

т. е. $20 \lg \sigma_y$. Образцы записей $R_{yx}(\tau)$, полученных на выходе коррелометра, приведены на фиг. 2. Записи 2, а сделаны при шуме с полосой 1200—2400 гц; (верхняя запись — микрофон вблизи от излучателя

(на расстоянии $r_1=2$ м), нижняя — микрофон в точке, удаленной от излучателя на расстояние $r_1=8$ м. Аналогичные записи на фиг. 2, б отвечают частотной полосе шума 3200—6400 гц. На фиг. 3 результаты измерений для частотной полосы шума 1200—2400 гц представлены в виде графиков. По оси абсцисс отложено расстояние от излучателя в м; 1 дает зависимость σ_1/σ_y , т. е. акустического отношения прямой волны от расстояния между излучателем и приемником, измеренную коррелометром; 2 — уровень шума в помещении, измеренный шумомером; 3 — спадение прямого звука, найденное по формуле

$$20 \lg \sigma_1 = 20 \lg R + 20 \lg \sigma_y.$$

Первое слагаемое в правой части этого равенства измеряется коррелометром, второе — шумомером.

Здесь же дана расчетная кривая 4 квадратичного спадения прямого звука.

Наконец 5 дает зависимость от расстояния энергии диффузного звука.

Разработанный метод может успешно использоваться при исследовании акустических свойств помещений. См. также [3].

Авторы выражают благодарность Е. Л. Фейнбергу, и В. С. Григорьеву за обсуждение полученных результатов, Н. С. Антонову и В. М. Шаталову за участие в проведении измерений и обработку результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Фурдеев. Электроакустика. М., ОГИЗ, 1948.
2. С. Г. Гершман и Е. Л. Фейнберг. Об измерении коэффициента корреляции. Акуст. журн., 1955, 1, 4, 326—338.
3. K. W. Goff. The application of correlation techniques to some acoustis measurements. J. Acoust. Soc. Amer., 1955, 27, 236—246.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
14 мая 1957 г.

ИСПЫТАНИЯ ОПЫТНЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПРИЕМНИКОВ ИЗ ФЕРРИТОВ

И. П. Голямина, А. Д. Соколов, В. И. Чулкова

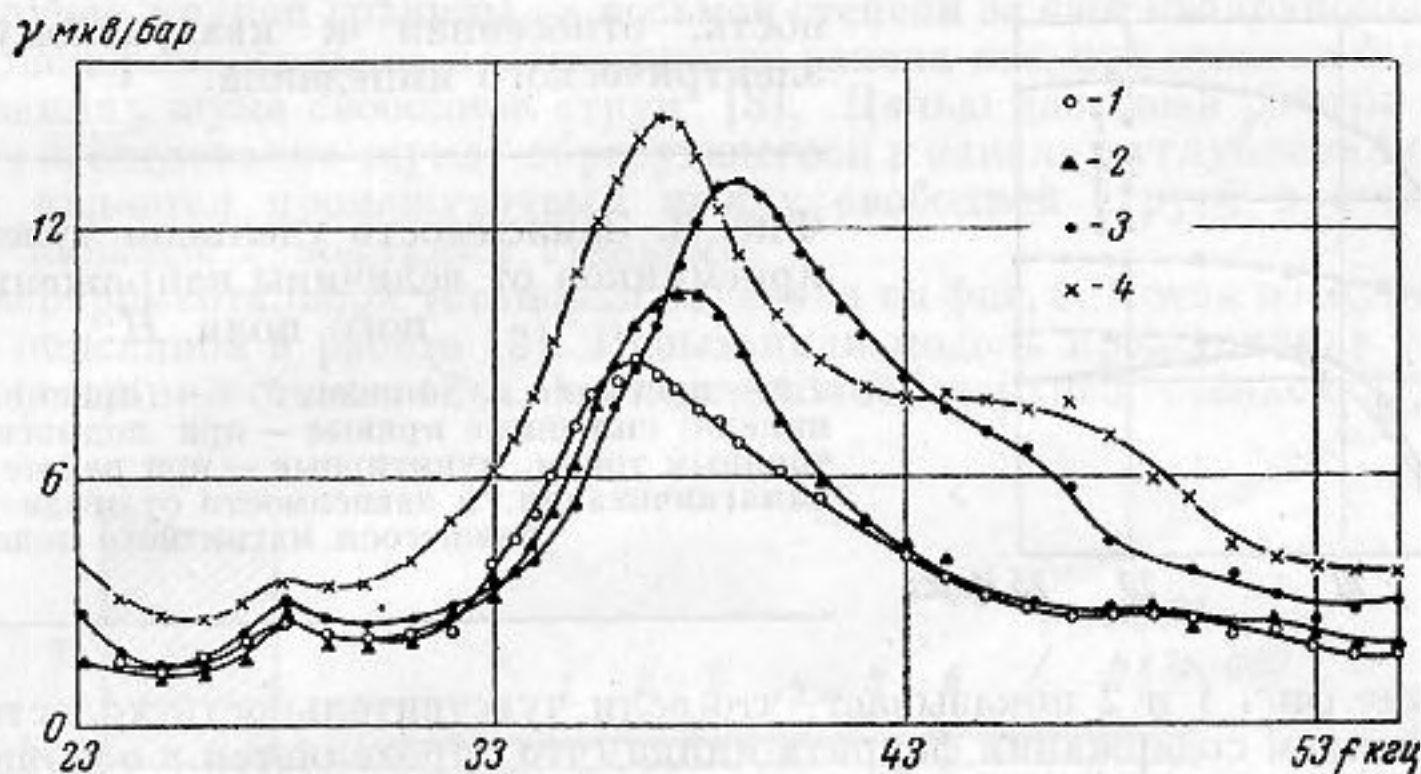
В последнее время значительно возрос интерес к ферритам как к материалу для электроакустических преобразователей. Исследование ряда свойств никель — цинковых ферритов, а также испытания опытных излучателей [1—4] показывают, что ферриты, по-видимому, могут успешно применяться в качестве магнитострикционных акустических излучателей средней мощности. Измерения величины $\Lambda = (\partial B / \partial \sigma)_H$ (где B — индукция, σ — механическое напряжение, H — магнитное поле), существенной для оценки ферритов как материала для приемников, показывают ([3], [5]), что ряд никель — цинковых ферритов имеет значение Λ , сравнимое со значением Λ для никеля и специальных магнитострикционных сплавов и иногда даже большее; при этом наблюдается возрастание Λ с увеличением содержания феррита цинка в твердом растворе от 0 до 70%.

В данном сообщении мы, не касаясь измерений параметров материала и не производя расчетов возможной чувствительности, приведем некоторые результаты акустических исследований образцов никель — цинковых ферритов в качестве приемников ультразвука.

Образцы имели такую же прямоугольную форму и приблизительно те же размеры, что и образец, описанный в [2]. Применение сплошных сердечников вместо склеенных из двух половин не дало существенных улучшений свойств преобразователя. Обмотка приемника состояла из 42 витков.

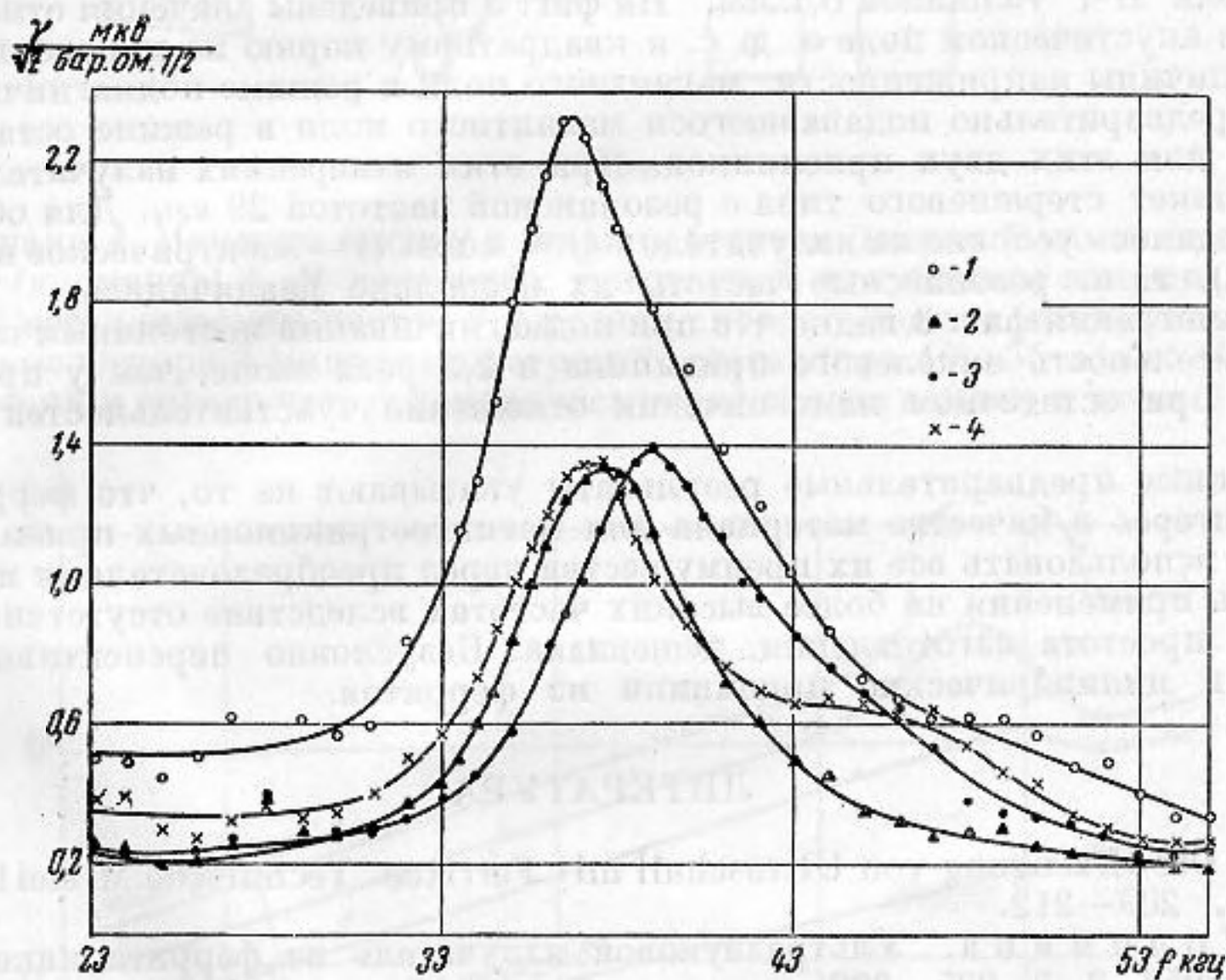
На фиг. 1 приведена частотная зависимость чувствительности в режиме холостого хода вблизи основного резонанса для четырех приемников из никель — цинковых фер-

ритов различного состава. Образцы находились в состоянии остаточного намагничения, причем предварительное намагничение производилось полем в 25 эрст. Изготовление ферритов проводилось по технологии, обеспечивающей большую плотность, чем плотность обычных ферритов, применяемых для радиотехнических целей. Для характеристики материалов приведем их плотность ρ и начальную магнитную проницаемость μ .



Фиг. 1. Зависимость чувствительности γ приемников из ферритов от частоты f :

1 — феррит никеля, 2 — никель-цинковый феррит, с содержанием феррита цинка 20%; 3 — то же 30%; 4 — то же — 50%



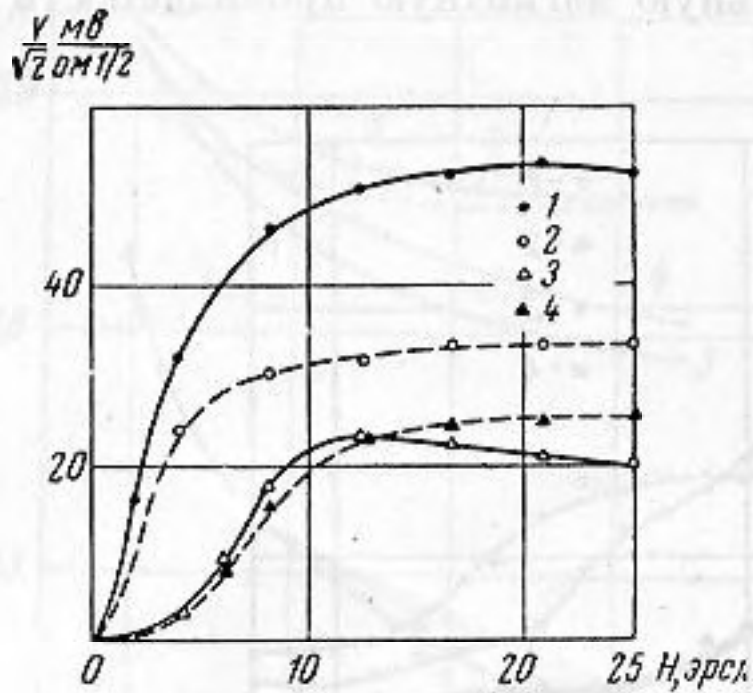
Фиг. 2. Зависимость удельной чувствительности γ/z приемников из ферритов от частоты f :

1 — феррит никеля; 2 — никель-цинковый феррит с содержанием феррита цинка 20%; 3 — то же 30%; 4 — то же 50%

Феррит никеля имел $\rho = 4,95$ и $\mu = 29$; никель — цинковые ферриты с содержанием феррита цинка: при 20% — $\rho = 4,98$, $\mu = 50$; при 30% — $\rho = 5,12$, $\mu = 130$, при 50% — $\rho = 5,16$, $\mu = 236$. Применение еще более плотных ферритов (со свойствами, указанными в [4]) давало некоторое повышение чувствительности. Измерения производились в импульсном режиме (что позволяло работать в незаглушенном бассейне, а также избежать влияния электрической наводки) методом сравнения с калиброванным цилиндрическим гидрофоном из титана бария. Расстояние между излучателем и приемником составляло 1 м, глубина погружения — 1,2 м. Акустическое поле создавалось ферритовым излучателем с резонансной частотой 30 кГц. Приемники помещались в максимуме характеристики направленности излучателя. При перемещениях гидрофона в плоскости, перпендикулярной оси излучателя — приемник, на расстоянии до 7 см показания его не изменялись, что свидетельствовало о достаточной однородности

акустического поля в месте приема и позволяло применять для калибровки метод замещения измеряемого приемника эталонным. Разброс экспериментальных точек при повторных измерениях, а также при применении других излучателей (пластин из титаната бария) не превышал 20%.

На фиг. 2 показана удельная чувствительность для тех же приемников, т. е. чувствительность, отнесенная к квадратному корню из электрического импеданса.



Фиг. 3. Зависимость удельной чувствительности приемников от величины напряженности магнитного поля H :

1, 2 — приемник из никеля, 3, 4 — приемник из феррита никеля; сплошные кривые — при подмагничивании постоянным током, пунктирные — при работе на остаточном намагничивании, в зависимости от предварительно подаваемого магнитного поля

Сравнение фиг. 1 и 2 показывает, что если чувствительность холостого хода растет с увеличением содержания феррита цинка (что определяется в основном большим увеличением магнитной проницаемости), то максимальная удельная чувствительность для приемников с ферритом цинка мало зависит от содержания последнего и меньше, чем таковая для приемника из феррита никеля.

Было произведено сравнение удельной чувствительности на резонансе приемника из феррита никеля и приемника из металлического никеля, имевших ту же форму и размеры, что и описанные выше образцы. Никелевый приемник был набран из пластин никеля марки $H-1$ толщиной 0,1 мм. На фиг. 3 приведены значения отношения возникающей в акустическом поле э. д. с. к квадратному корню из импеданса в зависимости от величины напряженности магнитного поля в режиме подмагничивания и от величины предварительно подаваемого магнитного поля в режиме остаточного намагничивания для этих двух приемников. При этих измерениях излучателем служил никелевый пакет стержневого типа с резонансной частотой 29 кГц. Для обоих приемников соблюдалось условие на излучателе $V/f = \text{const}$ (V — электрическое напряжение, f — частота), т. к. резонансные частоты их несколько различались.

Из рассмотрения фиг. 3 видно, что при подмагничивании постоянным полем удельная чувствительность никелевого приемника в 2,3 раза выше, чем у приемника из феррита, а при остаточном намагничивании отношение чувствительностей составляет всего 1,3.

Полученные предварительные результаты указывают на то, что ферриты представляют интерес в качестве материала для магнитострикционных приемников. При этом можно использовать все их преимущества перед преобразователями из металлов: возможность применения на более высоких частотах вследствие отсутствия потерь на токи Фуко, простота изготовления, дешевизна. Безусловно перспективными будут кольцевые и цилиндрические приемники из ферритов.

ЛИТЕРАТУРА

1. U. E n z. Die Erzeugung von Ultraschall mit Ferriten. Technische Mitteilungen PTT. 1955, 6, 209—212.
2. И. П. Голямина. Ультразвуковой излучатель из феррита никеля. Акуст. журн., 1956, 2, 2, 225—228.
3. V a n d e r B u r g t. Performance of ceramic ferrite resonators as transducers and filter elements. J. Acoust. Soc. Amer., 1956, 28, 6, 1020—1032.
4. И. П. Голямина. Применение ферритов в качестве излучателей ультразвука. Всесоюзная конференция по использованию ультразвуковой техники в промышленности, 1957.
5. P. P o r p e r. The magnetostriction of ferrites. Soft magnetic materials for telecommunications. L., 1954.

Акустический институт АН СССР
Москва
Институт физики металлов
Уральского филиала АН СССР
Свердловск

Поступило в редакцию
28 мая 1957 г.