

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Национальный исследовательский
Томский государственный университет

**ТРУДЫ СЕМНАДЦАТОЙ
ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНЧЕСКИХ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ИНКУБАТОРОВ**

г. Томск, 11–15 мая 2020 г.

Под редакцией В.В. Дёмина

Scientific & Technical Translations



ИЗДАТЕЛЬСТВО

Томск – 2020

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРРОМАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ

А.Н. Бушмакина

Научный консультант: канд. физ.-мат. наук, доцент

О.А. Доценко

Национальный исследовательский Томский государственный
университет, г. Томск, Россия

E-mail: egou@sibmail.com

Аннотация. В данной работе приведены результаты эксперимента о влиянии направления внешнего магнитного поля на действительную и мнимую части диэлектрической проницаемости ферромагнитной жидкости. Показано, что происходит изменение структуры ферромагнитной жидкости.

Ключевые слова: магнитные жидкости, феррофлюиды, диэлектрическая проницаемость, магнитное поле.

Введение. Ферромагнитной называется жидкость, изменяющая свои свойства под действием магнитного поля. Она состоит из наночастиц магнетита Fe_3O_4 , покрытых веществом, предотвращающим коагуляцию, взвешенных в несущей жидкости [1]. Роль несущей жидкости может выполнять вода или масло с высокой текучестью. Ферромагнитные жидкости попали в поле зрения науки сравнительно недавно. И, несмотря на то, что уже нашли применение в таких областях, как медицина и машиностроение, нельзя утверждать, что все их свойства были изучены до конца. Тщательное изучение электромагнитных характеристик ферромагнитных жидкостей должно привести к расширению области их применения, и, как следствие, решению различных проблем – от радиофизических до бытовых. Цель работы – исследовать влияние внешнего магнитного

поля на диэлектрические свойства ферромагнитной жидкости.

Материалы и методы. Объектом исследования выступала пресинтезированная магнитная жидкость, приобретенная в интернет-магазине «Мир магнитов» (г. Москва). В качестве измерительной ячейки использовался дисковый конденсатор, между обкладками которого заливалась магнитная жидкость. Емкость и сопротивление конденсатора измерялись Agilent E4980A прецизионным измерителем LCR. Для уменьшения паразитной емкости провода, соединяющие конденсатор с LCR-измерителем, были преобразованы в витую пару.

Результаты. Были проведены три эксперимента. Первый – в отсутствии магнитного поля, второй – при помещении конденсатора в магнитное поле, силовые линии которого перпендикулярны пластинам, третий – в магнитном поле, параллельном пластинам конденсатора. Получившиеся результаты приведены на рисунках 1 и 2.

Рисунок 1 показывает, что зависимость действительной части диэлектрической проницаемости от частоты подаваемого сигнала имеет характер, обратный экспоненциальному. Было также установлено, что отклонение значений ϵ при наличии магнитного поля от значений ϵ' без него составляет 5% в зависимости от направления: +5%, если поле перпендикулярно пластинам и –5%, если поле параллельно им.

На рисунке 2 видно, что для всех трёх экспериментов результаты получились примерно одинаковые до частоты 0,1 МГц. Выше этой частоты наблюдаются расхождения, причём потери при перпендикулярном направлении поля увеличиваются, а при параллельном – уменьшаются.

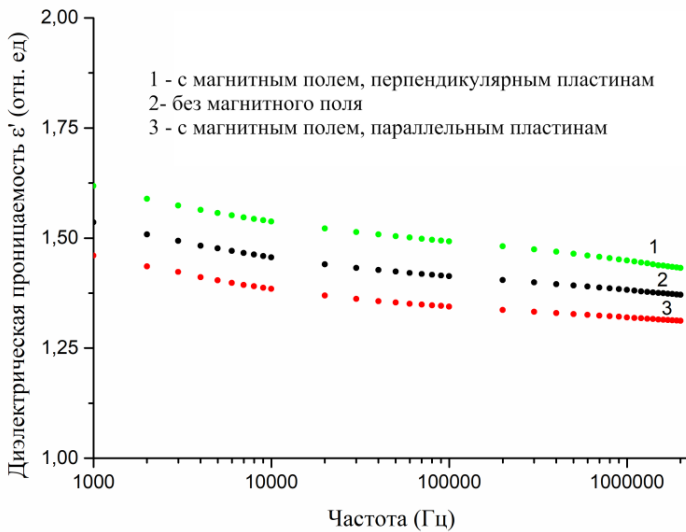


Рис. 1. График зависимости $\epsilon'(f)$

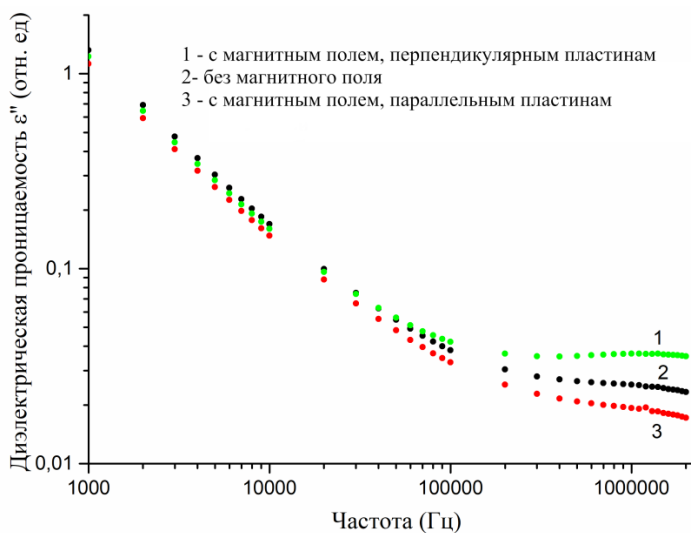


Рис. 2. График зависимости $\epsilon''(f)$

Это вызвано изменением внутренней структуры магнитной жидкости при воздействии внешнего поля: внутри нее появляется система параллельно или последовательно включенных конденсаторов.

Заключение. В результате проведенного исследования были исследованы зависимости действительной и мнимой части комплексной диэлектрической проницаемости от частоты подаваемого сигнала под воздействием магнитных полей различного направления. Было установлено, что комплексная диэлектрическая проницаемость ферромагнитной жидкости в конденсаторе становится тем больше, чем ближе к единице значение синуса угла между обкладками конденсатора и направлением магнитного поля. В дальнейшем планируется провести исследование угловой зависимости диэлектрической проницаемости.

Измерения проведены на оборудовании ЦКП «Центр радиоизмерений ТГУ».

ЛИТЕРАТУРА

1. Scherer C., Neto F. Ferrofluids: properties and applications // Brazilian Journal of Physics. – 2005. – Vol. 35. – P. 718–727.