

05.2;05.3;08

©1995

ПОВЕДЕНИЕ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Д.А.Усанов, А.В.Скрипаль, С.А.Ермолаев, В.В.Панов

Известно, что взаимодействие частиц магнитной жидкости приводит к ее структурированию. Исследование поведения магнитной жидкости в постоянном магнитном поле показало, что действие магнитного поля приводит к образованию локально упорядоченной гексагональной решетки вытянутых по полю микрокапель, параметры которой меняются с ростом напряженности поля [1]. В работе [2] методом анизотропного рассеяния исследовался процесс агломерации магнитной жидкости и было показано, что значение порогового магнитного поля, при котором начинается структурирование магнитной жидкости, зависит от ее химического состава. Менее известным остается процесс разрушения образовавшейся структуры магнитной жидкости. В работе [3] проведено исследование влияния осциллирующего течения на размер агрегатов. Можно предположить, что воздействие механических колебаний на магнитную жидкость будет также приводить к изменению ее внутренней структуры, наведенной магнитным полем.

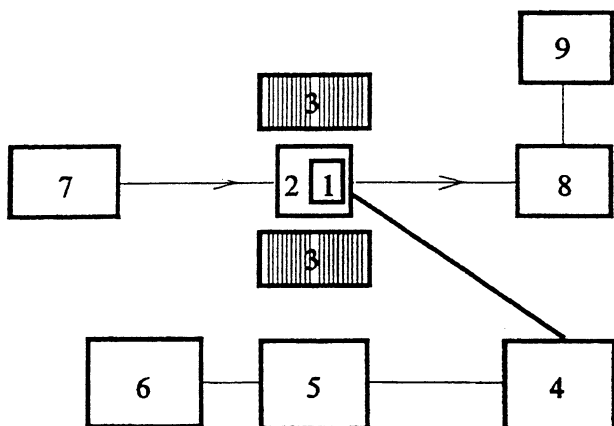


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

1 — слой магнитной жидкости, 2 — кювета, 3 — катушка электромагнита, 4 — генератор механических колебаний, 5 — усилитель, 6 — звуковой генератор, 7 — лазерный генератор, 8 — фотоприемник, 9 — индикатор.

Исследования такого воздействия проводились на установке, схема которой приведена на рис. 1. Слой магнитной жидкости 1 толщиной 100 мкм помещался в кювете 2, расположенной внутри электромагнита 3 так, чтобы направление магнитного поля было перпендикулярно плоскости слоя магнитной жидкости. Кювета жестко крепилась к генератору механических колебаний 4, питаемому через усилитель 5 от звукового генератора 6. Излучение от He-Ne лазера 7, параллельное направлению магнитного поля, проходило через слой магнитной жидкости и детектировалось фотоприемником 8, сигнал с которого поступал на индикатор 9.

В отсутствие механических колебаний, с ростом напряженности магнитного поля наблюдалось рассеяние лазерного излучения, прошедшего слой магнитной жидкости, в виде дифракционных колец. Сигнал с фотоприемника, расположенного в центре дифракционной картины, характеризовал интенсивность рассеянного излучения. С увеличением напряженности магнитного поля сигнал с фотоприемника уменьшался, показывая увеличение рассеяния излучения лазера слоем магнитной жидкости, что связано с образованием гексагональной решетки магнитной жидкости и изменением ее периода с ростом магнитного поля [1].

Для исследования поведения магнитной жидкости, помещенной в магнитное поле, при воздействии на нее механических колебаний, снималась зависимость интенсивности излучения лазерного луча, прошедшего через слой магнитной жидкости, от амплитуды колебания магнитной жидкости в различных магнитных полях.

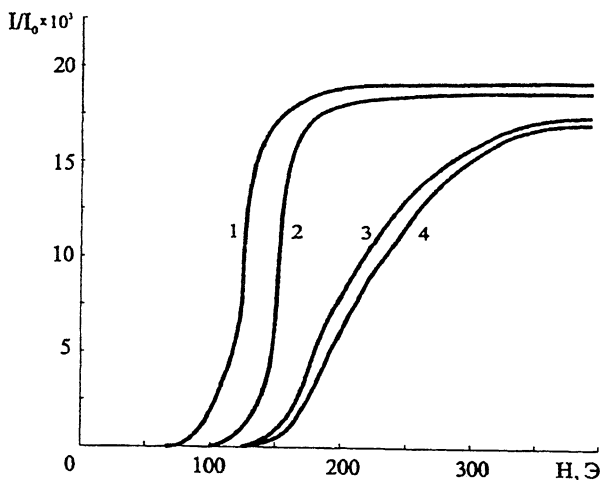


Рис. 2. Зависимость относительной интенсивности рассеянного излучения лазера от напряженности магнитного поля при различных амплитудах колебания магнитной жидкости:

1 — $A = 0$, 2 — $A = 110$ мкм, 3 — $A = 160$ мкм, 4 — $A = 200$ мкм.

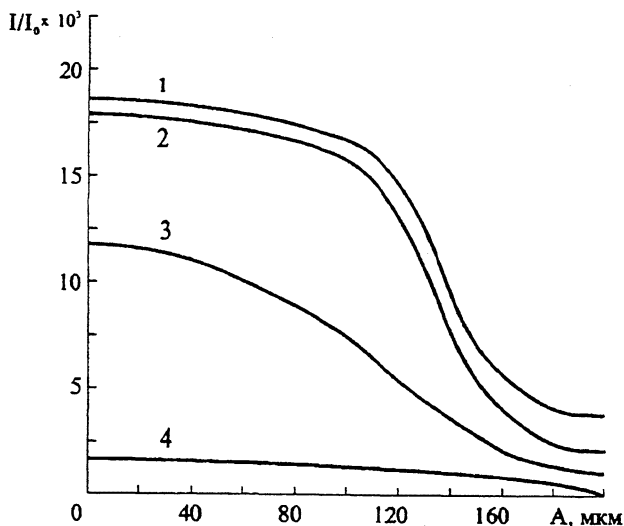


Рис. 3. Зависимость относительной интенсивности рассеянного излучения лазера от амплитуды колебания магнитной жидкости для различных напряженностей магнитного поля:

1 — $H = 190$ Э, 2 — $H = 163$ Э, 3 — $H = 136$ Э, 4 — $H = 111$ Э.

На рис. 2 приведена зависимость сигнала с фотоприемника, характеризующего относительную интенсивность прошедшего через магнитную жидкость лазерного излучения (I/I_0), от напряженности магнитного поля при различ-

ных амплитудах колебания магнитной жидкости, где I_0 — интенсивность падающего света. Из результатов, приведенных на этом рисунке, следует, что появление рассеяния света носит пороговый характер, описанный в работе [2], причем пороговое значение магнитного поля, при котором появляется рассеяние, увеличивается с ростом амплитуды колебания магнитной жидкости. Это свидетельствует о том, что воздействие механических колебаний на магнитную жидкость препятствует ее структурированию в магнитном поле.

На рис. 3 приведена зависимость сигнала с фотоприемника (I/I_0) от амплитуды колебания магнитной жидкости для различных магнитных полей. Из результатов, приведенных на этом рисунке, видно, что в слабых магнитных полях с увеличением амплитуды колебаний рассеяние лазерного луча полностью исчезает, что свидетельствует о разрушении внутренней структуры магнитной жидкости, наведенной магнитным полем, воздействием механических колебаний. Для более высоких магнитных полей также характерно уменьшение рассеяния лазерного излучения с увеличением амплитуды колебания магнитной жидкости.

Таким образом, можно считать экспериментально обнаруженным то, что воздействие механических колебаний на магнитную жидкость, помещенную в магнитное поле, может при соответствующих амплитудах возбуждаемых колебаний приводить к разрушению внутренней структуры жидкости, наведенной магнитным полем. Данный эффект может быть объяснен тем, что энергия механических колебаний, передаваемая ферромагнитным частицам магнитной жидкости, противодействует структурированию частиц. Обнаруженный эффект может быть использован для управления свойствами магнитной жидкости.

Список литературы

- [1] Диканский Ю.И., Цеберс А.О. // Магнитная гидродинамика. 1990. № 2. С. 47–53.
- [2] Дроздова В.И., Скибин Ю.Н., Шагарова Г.В. // Магнитная гидродинамика. 1987. № 2. С. 63–67.
- [3] Кубасов А.А. // Магнитная гидродинамика. 1992. № 4. С. 107–113.

Саратовский государственный
университет

Поступило в Редакцию
13 июня 1995 г.