

05.1;08

©1995

## ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В МАГНИТОСТРИКЦИОННОМ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ ФЕРРИТЕ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ НАЛИЧИИ НИЗКОЧАСТОТНОГО ПОДМАГНИЧИВАНИЯ

*В.А.Ермолов*

Существенная зависимость скорости акустических волн от величины магнитного поля в магнитострикционных поликристаллических ферритах нашла применение в управляемых устройствах аналоговой обработки сигналов [1,2]. Показано, что зависимость упругих свойств магнитострикционной керамики, а следовательно, и скорости акустических волн в ней непосредственно связана с процессами ее перемагничивания [3]. Известно, что намагничивание предварительно размагниченного ферромагнитного образца может осуществляться по начальной (нулевой) кривой намагничивания, которую получают при монотонном увеличении магнитного поля либо по идеальной кривой намагничивания, которая получается при одновременном действии постоянного магнитного поля и переменного низкочастотного магнитного поля с убывающей до нуля амплитудой [4,5]. Идеальная кривая намагничивания характеризуется быстрым ростом индукции до значения насыщения уже в относительно слабых полях. Как результат, существенно упрощается перемагничивание образца. Это свойство идеальной кривой намагничивания нашло техническое применение, например, в устройствах для измерения слабых токов [5]. Можно предположить, что перемагничивание образца по идеальной кривой намагничивания также существенно повысит чувствительность скорости акустических волн к величине магнитного поля в области слабых полей.

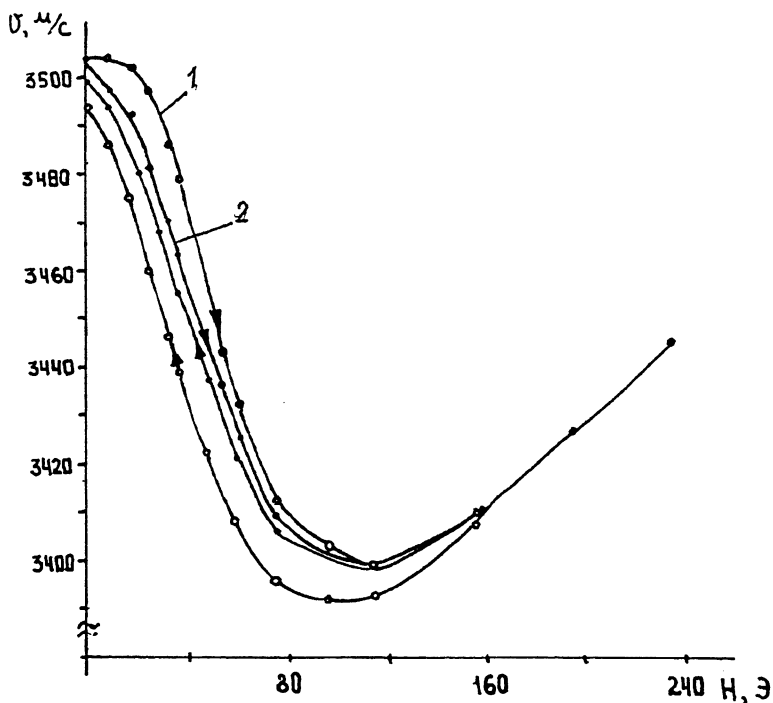
Целью настоящей работы являлась экспериментальная проверка сделанного предположения.

В экспериментах использовался образец в форме параллелепипеда с размерами  $3.5 \times 6.5 \times 41$  мм, изготовленный из горячепрессованного поликристаллического феррита состава  $\text{NiO-CoO-Fe}_2\text{O}_3$ , содержащего 48 мол.%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и 1.2 мол.%  $\text{CoO}$ . Пьезопреобразователи сдвиговых волн, изготовленные из  $\text{LiNbO}_3$ , приклеивались к торцам образца и

имели центральную частоту 20 МГц. Образец помещался в зазор электромагнита, причем направление внешнего магнитного поля было параллельно продольной оси образца. Измерение скорости акустических волн производилось по стандартной радиоимпульсной методике.

Нами сравнивались зависимости скорости сдвиговых акустических волн в образце при его намагничивании соответственно по начальной и идеальной кривым намагничивания. В первом случае магнитное поле электромагнита монотонно изменялось и в соответствующих точках производилось измерение скорости акустических волн. Во втором случае магнитное поле монотонно изменялось аналогичным образом, однако перед измерением скорости акустических волн в каждой измеряемой точке на образец воздействовали переменным подмагничивающим полем с частотой 50 Гц и экспотенциально спадающей до нуля амплитудой. Поле подмагничивания возбуждалось с помощью дополнительной катушки. Амплитуда спадающего поля в начальный момент времени равнялась 800 Э, а длительность спадения составляла 2–3 секунды. В обоих случаях перед началом измерений образец размагничивался переменным магнитным полем с частотой 50 Гц и спадающей до нуля амплитудой.

На рисунке представлены полученные экспериментальные зависимости (кривая 1 — намагничивание монотонным полем при наличии переменного подмагничивающего поля, кривая 2 — намагничивание монотонным полем). В обоих случаях зависимости скорости акустических волн от внешнего магнитного поля качественно совпадали с аналогичной зависимостью, полученной в пьезомагнитной керамике данного типа для монотонно изменяющегося поля ранее [1]. Вследствие этого характер поведения кривых в целом в настоящей работе обсуждаться не будет. При этом для напряженностей магнитного поля, превышающих 160 Э, кривые 1 и 2 полностью совпадают, поэтому на рисунке представлены только участки соответствующих зависимостей для полей ниже 240 Э. Как видно из представленных экспериментальных зависимостей, в диапазоне полей, меньших 100 Э, чувствительность акустических волн к величине магнитного поля при использовании подмагничивающего поля действительно оказывается выше соответствующей чувствительности при перемагничивании монотонно изменяющимся полем. Причем эта разность оказывается особенно велика в области малых полей. Так, например, приращение магнитного поля от 0 до 10 Э вызывает в 5.6 раза большее абсолютное изменение скорости сдвиговых акустических волн при намагничивании по идеальной кривой намагничивания, чем по начальной. На рисунке также представлены соответствующие зависимости для монотонно спадающего поля (направление изменения магнитного поля указано стрелка-



Зависимость скорости акустических волн от величины внешнего магнитного поля. 1 — перемагничивание монотонным полем при наличии переменного спадающего подмагничивающего поля, 2 — перемагничивание монотонным магнитным полем. Стрелками указано направление изменения магнитного поля.

ми). Следует отметить существенно меньший гистерезис, наблюдавшийся для перемагничивания по идеальной кривой.

В заключение отметим, что существенно более высокая чувствительность скорости акустических волн к величине магнитного поля в области малых магнитных полей при наличии спадающего до нуля низкочастотного магнитного поля может найти применение в управляемых устройствах аналоговой обработки сигналов и датчиках.

## Список литературы

- [1] *Поваренко А.Д.* и др. // Электронная техника. Сер. 6. Материалы. 1983. В. 6. С. 7.
- [2] *Ермолов В.А.* // Радиотехника. 1990. В. 4. С. 34.
- [3] *Ван-дер-Бургт К.* // Проблемы современной физики. 1954. В. 6. С. 126.
- [4] *Преображенский А.А.* и др. Магнитные материалы и элементы. М.: Высш. школа. 1986. С. 352.
- [5] *Поливанов К.М.* Ферромагнетики. Основы теории и технического применения. М.: Госэнергоиздат, 1957. С. 512.

Московский инженерно-  
технический институт

Поступило в Редакцию  
10 февраля 1995 г.