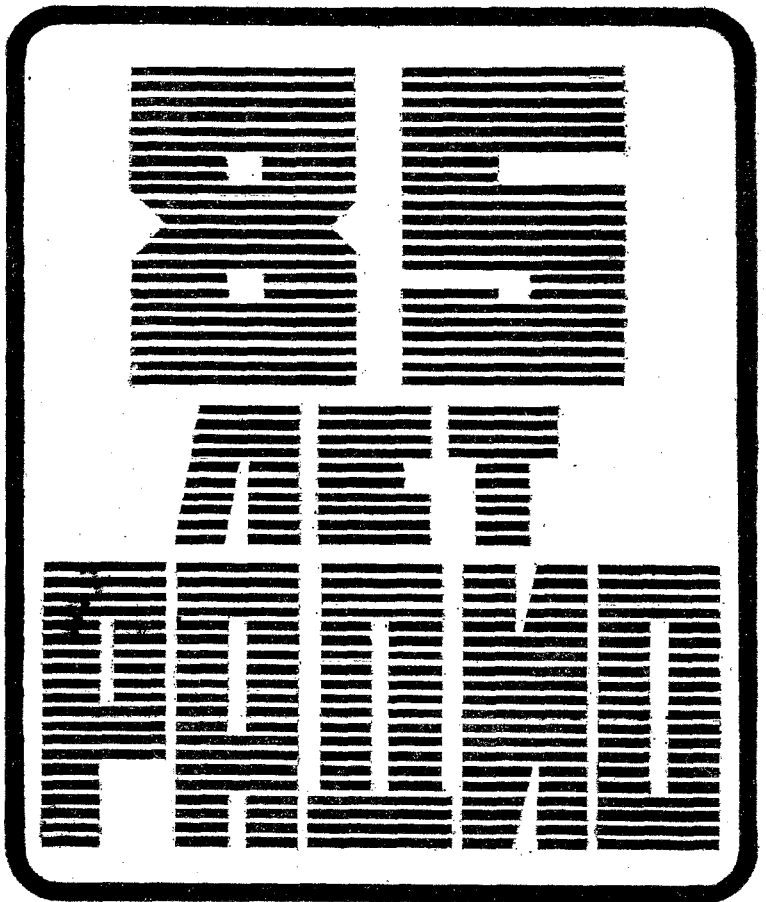


*стр. 64*



# РАДИОТЕХНИКА



ОРГАН  
НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБЩЕСТВА  
РАДИОТЕХНИКИ,  
ЭЛЕКТРОНИКИ  
И СВЯЗИ  
им. А. С. ПОШОВА

5

1980

УВЕЛИЧЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПОНДЕРОМОТОРНЫХ ВАТТМЕТРОВ  
С ПОМОЩЬЮ ФЕРРОМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Как показано в [1], СВЧ ваттметры, основанные на принципе пондеромоторного действия электромагнитных волн, имеют ряд важных преимуществ по сравнению с другими системами ваттметров. К числу таких преимуществ относится возможность создания абсолютных высокоточных измерителей мощности.

В частности, для построения пондеромоторных ваттметров используется регистрация по механическому моменту сил, действующему на образец при поглощении электромагнитных волн [1]. Величина момента сил определяется по формуле

$$N = P/\omega, \tag{1}$$

где  $P$  — величина поглощаемой мощности;  $\omega$  — частота колебаний.

К недостаткам пондеромоторных ваттметров следует отнести невысокую чувствительность для малых уровней мощности. Увеличения чувствительности пондеромоторных ваттметров можно достичь с помощью ферромагнитного резонанса.

Найдем выражение для момента сил [2]

$$N = \int [M \times H] dV, \tag{2}$$

действующего на изотропный однодоменный сферический образец феррита при резонансе (здесь  $M$  — вектор намагниченности,  $H$  — напряженность магнитного поля). Из уравнения Блòха [3, 4]

$$\partial M/\partial t = -\gamma [M \times H] - \omega_r (M - M_0), \tag{3}$$

где  $\gamma$  — гиромагнитное отношение;  $\omega_r$  — частота релаксации;  $M_0$  — равновесная статическая намагниченность;  $H = \left( H_1 \cos \omega t - \frac{4\pi}{3} M_x, H_1 \sin \omega t - \frac{4\pi}{3} M_y, H_0 - \frac{4\pi}{3} M_z \right)$  — поле внутри образца (в приближении магнитостатики), имеем

$$\bar{N} \Big|_{t=2\pi/\omega} = -\frac{\omega_r}{\gamma} (M_z - M_0) i_z V. \tag{4}$$

При получении (4) учтено, что при резонансе ( $\omega \approx \gamma H_0$ )  $M_x, y \sim \cos \omega t, \sin \omega t$  [3]. Используя решение для  $M_z$  [3], окончательно имеем

$$\bar{N} = \omega_r \gamma H_1^2 M_0 V / [\omega_r^2 + \gamma^2 H_1^2 + (\omega - \gamma H_0)^2]. \tag{5}$$

Соответственно формула для измерения амплитуды высокочастотной мощности примет вид ( $H_1 \ll \omega_r/\gamma, \omega = \gamma H_0$ ):

$$H_1 = [(\bar{N} \omega_r) / (M_0 V \gamma)]^{1/2}. \tag{6}$$

Оценим минимально возможную величину регистрируемой мощности с помощью ферромагнитного резонанса. Из (6) для  $\omega_r/\gamma \approx 1$  Э,  $M_0 \approx 100$  Гс,  $V \approx 10^{-3}$  см<sup>3</sup> и  $N_{min} \approx 10^{-11}$  дин·см [5] получаем  $H_1 \approx 10^{-5}$  Э. Для волны типа  $H_{10}$  в волноводе соответственно имеем  $P \approx 10^{-6}$  Вт. Чувствительность же лучших (обычного типа) пондеромоторных ваттметров  $\sim 10^{-3}$  Вт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валитов Р. А., Хижняк Н. А., Жилков В. С., Валитов Р. Р. Пондеромоторное действие электромагнитного поля. М.: Сов. радио, 1975.
2. Седов Л. И. Механика сплошной среды. Т. I. М.: Наука, 1973.
3. Голенищев-Кутузов В. А., Самарцев В. В., Соловьев Н. К., Хабибуллин Б. М. Магнитная квантовая акустика. М.: Наука, 1977.
4. Гуревич А. Г. Магнитный резонанс в ферритах и антиферромагнетиках. М.: Наука, 1973.
5. Брагинский В. Б., Манукин А. Б. Измерение малых сил в физических экспериментах. М.: Наука, 1974.

Сообщение поступило 8 июня 1979 г.



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ  
**АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО**

№ 167981

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

Автор (авторы):  
Широносков Валентин Георгиевич

Заявитель: Ижевский государственный медицинский институт

Заявка № 3011118 Приоритет изобретения 4 февраля 1981г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

5 января 1982г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела