

ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

УДК 538.971

DOI: 10.17223/00213411/64/3/99

В.М. ПОЛУНИН¹, П.А. РЯПОЛОВ¹, В.Г. БАШТОВОЙ², Е.Б. ПОСТНИКОВ³,
И.А. ШАБАНОВА¹, Е.А. СОКОЛОВ¹, Е.А. ЗУБКОВА¹

МАГНИТОФОРЕЗ МИКРОЧАСТИЦ В МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ *

Разработана экспериментальная установка для исследования магнитофореза в миллиметровом слое магнитной жидкости методом прохождения и отражения света. В эксперименте использовалась область изменяющегося по знаку магнитного поля кольцевого магнита. Наблюдаемое в течение нескольких суток осветление центрального участка слоя магнитной жидкости интерпретируется перераспределением концентрации частиц за счет процессов магнитофореза микрочастиц и диффузии наночастиц в неоднородном магнитном поле.

Ключевые слова: магнитная жидкость, неоднородное поле, магнитофорез, магнитная диффузия, агрегаты.

Введение

Известны работы, посвященные устойчивости магнитной жидкости (МЖ) при наличии агрегации магнитных частиц [1, 2]. Так, в [1] методом динамического рассеяния света исследовано изменение распределения частиц и агрегатов по размерам при разбавлении МЖ на основе керосина. По результатам измерения образцов МЖ трех различных производителей обнаружено, что при разбавлении исходной концентрированной МЖ образуется система неустойчивых агрегатов с размерами от 70 нм до 1 мкм. В течение 2–4-х суток агрегаты пептизируются, и в образце устанавливается стационарное распределение частиц и агрегатов по размерам.

В работе [2] для изучения концентрационных участков использовался фотометрический метод, в котором световой поток создавался лазером в красной области спектра при толщине слоя МЖ от 0.02 до 0.2 мм. Автором описаны процессы магнитофореза и диффузии коллоидных частиц в слое МЖ под действием градиентного поля ($\Delta H/\Delta x = 3 \cdot 10^6$ А/м²). В проведенных опытах оценивается временной интервал для установления концентрационного равновесия. Так, для разбавленной МЖ (объемная концентрация частиц магнетита от 2 до 5%) время установления равновесного распределения концентрации по длине ячейки 2 мм составляет ~ 12 сут.

МЖ – практически непрозрачные жидкости [3]. Опыты на просвечивание возможны либо в случае малой толщины слоя (~ 10 мкм), либо в случае малой концентрации ($\leq 10^{-2}$) при толщине слоя порядка 1 мм. Поэтому, как правило, световые лучи не применяются для изучения оптических эффектов, таких, как вращение плоскости поляризации, рассеяние и поглощение света в слоях МЖ толщиной ~ 1 мм. Получение положительных результатов в опытах на просвечивание слоев магнитного коллоида миллиметровой толщины представляют интерес, прежде всего, с методической точки зрения.

В представленной работе описана экспериментальная установка для исследования магнитофореза в миллиметровом слое магнитной жидкости методом прохождения и отражения света. Слой МЖ выставляется параллельно поверхности магнита в область изменяющегося по знаку магнитного поля кольцевого магнита [4]. Наблюдаемому в течение нескольких суток осветлению центрального участка слоя МЖ дается физическая интерпретация.

Методика измерений и исследуемый образец МЖ

На рис. 1 показана блок-схема экспериментальной установки, в которую входят: 1 – подъёмный механизм, 2 – кольцевой магнит, 3 – фотоаппарат (телефон Iphone8+), 4 – щель с магнитной жидкостью, 5 – штатив. Щель с МЖ состоит из двух параллельных плексигласовых пластин. Нижняя пластина имеет толщину 2 мм, а верхняя для увеличения жесткости – 5 мм. За счет установленных по углам прокладок пластины отстоят друг от друга на 1 мм. Используемые для соединения пластин болты и гайки изготовлены из немагнитного материала. При помощи штатива слой МЖ выставляется параллельно поверхности магнита в область изменяющегося по знаку магнит-

* Публикация подготовлена в рамках выполнения государственного задания на 2020 г. (№ 0851-2020-0035) и гранта Президента РФ МК-1393.2019.8.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>