

Примечание:

- измерения проводятся на расстоянии 50 см вокруг ВДТ для MPR II;
- измерения проводятся на расстоянии 30 см от лицевой поверхности ВДТ и 50 см. вокруг ВДТ для ТСО 99.

Уровень напряженности электромагнитного поля порядка 20 В/м является достаточным для приема и последующей обработки информации. Таким образом, современные стандарты на уровни побочных электромагнитных излучений обеспечивают безопасность только для здоровья оператора, работающего с ПЭВМ. С точки зрения защиты обрабатываемой информации данные стандарты не являются достаточно жесткими.

## ИЗМЕРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МЕТОДОМ ОТРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

А.В. Ростокин

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Верига Б.А.

При исследовании свойств живых организмов часто требуется проводить измерения электрических потенциалов или импедансных свойств ткани. Электрические свойства кожи, жировой и мышечной ткани существенно зависят от медико-биологического состояния организма и контроль этих свойств позволяет сделать необходимые медицинские выводы. Особенность жировой ткани с точки зрения ее импедансных свойств состоит в том, что одним из параметров, определяющих ее состояние, является диэлектрическая проницаемость  $\epsilon_r$ , имеющая уникальные особенности при различном состоянии объекта. И в случае невозможности применения контактного способа измерения (при помощи погружных зондов) можно применить безконтактный способ измерения, основанный на отражении волн.

При падении на поверхность среды с относительный показатель преломления этой волны зависит от вида ее поляризации и в общем случае определяется формулами Фриеля [1]. Рассмотрим случай облучения объекта перпендикулярно поляризованной волной и измерения составляющих отраженной волны в различных точках наблюдения. Тогда коэффициент отражения

$$R = \frac{\sin^2(\beta - \alpha)}{\sin^2(\beta + \alpha)},$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – углы падения и преломления волны, соответственно.

При падении волны на среду с потерями угол преломления в общем виде комплексный, а показатель преломления зависит сам от угла падения. Чтобы исключить необходимость проводить разовые измерения отраженных волн, можно провести измерения для нескольких углов падения (минимум двух). В [2] предлагается проводить измерения для двух поляризаций волны, но это требует использования дополнительных элементов (поляризаторов). Рассматриваемый метод в этом смысле значительно проще.

Если измерения проведены для углов падения  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , тогда диэлектрическая проницаемость объекта определяется соотношением:

$$\varepsilon_R = \text{Cos}^2 \alpha_1 \cdot \left( \frac{A-T}{A+T} \right)^2 + \text{Sin}^2 \alpha_1$$

или

$$\varepsilon_R = \text{Cos}^2 \alpha_2 \cdot \left( \frac{A-1}{A+1} \right)^2 + \text{Sin}^2 \alpha_2,$$

где  $T = \frac{E_{01}}{E_{02}}$  – отношение отраженных комплексных амплитуд волн для двух измерений.

$$A = \frac{-T(1-C) - (1-T) \cdot \sqrt{T \cdot C}}{T-C}; \quad C = \frac{\text{Cos}^2 \alpha_2}{\text{Cos}^2 \alpha_1}.$$

Выберем углы измерения из условия минимума ошибки определения  $\varepsilon_R$ . Тогда:

$$\Delta \varepsilon_R = \frac{\partial \varepsilon_R}{\partial \alpha} \Delta \alpha; \quad \delta \varepsilon_R = \frac{\Delta \varepsilon_R}{\varepsilon_R}$$

$$\frac{\partial \varepsilon_R}{\partial \alpha} = \text{Sin} 2\alpha (1-D^2); \quad D = \frac{A-T}{A+T}$$

Условие экстремума  $\frac{\partial^2 \varepsilon_R}{\partial \alpha^2} = 2 \cdot \text{Cos} 2\alpha (1-D^2) = 0$  определяет оптимальные

$\alpha = \frac{\pi}{4}$ . Экстремум для  $\delta \varepsilon_R$  дает значение  $\text{Cos} \alpha = \frac{\sqrt{5}-1}{2}$ ;  $\alpha \approx 52^\circ$ . Исходя из значений двух экстремумов, можно выбрать углы для измерений  $\alpha_1 = 45^\circ$ ;  $\alpha_2 = 60^\circ$  как основные и  $\alpha_3 = 30^\circ$  как дополнительный.

Вместо рассмотренного метода измерений можно проводить упрощенные с эталонной отражательной пластиной при одном угле  $\alpha$ . Характеристики пластины желательно выбирать близкими к ожидаемым исследуемым объектам. Тогда:

$$\varepsilon_R = \left( \frac{1+R_1}{1-R_1} \right)^2 \text{Cos}^2 \alpha + \text{Sin}^2 \alpha,$$

где  $R_1 = \frac{E_{01}}{E_{03}}$ ;  $E_{03}$  – величина отраженного поля от эталонной пластины.

Численные расчеты показали, что погрешность измерения не превышает 5% для значений  $|\varepsilon_R| \leq 10$ .

Рассмотренный метод измерения предлагается использовать для измерения свойств конкретных материалов и биологических объектов. Схема измерений представлена на рис. 1.

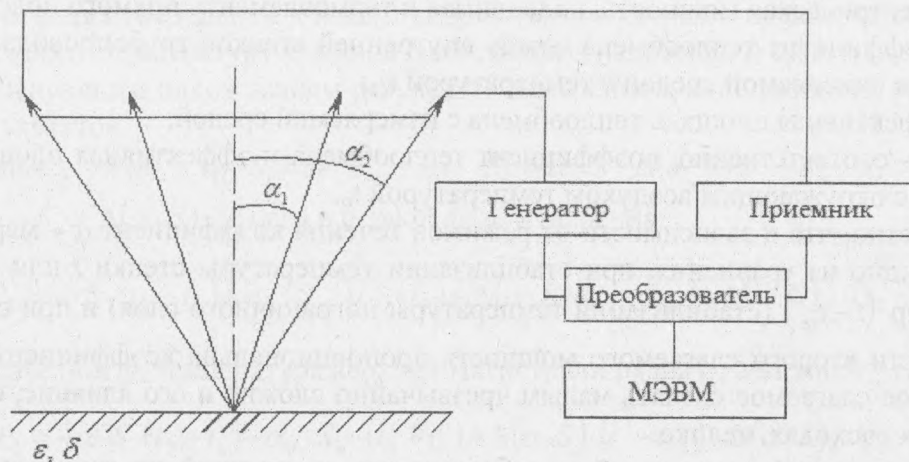


Рис. 1. Схема измерений

Сигнал генератора и приемника сравниваются в преобразователе с целью выделения значения  $T$  и его фазы. Дальнейшая обработка сигнала осуществляется микроЭВМ.

## Литература

1. Яворский Б.М., Детлар А.А. Справочник по физике. – М.: Наука, 1977, С. 944
2. Erteza A., Doran J.A. «Bistatic determination of and for Smooth Convex Target» Proc. IEEE, pp. 1473-1474, oct. 1986

## ДВУХМАГИСТРАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ РАСХОДОМЕР ПОСТОЯННОГО ПЕРЕПАДА ТЕМПЕРАТУР

О.М. Ростокина

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Карпов В.А.

Среди тепловых расходомеров наиболее перспективными с точки зрения метрологических свойств и простоты конструкции являются только расходомеры постоянного перепада температур, в которых нагревательные элементы совмещены с термопреобразователями – расходомеры с термоэлементами прямого подогрева [1]. Однако в известных расходомерах температур для предотвращения влияния изменения температуры окружающего воздуха требуется осуществлять тщательную теплоизоляцию нагревательного участка трубопровода, что не всегда эффективно, особенно при измерении малых расходов [2].

В докладе рассматривается способ построения первичного преобразователя и алгоритм управления процессом получения информации о расходе, позволяющий не только снизить влияние дополнительных погрешностей от изменения температуры измеряемой и окружающей сред, но и снизить требования к качеству изготовления первичного преобразователя.

Для расходомера традиционной конструкции [3] уравнение теплового баланса имеет вид:

$$P = \alpha \cdot S \cdot (t - t_{cp}) + \alpha_n \cdot S_n \cdot (t - t_o), \quad (1)$$