

03;07;12

Дифракция света на агломератах слоя магнитной жидкости в магнитном поле, параллельном плоскости слоя

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

Саратовский государственный университет

Поступило в Редакцию 21 октября 1996 г.

В работе впервые установлены неизвестные ранее закономерности, наблюдающиеся при пропускании лазерного излучения через слой магнитной жидкости как при наличии внешнего магнитного поля, так и в его отсутствии, и объяснена их физическая природа.

Наиболее сильное проявление дифракции света наблюдалось для случая ориентации внешнего магнитного поля поперек границам плоского слоя магнитной жидкости [1]. В этом случае действие постоянного магнитного поля, направленного вдоль лазерного луча, приводило к появлению характерной дифракционной картины рассеяния в виде одного или нескольких колец [2,3]. Однако что представляет собой картина дифракции для случая ориентации внешнего магнитного поля вдоль плоского слоя магнитной жидкости и как она изменяется при изменении величины и направления лежащего в этой плоскости магнитного поля, описано не было.

Экспериментально картина дифракции света на агломератах магнитной жидкости для рассматриваемого случая наблюдалась нами с помощью установки, схема которой приведена на рис. 1. Излучение лазера 1 с длиной волны 0.6328 мкм в виде пучка диаметром 3 мм направлялось на плоский слой магнитной жидкости на основе воды с магнетитовыми частицами, покрытыми олеатом натрия с концентрацией твердой фазы $\varphi = 0.1$, находящийся между стеклянными пластинами 2. Прошедший через слой магнитной жидкости пучок света вида 9 наблюдался на экране 5 и регистрировался фотоприемником 6 и самописцем 7. При приложении к магнитной жидкости магнитного поля с помощью полюсов электромагнита 3 и источника питания 4 пучок трансформировался в

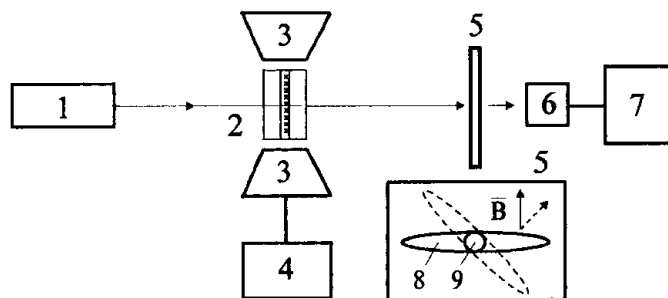


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 — лазер; 2 — слой магнитной жидкости, помещенной между двумя стеклянными пластинами; 3 — полюса электромагнита; 4 — источник питания электромагнита; 5 — экран; 6 — фотоприемник; 7 — самописец; 8 — форма пучка света в магнитном поле; 9 — форма пучка света в отсутствие магнитного поля (пунктиром показано направление вращения полоски света при вращении направления приложенного магнитного поля).

световую полоску 9, продольная ось которой была перпендикулярна направлению магнитного поля \mathbf{B} . Интенсивность света в полоске увеличивалась с ростом величины магнитного поля. При изменении направления приложенного магнитного поля в плоскости слоя, показанного пунктиром, визуально наблюдался поворот продольной оси полоски вслед за поворотом направления магнитного поля.

Визуально интенсивность света в полоске воспринималась как однородная. Такая картина дифракции света соответствует случаю его прохождения через систему непрозрачных нитей, расположенных перпендикулярно направлению распространения света. Роль этих нитей в рассматриваемом случае играют упорядоченно расположенные феррочастицы. Отличительной особенностью рассматриваемого случая является квазипериодическая прерывистость нитей из феррочастиц и не строгая их пространственная периодичность. Следствием наличия квазипериодичности должно быть существование максимумов и минимумов интенсивности внутри полоски света. Данное предположение было проверено нами экспериментально. На рис. 2, а приведена зависимость напряжения на фотодиоде от его местонахождения вдоль координатной оси, перпендикулярной к на-

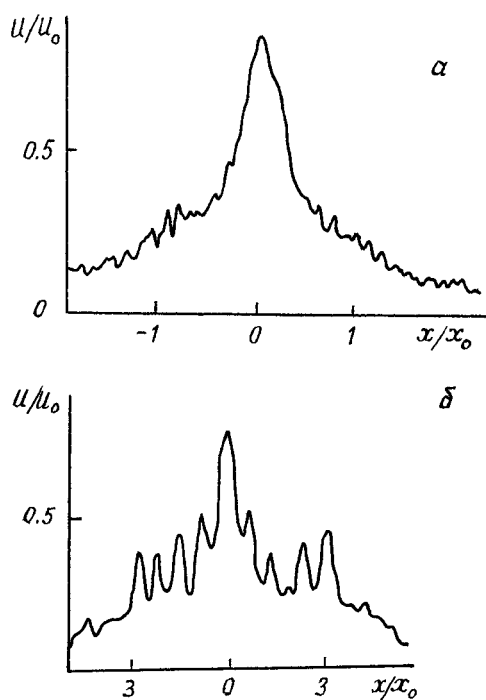


Рис. 2. Зависимость нормированного напряжения на фотодиоде от его местоположения вдоль координатной оси, перпендикулярной к направлению магнитного поля: *a* — при прохождении света через слой магнитной жидкости, *b* — через высохший слой из феррочастиц.

правлению приложенного поля. Как видно из рис. 2, *a*, наблюдается характерная для дифракции картина чередующихся максимумов интенсивности рассеянного света.

Для подтверждения предположения об ответственности за наблюдаемую характерную картину дифракции образующихся в магнитном поле ориентированных вдоль него нитей из феррочастиц слой магнитной жидкости, нанесенный на стеклянную подложку, сушился в постоянном магнитном поле. Пропускаемый через стеклянную пластинку с высохшим слоем из феррочастиц пучок

света также трансформировался в узкую световую полосу, теперь уже в отсутствии магнитного поля. При вращении пластинки с высохшим слоем из феррочастиц в плоскости, перпендикулярной направлению распространения света, ось полосы поворачивалась вслед за поворотом пластинки со слоем феррочастиц. На рис. 2, б приведена дифракционная картина, полученная при освещении образца высохшей магнитной структуры излучением He-Ne лазера. Измеренное на микроинтерферометре МИИ-4 значение толщины слоя жидкости составило 1.5 мкм.

Таким образом, при рассеянии света на тонком слое магнитной жидкости, помещенной в магнитное поле, ориентированное вдоль границ плоского слоя, возникает характерная для дифракции на квазипериодической решетке полоска света, имеющая чередующиеся максимумы и минимумы интенсивности. Показано, что при изменении направления приложенного магнитного поля, лежащего в плоскости слоя, наблюдается поворот продольной оси полоски вслед за поворотом направления магнитного поля.

Список литературы

- [1] *Bacri J.C., Salin D.* // J. Physique (Letters). 1982. V. 41. N 22. P. L771–L777.
- [2] *Диканский Ю.И., Цеберс А.О.* // Магнитная гидродинамика. 1990. № 2. С. 47–53.
- [3] *Haas W.E.L., Adams J.E.* // Appl. Phys. Letters. 1975. V. 27. N 10. P. 571–572.