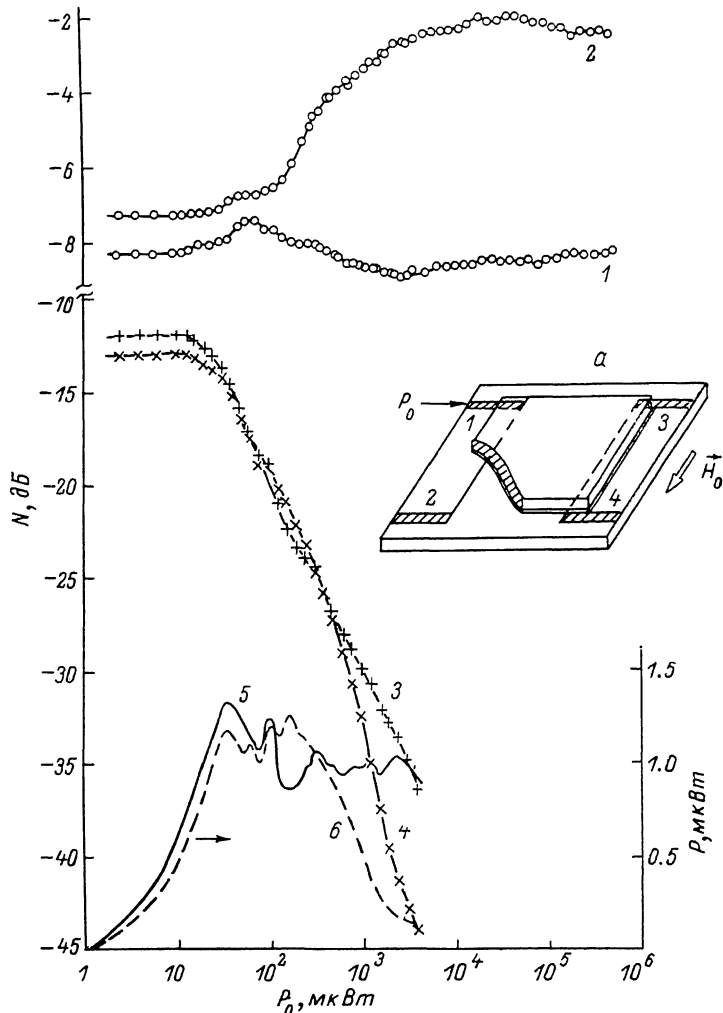


ВОЗБУЖДЕНИЕ И ПРИЕМ ПОВЕРХНОСТНОЙ МАГНИТОСТАТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ ЗА ПОРОГОМ НЕЛИНЕЙНОСТИ

О. А. Чивилева, А. Н. Анисимов, А. Г. Гуревич

Параметрическое возбуждение спиновых волн достаточно хорошо изучено в случае накачки однородным СВЧ полем (см., например, [1]). В последнее время большое внимание уделяется исследованию бегущих спиновых волн в тонких магнитных пленках — так называемых магнитоэлектрических волн (МСВ), возбуждаемых токовыми микрополосковыми преобразователями. Особенности нелинейных явлений при распространении таких волн связаны с зависимостью амплитуды переменной намагниченности, выступающей в качестве накачки,



от всех трех координат. Эти особенности усложняют картину развития нелинейности при увеличении амплитуды возбуждаемой МСВ. В данном сообщении приводятся предварительные результаты экспериментального изучения запорогового поведения МСВ.

Для возбуждения и приема поверхностной МСВ в пленке железиттриевого граната была использована система, состоящая из двух микрополосковых преобразователей на подложке из ситалла, которая прикладывалась к поверхности пленки (см. рисунок, а). Длина преобразователей 8 мм, расстояние между ними 3 мм. СВЧ мощность P_0 подавалась в плечо 1. Методом замещения измерялись ослабление сигнала, отраженного в плечо 1 от входного конца возбуждающего преобразователя (кривая 1), ослабление сигнала, прошедшего в плечо 2 (кривая 2), а также ослабления сигналов МСВ, принятых в плечи 3 и 4 (кривые 3, 4), по отношению

к мощности P_0 . Свободные плечи при измерениях нагружались на нагрузку 50 Ом. Измерения проводились на частоте 3.2 ГГц, магнитное поле выбиралось таким, чтобы возбуждалась поверхностная МСВ с волновым числом $k=200 \text{ см}^{-1}$. В этом случае законами сохранения разрешен процесс трехмагнотонного расщепления поверхностной МСВ, вследствие чего порог нелинейности (параметрического возбуждения спиновых волн исходной волной) должен быть весьма низким [2]. Уровень падающей мощности P_0 изменялся в широких пределах — от единиц мкВт до ~ 500 мВт. Для плеч 3 и 4 его верхнее значение ограничивалось развязкой этих плеч от входа, которая составляла ~ 50 и ~ 70 дБ соответственно.

Измеренные зависимости приведены на рисунке, откуда видно, что при $P_0 \simeq 13$ мкВт для всех плеч наблюдается отклонение от линейности. Оно наступает при таком значении входной мощности, когда хотя бы в одной точке пленки амплитуда колебаний намагниченности превышает пороговую величину. По-видимому, это происходит вблизи от входного конца возбуждающего преобразователя. При дальнейшем повышении мощности область пленки, для которой амплитуда переменной намагниченности превышает пороговую, расширяется.

На рисунке показаны также величины мощностей, принятых в плечи 3 и 4 (кривые 5, 6). Видно, что эти величины продолжают расти и за порогом вплоть до мощностей, на ~ 5 дБ превышающих пороговую. Очевидно, это связано с тем, что по мере увеличения P_0 область, в которой амплитуда переменной намагниченности превышает пороговую, расширяется, охватывая при этом все большую часть преобразователя. Затем мощности, принятые в плечи 3 и 4, перестают расти и при P_0 , приблизительно на 8 дБ превышающих пороговое значение, форма кривых 5, 6 становится различной. При этих же величинах искажается спектр сигнала, прошедшего по пленке — наблюдается появление спутников, впервые отмеченное в [3]. При дальнейшем повышении P_0 мощности, принятые в плечи 3, 4, начинают падать. Это может быть связано с высокой концентрацией продуктов распада МСВ при значительном превышении пороговых мощностей и с их влиянием на затухание распространяющейся волны, а также с менее эффективным возбуждением МСВ в нелинейном режиме, на что указывает существенное увеличение сигнала, прошедшего в плечо 2. Последний эффект используется для создания подавителей слабых сигналов [4].

Динамический диапазон работы подавителя (кривая 2) составляет приблизительно 30 дБ. При $P_0 \simeq 50$ мВт на кривой 2 наблюдается широкий максимум, который был отмечен и в [5] для более толстых пленок.

Отражение в плечо 1 от входа возбуждающего преобразователя (кривая 1) во всем диапазоне P_0 изменяется слабо и, по-видимому, не оказывает существенного влияния на ход кривых 2—4.

Таким образом, развитие нелинейных процессов при распространении магнитостатических волн в тонких магнитных пленках является весьма сложным и нуждается в дальнейших исследованиях.

Литература

- [1] Захаров В. Е., Львов В. С., Старобинец С. С. УФН, 1974, т. 114, № 4, с. 609—654.
- [2] Гусев Б. Н., Гуревич А. Г., Анисимов А. Н. и др. ФТТ, 1986, т. 28, № 10, с. 2969—2974.
- [3] Медников А. М. ФТТ, 1984, т. 23, № 1, с. 242—245.
- [4] Adam J. D. IEEE Trans., 1980, v. MAG-16, N 5, p. 1168—1170.
- [5] Stitzer S. N., Emtage P. R. Circuits, systems and signal processing, 1985, v. 4, N 1—2, p. 227—252.

Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе АН СССР
Ленинград

Поступило в Редакцию
25 марта 1987 г.