «жижи». Если же встряхивать руками не хочется, то подойдёт любой источник слабой вибрации — вплоть до звуковой колонки-сабвуфера, на которую надо подать мощный низкочастотный сигнал (правда, соседям по дому это может сильно не понравиться)! На таком импровизированном «вибростенде» даже отстоявшаяся и малоподвижная «жижа» проявляет неплохую текучесть.

2. Изготовление магнитной жидкости химическим путем

Их школьного курса физики мы знаем как располагаются железные опилки вокруг магнита.



Если поместить магнитные опилки в жидкость, то они опускаются на дно и не притягиваются к магниту



Но в работе отводится внимание магнитным жидкостям, Такие жидкости довольно легко получить даже в домашних условиях – необходимо смешать воду (или масло), мельчайшие частицы магнитного материала, например железа, и поверхностно-активное вещество (чтобы те не слипались). Важный залог успеха - чтобы частицы магнитного материала были очень мелкими. В хороших магнитных жидкостях частицы близки к сферическим; их средний радиус около 10 нм.

Для проведения опыта мне понадобились: лабораторные весы с разновесами, двумя колба, химический стакан, фильтровальная бумага и воронка, хороший (желательно кольцевым - из динамика) магнит, небольшой электрической плиткой (спиртовка) и фарфоровый стаканчик на 150-200 мл.



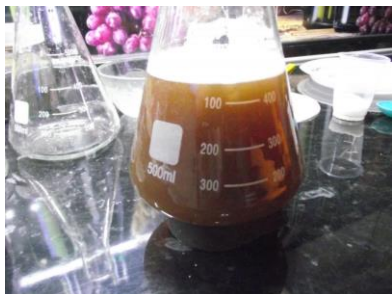
1. Растворим в 500 мл дистиллированной воды (можно при слабом подогреве и несильном помешивании) 24 грамма трехвалентной соли железа (хлорного или сернокислого) и 12 граммов двухвалентной соли железа (хлористого или сернокислого).



2. Полученный раствор отфильтруйте

на воронке в другую колбу через фильтровальную бумагу для отделения механических примесей

3. В первую колбу, предварительно промыв её водой, залейте (осторожно!) около 100–150 мл аммиачной воды (работу лучше проводить под тягой или на открытом воздухе).



4. Очень осторожно, тонкой струёй вливайте из второй колбы отфильтрованный раствор в первую, содержащую аммиачную воду, и интенсивно взбалтывайте её.

Коричневато-оранжевый

раствор мгновенно превратится в суспензию чёрного цвета. Долейте немного дистиллированной воды и поставьте колбу с образовавшейся смесью на постоянный магнит на полчаса.



5. После того, как образовавшиеся частицы магнетита в виде «дождя» под действием сил магнитного поля выпадут на дно колбы, осторожно слейте около двух третей раствора в канализацию, удерживая осадок магнитом, и снова залейте в колбу дистиллированную воду. Хорошенько её взболтайте и опять поставьте на магнит. Операцию повторяйте до тех пор, пока **pH** раствора не достигнет 7.5–8.5



6. После того, как последний промывной раствор на две трети слит, загущённую суспензию отфильтруйте через бумажный фильтр на воронке и полученный осадок чёрного цвета смешайте с 7.5 грамма натриевой соли олеиновой кислоты.

7. Смесью поместите в фарфоровый стаканчик и, хорошо перемешивая, прогрейте до 80°C на электрической плитке в течение часа.

8. Полученную «патоку» чёрного цвета охладите до комнатной температуры. Долейте 50–60 мл



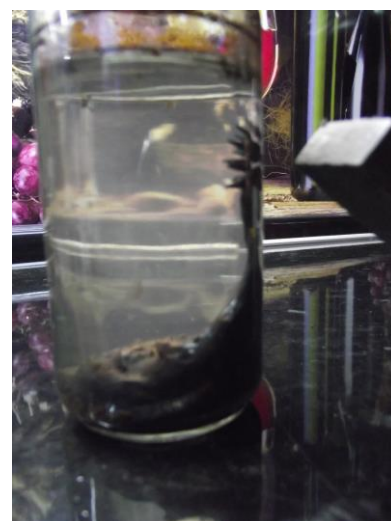
дистиллированной воды и тщательно размешайте получившуюся коллоидную систему.

9. Разведённую водой «патоку» подвергните центрифугированию при 4000 об/мин в течение одного часа или ещё раз поставьте стаканчик с ней на кольцевой магнит. Можно попытаться заменить центрифугирование



отстаиванием в прохладном месте в течение нескольких суток, однако в этом случае колба должна быть действительно неподвижна (скажем, проходящие неподалёку трамвайные пути делают длительное отстаивание бессмысленным, то же относится и к полам в обычных многоэтажных домах, не обладающим нужной жёсткостью и массивностью).

10. Перелейте полученную магнитную жидкость в химический стакан и поднесите снаружи магнит. Жидкость потянется за ним. После того, как Вы уберёте магнит, на стекле останется след от жидкости. Он должен иметь коричневатую-оранжевую окраску и не содержать посторонних частиц.



11. Хранить водную магнитную жидкость желательно в светонепроницаемой таре в прохладном месте.

Вывод: Если налитую в чашу магнитную жидкость поднести к магниту так, чтобы магнитные линии входили в неё вертикально, то на её поверхности „вырастают“ шипы, жидкость становится похожей на ежа. Думаю, данную форму можно объяснить тем, что она стабилизирует возмущения, вызванные магнитным полем, и силы поверхностного натяжения и тяжести.

3. Применение магнитной жидкости в медицине

1. Противоопухолевые препараты.

Противоопухолевые препараты, к примеру, вредны для здоровых клеток. Но если их смешать с магнитной жидкостью и ввести в кровь, а у опухоли расположить магнит, магнитная жидкость, а вместе с ней и лекарство, сосредоточиваются у пораженного участка, не нанося вреда всему организму. Также можно перемещать в организме ферменты.

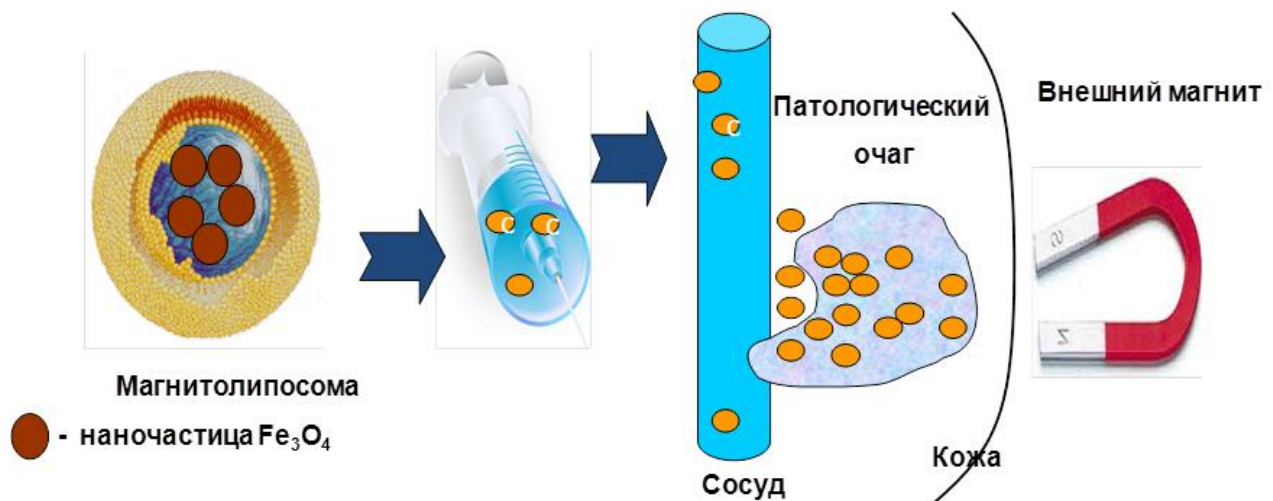


Рис.3.1. Движение частиц магнитной жидкости в организме человека

2. Гипертермия

Магнитоуправляемые частицы магнетита используются для лечения рака. Этот метод лечения (гипертермия) основан на том, что под действием переменного магнитного поля частицы магнетита разогреваются, подавляя рост раковых клеток.

3. Рентгеноскопия

Магнитные коллоиды можно применять в качестве контрастного средства при рентгеноскопии. Обычно при рентгеноскопической диагностике желудочно-кишечного тракта пользуются кашицей на основе серноокислого

бария. Если учесть, что коллоидные ферритовые частицы активно поглощают рентгеновские лучи, то можно говорить об использовании магнитных жидкостей в качестве рентгеноконтрастных веществ для диагностики полых органов. Все процедуры при этом существенно упрощаются. Кроме того, известны предложения о применении МЖ в качестве управляемого рентгеноконтрастного вещества для исследования скорости движения крови

АДРЕСНАЯ ДОСТАВКА ЛЕКАРСТВА К ОЧАГУ БОЛЕЗНИ

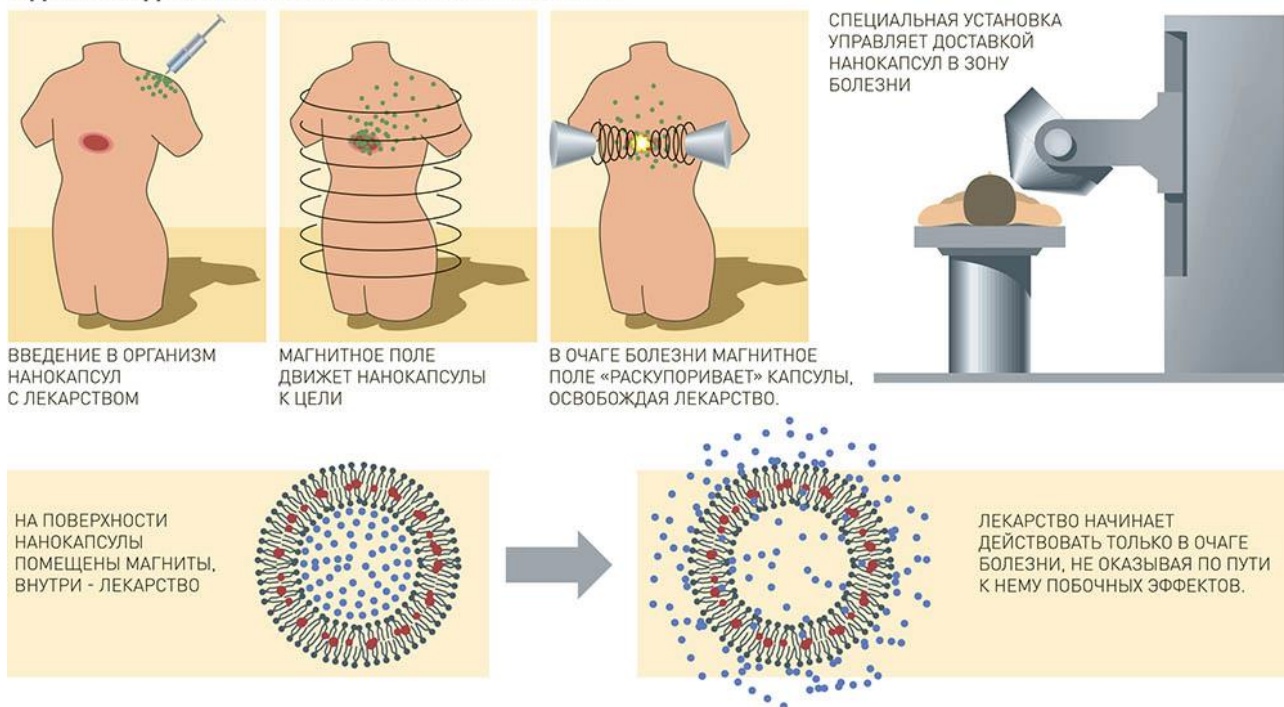


Рис. 3.2. Доставка лекарств с помощью капсула с магнитной жидкостью.

4. Хирургия

Магнитные жидкости могут использоваться в хирургии. Если расположить постоянный магнит в том месте, где хирург должен делать разрез, то пробка из магнитной жидкости, введенной шприцем в вену или артерию, будет перекрывать ток крови после разреза.

Заключение

Магнитная жидкость - это жидкость, так как имеет такие свойства жидкостей, как сохранение объёма, несохранение формы, текучесть.

Это – жидкость, обладающая магнитными свойствами, такими же, как тела из железа, кобальта, никеля, но сама она- не магнит.

Магнит притягивает магнитную жидкость, удерживает её в определённом месте, действует на неё сквозь стекло, дерево, картон и другие предметы. Это свойство позволяет использовать МЖ как вещество, удерживаемое в нужном месте под действием магнитного поля. Магнетит, используемый для создания МЖ безвреден для человеческого организма, что в перспективе позволит использовать МЖ в медицине для адресной доставки лекарств.

Это – не обычная жидкость. При приложении к магнитной жидкости магнитного поля у неё изменяются некоторые характеристики, например, вязкость.

В обычном состоянии МЖ растекается по поверхности ,(её вязкость в 10 раз больше, чем у молока и в 10 раз меньше, чем у масла), а при приложении магнитного поля вязкость МЖ резко возрастает. Наглядно это демонстрируется тем, что жидкость не растекается вдоль магнита, а образует “ёжики” вдоль линий магнитного поля.

Это – искусственное образование, так как сочетание текучести и магнитных свойств не встречается в природе.

Создание "умных материалов", открывает путь к созданию абсолютно нового поколения механизмов, продуктов и процессов, в которых части целого активно адаптируются к изменяющимся условиям, достигая своих целей посредством интеллектуального регулирования своего динамического поведения.

Список литературы

1. Вегера Ж.Г. Эффекты структурной организации коллоидных частиц и микрочастиц дисперсного немагнитного наполнителя в магнитной жидкости при её взаимодействии с электрическими и магнитными полями. Дис. канд. физ.-мат. наук. - Ставрополь, 2004.
2. Духин С.С. Электропроводность и электрокинетические свойства дисперсных систем. – Киев.: Наук. думка, 1975.
3. Лопатин Б.А. «Теоретические основы электрохимических методов анализа» М.: высшая школа, 1975г, 296 с.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 3- Электричество. Москва, 1977
5. Фертман В.Е., Гордеев Г.М., Матусевич Н.П., Ржевская С.П. Электрические свойства магнитных жидкостей. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983.