

ABOUT SOME FEATURES OF FORMATION INFORMATION SIGNALS OF RESONANCE MEASURING CONVERTERS

Bondarenko I. N., Galich A. V., Troitski S. I.
Kharkiv National University of Radio Electronics
14, Lenin Ave., Kharkov, 61166, Ukraine
Ph.: (057) 702-13-62, e-mail: mepu@kture.kharkov.ua

Abstract — The present paper concerns the experimental study of parameters of a resonance converter included in the measuring circuit. It is shown that the character of change of the main information signals of the converter (Q and resonance frequency) depends on the parameters of the object of diagnosis, due to changes in ignition mode of the converter in the measuring circuit. Thus, the measuring data signals do not adequately reflect the changes of parameters of the investigated objects, and this fact shall be considered when analyzing the results of measurements.

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ РЕЗОНАНСНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Бондаренко И. Н., Галич А. В., Троицкий С. И.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
г. Харьков, пр. Ленина, 14, 61166, Украина
тел.: (057) 702-13-62, e-mail: mepu@kture.kharkov.ua

Аннотация — Проведены экспериментальные исследования параметров резонансного измерительного преобразователя, включенного в измерительную схему. Показано, что характер изменения основных информационных сигналов преобразователя: добротности и резонансной частоты, зависит от параметров объекта диагностики вследствие изменения режима включения преобразователя в измерительную схему. При этом измеряемые информационные сигналы неадекватно отображают изменения параметров исследуемых объектов, что необходимо учитывать при анализе результатов измерений.

I. Введение

Активное развитие в последние годы методов, систем и устройств микроволновой диагностики материалов и сред, значительная часть которых основывается на использовании резонансных чувствительных элементов-датчиков, предполагает проведение исследований процессов формирования и преобразования сигналов в таких устройствах и системах с целью определения условий достижения максимальной чувствительности измерений.

Принцип действия резонансного измерительного преобразователя (РИП) основывается на формировании информационных сигналов в виде изменений его резонансной частоты и добротности, обусловленных характером взаимодействия электромагнитного поля с исследуемым объектом [1]. Объект диагностики при этом может располагаться как внутри преобразователя, так и вне его, в области апертуры или зонда, связанного с резонансной структурой. Изменения частоты и добротности будут зависеть не только от изменения параметров объекта, но также от изменения при этом режимов работы РИП в системе регистрации.

Целью данной работы является выявление и экспериментальное исследование факторов, влияющих на характеристики преобразования изменений параметров объектов диагностики в изменения информационных сигналов.

II. Основная часть

Измерительная система с РИП функционально состоит из двух частей; собственно измерителя — датчика и системы формирования, регистрации и обработки информационных сигналов.

В зависимости от вида включения РИП в измерительную схему системы формирования, регистрации

и обработки сигналов (отражательного или проходного) резонансная система датчика имеет один или два элемента связи плюс дополнительный конструктив для обеспечения апертурного или зондового взаимодействия.

В общем случае такая ситуация может быть описана следующим набором соотношений:

$$Q_{изм} = Q_0 / \left(1 + \sum_i \beta_i \right), \quad (1)$$

$$Q_i = \omega_p \cdot W / P_i, \quad (2)$$

$$\beta_i = Q_0 / Q_{i,вн} = P_{n,i,вн} / P_{n,p}, \quad (3)$$

где $Q_{изм}$ — измеряемая или нагруженная добротность (в нашем случае — информационный сигнал); Q_0 — собственная (ненагруженная) добротность резонансной системы РИП; β_i — коэффициент i -той связи; ω_p — резонансная частота; W — энергия, запасаемая в резонансной системе; P_i — величина потерь в резонансной системе или во внешних цепях; $Q_{i,вн}$ — внешняя добротность для одного из элементов связи; $P_{n,i,вн}$ — величина потерь во внешней цепи одного из элементов связи; $P_{n,p}$ — величина потерь в резонансной системе.

Если рассматривать апертуру или зонд как неотъемлемую часть резонансной системы, то изменение параметров объекта диагностики будет приводить к изменению величины потерь $P_{n,p}$ в собственно резонансной системе РИП и, соответственно, к изменению собственной добротности (2) и коэффициентов связи β_i (3) с измерительной схемой.

Таким образом, изменение измеряемой величины добротности будет происходить не только за счет изменения собственной добротности, обусловленной взаимодействием с объектом, но и за счет изменения величины коэффициентов связи (1).

Экспериментальная проверка высказанных предположений проводилась с помощью РИП на основе объемного резонатора, образованного из трехполуволнового отрезка прямоугольного волновода с элементами связи – диафрагмами на его торцах, внешний вид которого приведен на рис. 1, а свойства описаны в работе [2].



Рис. 1. Резонаторный измерительный преобразователь с зондовой структурой.

Fig. 1. A resonator measuring converter with a probe structure

Экспериментально исследовались зависимости величин коэффициентов связи от ширины индуктивной щели в диафрагмах при различных условиях на внешнем торце зондовой структуры (рис. 2). В качестве нагрузки зондовой структуры использовалась пластина из поликора ($d = 1$ мм, $\epsilon \approx 9,6$; $\text{tg} \delta \approx 10^{-4}$).

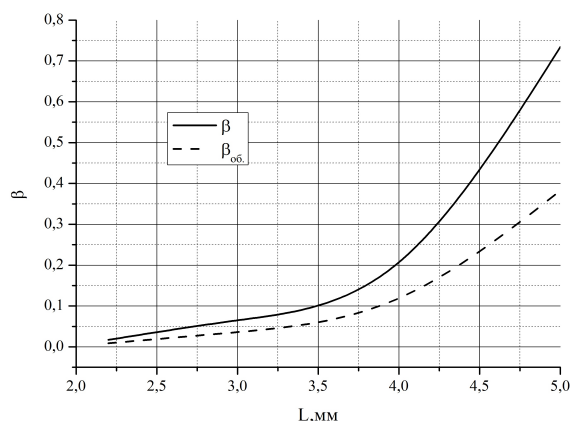


Рис. 2. Зависимость величины коэффициентов связи от ширины индуктивной щели при отсутствии и наличии диэлектрического образца на торце зонда.

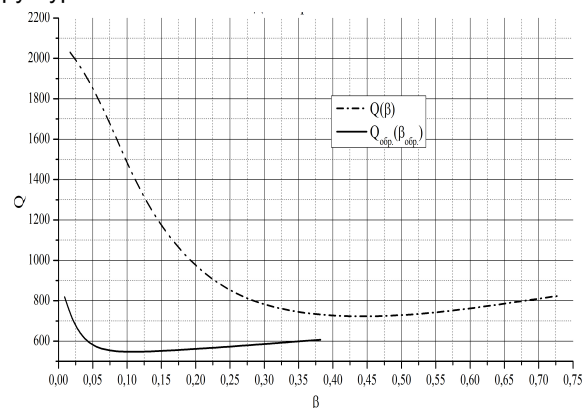
Fig. 2. The dependence of the coefficients of communication on the width of the inductive cracks in case of the dielectric sample's absence or presence at the end of the probe

Графики, приведенные на рис. 2, свидетельствуют о том, что величины коэффициентов связи будут по-разному меняться в зависимости от нагрузки резонаторного измерителя, что, в свою очередь, приведет к искажению значения измеряемой величины нагруженной добротности (1).

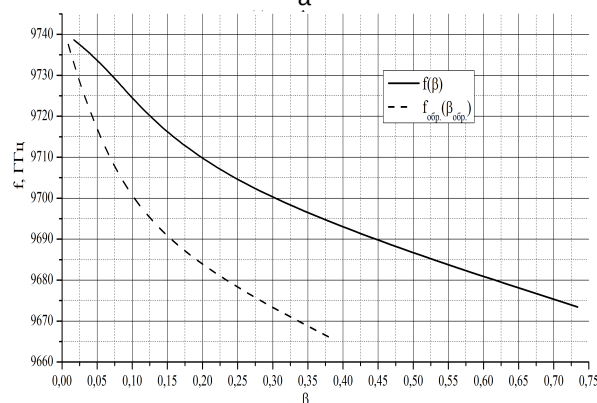
Были также проведены исследования зависимостей нагруженной добротности и резонансной частоты от величины коэффициентов связи при различных нагрузках зондовой структуры (рис. 3).

Видно, что полученные зависимости имеют различный характер изменения для нагруженного и ненагруженного измерительного преобразователя. Причем, если для зависимостей добротности объяс-

нение может быть найдено из соотношений (1) – (3), для зависимостей резонансной частоты объяснение, по-видимому, следует искать в возможном изменении реактивной составляющей нагрузки зондовой структуры.



а



б

Рис. 3. Зависимости нагруженной добротности (а) и резонансной частоты (б) измерительного преобразователя от величины коэффициентов связи при различных нагрузках зондовой структуры.

Fig. 3. Loaded Q (a) and resonance frequency (b) of the measuring converter of the value of the coupling coefficients under different loads of the probe structure

III. Заключение

Таким образом, можно утверждать, что аналитические выражения, которые используются для описания влияния параметров исследуемых объектов на добротность и резонансную частоту РИП, априори предполагают неизменность их связей с измерительной схемой, что на практике не соблюдается.

Следовательно, необходимо при проведении таких измерений поддерживать величины связей неизменными, что требует дополнительных конструктивных и схемных усложнений, либо вводить в расчетные соотношения функции, учитывающие их изменение.

IV. References

- [1] Chen L.F., Ong C.K., Neo C.P. et al. *Microwave Electronics. Measurements and Materials Characterization*. John Wiley & Sons, Ltd., 2004. – 537 p.
- [2] Bondarenko I.N., Vasiliev Yu.S., Prokaza A.M., Troitski S.I. Measuring converters based on resonant waveguide regular structures. *Radiotekhnika: All-Ukr. Sci. Interdep. Mag.* 2011. N 167. pp. 129-134.