

05.2;05.3;07;12

Анизотропное рассеяние поляризованного света в слое магнитной жидкости

© А.В. Скрипаль, Д.А. Усанов

Саратовский государственный университет

Поступило в Редакцию 22 января 1997 г.

В работе экспериментально установлены неизвестные ранее закономерности, наблюдающиеся при рассеянии плоскополяризованного света в слое магнитной жидкости в зависимости от ориентации относительно направления магнитного поля вектора электрического поля поляризованного излучения и объяснена их физическая природа.

Рассеяние поляризованного света в магнитной жидкости изучалось в основном в разбавленных коллоидных растворах [1,2]. В работах [3,4] проанализирован характер рассеяния излучения, падающего на тонкий слой концентрированной магнитной жидкости. Однако при анализе полученных результатов не рассматривалось влияние взаимной ориентации направления вектора электрического поля падающего света и приложенного к магнитной жидкости магнитного поля.

Можно предположить, что наибольшим образом такое влияние будет проявляться при рассеянии света на агломератах феррочастиц, размеры которых меньше или сравнимы с длиной волны падающего излучения. Исследование влияния взаимной ориентации векторов электрического поля световой волны и магнитного поля на рассеяние в магнитной жидкости плоскополяризованного оптического излучения и составило цель настоящей работы.

Рассеяние линейно поляризованного света в слое магнитной жидкости на основе воды с магнетитовыми частицами, покрытыми олеатом натрия с концентрацией твердой фазы $\varphi = 0.1$, регистрировалось с помощью установки, схема которой приведена на рис. 1. Вектор электрического поля поляризованного излучения He-Ne лазера 1с длиной волны 0.6328 мкм ориентировался либо параллельно (E_{\parallel}), либо перпендикулярно (E_{\perp}) направлению приложенного вдоль плоскости слоя магнитной жидкости 2 магнитного поля \vec{H} . Излучение лазе-

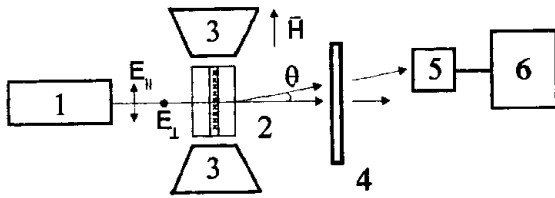


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 — лазер, 2 — слой магнитной жидкости, помещенный между двумя стеклянными пластинами, 3 — полюса электромагнита, 4 — экран, 5 — фотоприемник, 6 — регистрирующий прибор.

ра направлялось на слой магнитной жидкости, находящийся между стеклянными пластинами 2. Рассеянное слоем магнитной жидкости излучение лазера регистрировалось фотоприемником 6, расположенным под углом $\theta = 5$ град. к направлению падения лазерного излучения.

На рис. 2 приведены зависимости интенсивности рассеянного света от величины приложенного магнитного поля для $E_{||}$ (кривая 1) и E_{\perp} (кривая 2). Как видно из рис. 2, при малых величинах магнитных полей рассеяние света больше для случая, когда вектор электрического поля ориентирован параллельно направлению магнитного поля. С ростом величины приложенного магнитного поля различие в значениях интенсивностей рассеянного излучения для $E_{||}$ и E_{\perp} исчезало. Как видно из рис. 2, значение порогового магнитного поля ($H_{n||}$) для параллельной ориентации векторов \vec{E} и \vec{H} , определенного как это показано на этом же рис. 2, оказалось существенно меньше значения порогового магнитного поля для перпендикулярной ориентации векторов электрического и магнитного полей ($H_{n\perp}$). Поскольку значение порогового магнитного поля начала анизотропного светорассеяния является функцией размера агломератов феррочастиц [3], различие значений пороговых магнитных полей $H_{n||}$ и $H_{n\perp}$ может быть объяснено отличием размеров агломератов из феррочастиц в направлениях параллельном и ортогональном магнитному полю.

Приведенное на рис. 2, различие в значениях пороговых магнитных полей характерно для структурирования магнитной жидкости в ее объеме. Действительно, возникновению рассеяния света соответствует образование в жидкости структур, сравнимых с длиной волны света

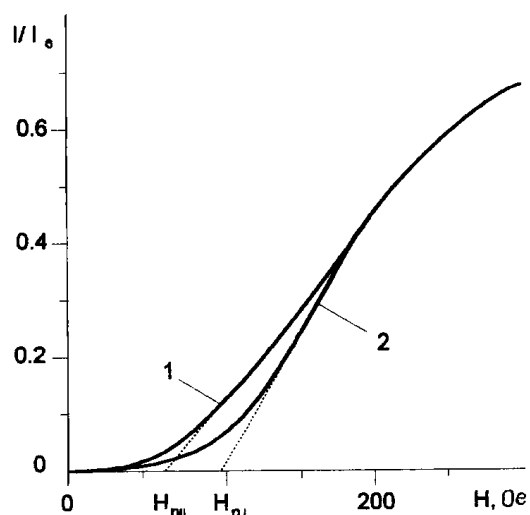


Рис. 2. Зависимость нормированной интенсивности рассеянного света от величины магнитного поля для случаев ориентации вектора электрического поля: 1 — параллельно направлению магнитного поля, 2 — перпендикулярно.

(доли микрона). При толщине слоя жидкости порядка нескольких десятков микрон это соответствует условиям формирования агломератов в объеме магнитной жидкости.

Таким образом, установлено, что при рассеянии линейно поляризованного света на тонком слое магнитной жидкости, помещенной в магнитное поле, ориентированное вдоль границ плоского слоя наблюдается существенное отличие в зависимости интенсивности рассеянного света от величины магнитного поля для случаев параллельной и перпендикулярной ориентации относительно направления магнитного поля вектора электрического поля поляризованного излучения лазера. Наблюдающееся анизотропное светорассеяние может быть объяснено различием размеров агломератов феррочастиц вдоль и поперек направления вектора электрического поля излучения лазера для различной ориентации вектора напряженности магнитного поля.

Список литературы

- [1] Скибин Ю.Н., Чеканов В.В., Райхер Ю.Л. // ЖЭТФ. 1977. Т. 72. В. 3. С. 949–955.
- [2] Дроздова В.И., Скибин Ю.Н., Шагрова Г.В. // Магнитная гидродинамика. 1987. N 2. С. 63–66.
- [3] Блум Э.Я., Майоров М.М., Цеберс А.О. Магнитные жидкости. Рига: Зинанте. 1989. 366 с.
- [4] Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Ермолаев С.А., Панов В.В. // Письма в ЖТФ. 1995. Т. 21. N 17. С. 1–4.