

ния аберрационных искажений и локальной самофокусировки. Отметим, что указанные эффекты проявятся, если область $M \sim 1$ имеет протяженность $\Delta z \geq 0,1 ka_0^2$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешкевич В. А., Сухоруков А. П. «Письма в ЖЭТФ», 1970, 12, 112.
2. Wallace J. «J. Opt. Soc. Am.», 1972, 62, 373.
3. Воробьев В. В. «Квантовая электроника», 1976, 3, вып. 3, 605.
4. Егоров К. Д., Кандидов В. П. Теория дифракции и распространения волн. Краткие тексты докладов. М., 1977, с. 270.

Кафедра общей физики
и волновых процессов

Поступила в редакцию
07.06.78

УДК 537.611.44

Н. И. ШПИНЬКОВ, П. П. ОЛЕФИРЕНКО

О ВОЗМОЖНОСТИ УСТРАНЕНИЯ ТИПИЧНЫХ ОШИБОК В МОДУЛЯЦИОННОЙ РАДИОСПЕКТРОСКОПИИ

Основой для правильной интерпретации спектров магнитного резонанса является в первую очередь отсутствие аппаратных искажений при регистрации сигнала. При дифференциальном прохождении линии такие искажения на первый взгляд мало изменяют внешние, качественные характеристики производной линии поглощения по полю. Искаженная производная линии поглощения, как и правильная, имеет максимум, минимум и точку перехода через нуль. Такого вида сигналы часто приводятся в публикациях, отражающих изучение спектров ЭПР [1], ЯМР [2], ФМР [3]. Необходимым признаком того, что регистрируемый сигнал соответствует действительному, следует считать выполнение известного условия [4]

$$\int_{-\infty}^{\infty} Y'(H) dH = 0. \quad (1)$$

Примером явного нарушения этого условия является воспроизведенный из работы [1] спектр ЭПР жидкого кислорода (рис. 1).

Таким образом, из анализа литературных данных следует, что чисто аппаратное искажение линий поглощения существенно снижает возможности хорошо отработанной методики магнитного резонанса и часто приводит к неправильной интерпретации результатов. Поэтому в данной работе экспериментально исследовали основные причины, вызывающие такие искажения. Можно выделить три такие причины. Во-первых, при работе на частотах порядка 10 ГГц поглощение высоко-частотной энергии в случае широкой линии может начинаться практически с нулевого поля. Тогда нулевой уровень сигнала будет соответствовать не тому значению напряжения, которое поступает на регистрирующий прибор в нулевом магнитном поле (где производная уже не равна нулю), а значению, к которому стремится напряжение сигнала в сильном поле. Это единственный случай, когда свойства самого образца приводят к кажущемуся нарушению условия (1). На рис. 2 при-

веден такого рода результат записи производной при ФМР поликристалла $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ на частоте 8,6 ГГц.

Однако более вероятной причиной нарушения условия (1) во многих работах, например [1—3], являются чисто аппаратные искажения. На один из источников таких искажений — нестабильность ампли-

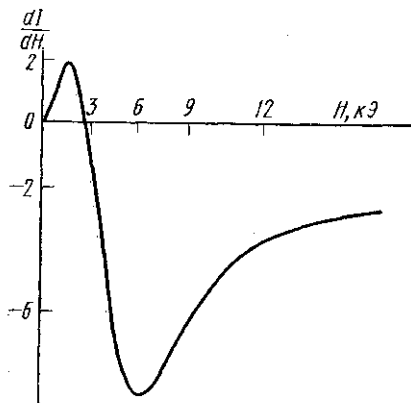


Рис. 1. Спектр ЭПР жидкого кислорода

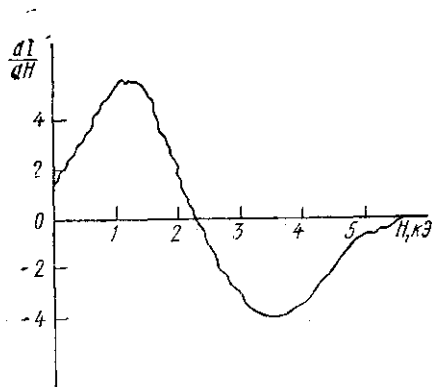


Рис. 2. ФМР поликристалла $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ на частоте 8,6 Гц

туды и фазы модулирующего магнитного поля — уже указывалось ранее [5]. Источником этой нестабильности является изменение индуктивности модулирующей обмотки и изменение активного сопротивления цепи основной обмотки электромагнита при прохождении линии. В работе [5] основное внимание уделялось модуляционным шумам в случае узких линий и для повышения отношения сигнала к шуму была дана схема амплитудно-фазовой стабилизации. При широких линиях наибольшее влияние нестабильность модулирующего магнитного поля окажет на форму линии.

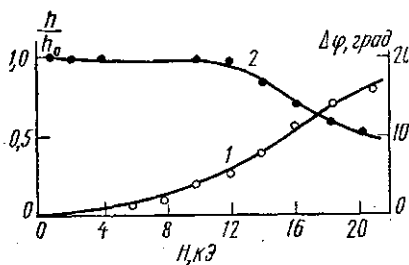


Рис. 3. Зависимость фазы (1) и амплитуды (2) модулирующего магнитного поля от величины постоянного магнитного поля электромагнита ФЛ-1

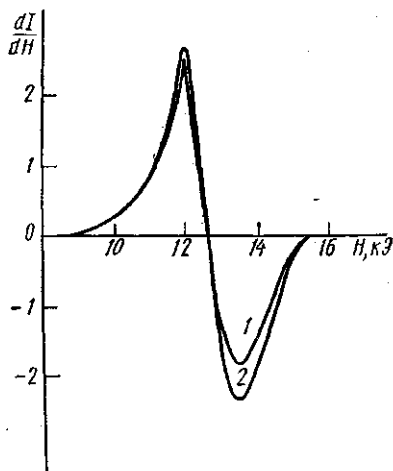


Рис. 4. ФМР поликристалла $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ на частоте 40 ГГц без стабилизации амплитуды и фазы модулирующего поля (1) и со стабилизацией (2)

В случае широко применяемого для радиоспектроскопов электромагнита ФЛ-1 изменение амплитуды и фазы модулирующего магнитного поля при изменении постоянного магнитного поля показано на рис. 3. Видно, что при изменении магнитного поля в зазоре электромагнита от 5 до 20 кЭ амплитуда модулирующего поля уменьшается на 50%, а фаза изменяется на 15° . Очевидно, что такие изменения существенно исказят форму линии. Для устранения указанного источника искажения линии в данной работе использовалась система стабилизации амплитуды и фазы модулирующего поля, подобная описываемой в [5]. Система состоит из фазочувствительной цепи обратной связи по магнитному потоку, избирательного усилителя и усилителя мощности. Частота модуляции $f=32$ Гц. При изменении постоянного магнитного поля от 5 до 20 кЭ эта система стабилизирует амплитуду с точностью до 2%, а изменение фазы при этом не превышает 2° . Спектрометр, в котором применялась данная система стабилизации, аналогичен спектрометру, описываемому в работе [6].

Те искажения формы линии поглощения, к которым приводят нестабильность амплитуды и фаза модулирующего поля, иллюстрируются рис. 4. Здесь представлена производная линии поглощения без стабилизации (кривая 1) и со стабилизацией (кривая 2) модулирующего поля для образца, состоящего из частиц $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Спектрометр при этом настроен на сигнал поглощения. Частота высокочастотного поля равна 40 ГГц.

Если производная записанного спектра не удовлетворяет условию (1) и при наличии амплитудно-фазовой стабилизации модулирующего поля, то основной причиной искажений следует считать смешивание сигналов дисперсии и поглощения. Этот источник искажений устраняется тщательной настройкой спектрометра на сигнал поглощения.

Таким образом, установлено, что типичные искажения формы линии магнитного резонанса могут быть устранены, если принять во внимание указанные выше причины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юдин Е. П. «Письма в ЖЭТФ», 1978, 27, 129.
2. Ермаков А. Е., Сериков В. В., Иванов О. А., Шур Я. С. «Физика твердого тела», 1973, 15, № 2, 617.
3. Masatoshi Takao, Atsika Tasaki. «Japan. J. Appl. Phys.», 1973, 12, N 6, 940.
4. Пул Ч. Техника ЭПР-спектроскопии. М., 1970.
5. Шпильков Н. И. «Приборы и техника эксперимента», 1972, № 1, 133.
6. Лазукин В. Н. ЖЭТФ, 1959, 36, вып. 3, 582.

Кафедра
магнетизма

Поступила в редакцию
04.04.78

УДК 551—465

Н. К. ШЕЛКОВНИКОВ, В. В. РОЗАНОВ, М. В. СОЛНЦЕВ, А. А. ЗАМЯТИН

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ПОТОКА В КАНАЛЕ ЛАЗЕРНЫМ ДОППЛЕРОВСКИМ ГИДРОМЕТРОМ

В настоящее время одним из наиболее перспективных методов измерения средних и пульсационных составляющих скорости потока является лазерная анемометрия [1—3]. Данный метод использует диф-