

**Севериков В.С.^{1,2}, Михайлов Н.В.^{1,2}, Скоровородников С.В.¹,
Фирсенков А.И.^{1,2}, Гуськов А.Б.^{1,2}**

¹ОАО «Завод «Магнетон»

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Метод контроля толщин металлизации тракта ферритовых фазовращателей для ФАР

Рассмотрен метод контроля толщины(сопротивления) металлизации волноводов и ферритовых стержней фазовращателей ФАР. Способ заключается в том, что при внесении металлизированного образца в переменное магнитное поле, металлизация волноводов представляет собой короткозамкнутый виток, в следствии чего суммарный магнитный поток меняется. Степень изменения магнитного потока зависит от сопротивления короткозамкнутого витка металлизации и происходит разбалансировка системы катушек.

Ключевые слова: ферритовые фазовращатели, Фазовращатели ФАР, металлизация волноводов, феррит, гальваническое покрытие, СВЧ.

Введение

Толщина металлизации трактов ферритовых фазовращателей является важным параметром, особенно для фарадеевского типа фазовращателей и фазовращателей типа Реджиа-Спенсера. Это связано с тем, что металлизированный волновод представляет для катушек управления короткозамкнутый виток. Как правило качество металлизации волноводов и ферритовых стержней для ФАР определяется прямым методом. Однако данный метод не отражает действительную составляющую системы, так как для работы и управления фазовращателем важны динамические интегральные параметры системы. Предложенный метод более приближен к реальной работе приборов.

Метод контроля толщины металлизации

Для контроля качества металлизированных поверхностей используется система катушек, у которой вторичные обмотки включены навстречу рисунок 1, так чтобы магнитные потоки в них вычитались, при этом суммарная ЭДС равна или близка к нулю. На практике невозможно получить нулевую ЭДС ввиду невозможности изготовления идеально идентичных катушек. Суммарная ЭДС должна быть максимально близка к нулю это определяется качеством согласования вторичных катушек. При внесении образца, в виде металлизированного волновода, в одну из обмоток на выходе первичной катушки наводится ЭДС пропорциональное сопротивлению металлизации как записано в выражении 1.

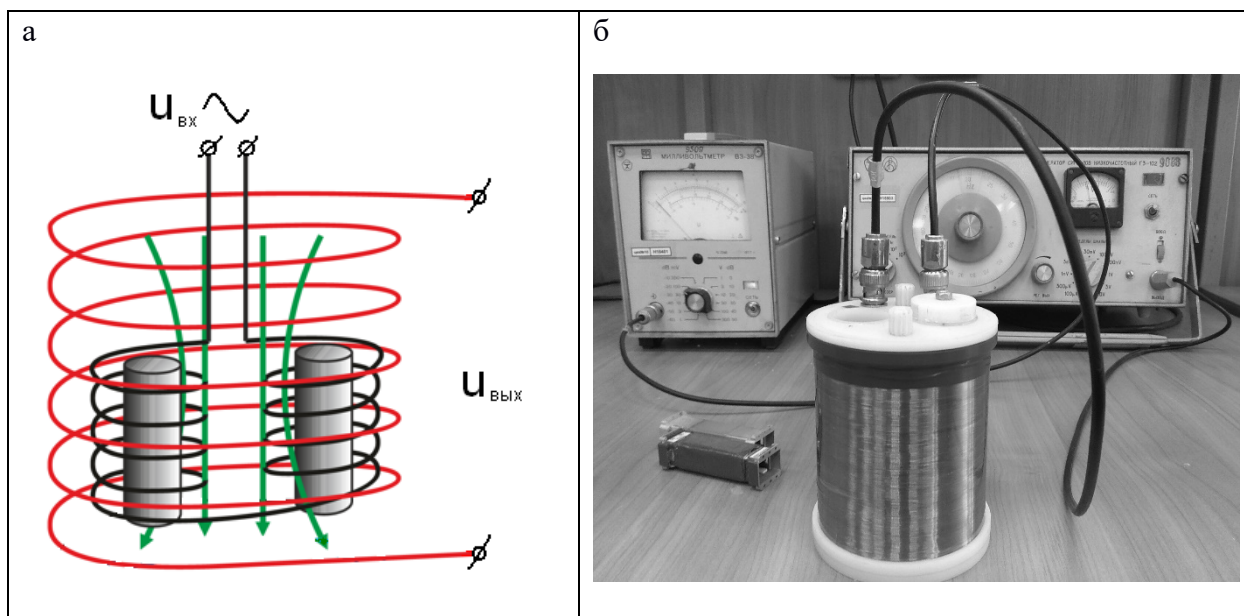


Рис. 1. а) трансформатор с встречным включением вторичных обмоток, б) фотография измерительной установки.

$$\varepsilon = -N \frac{d(\Phi_1 - \Phi_2 - \Phi_{\text{образца}})}{dt} = -N \frac{d(\Phi_{\text{образца}})}{dt} \quad (1)$$

Где: N- количество витков в первичной обмотке, Φ_1 и Φ_2 магнитные потоки вторичных обмоток.

Аналогично для образцов в виде металлизированных ферритовых стержней, только в этом случае в обе вторичные обмотки помещаются ферритовые стержни, в одну из вторичных обмоток помещается эталонный ферритовый стержень без металлизации в другую исследуемый металлизированный стержень.

Вторичная обмотка в виде встречных или дифференциальных обмоток питается от генератора сигналов синусоидальной формы звуковых частот. Первичная обмотка подключается к осциллографу или другому устройству регистрации амплитуды сигнала.

Экспериментальная часть

Экспериментально установлено что значения полученные индуктивным методом хорошо коррелируют с формой фазо-токовой характеристики и СКО эталонной характеристики в нормальных условиях, показано на рисунок 2.

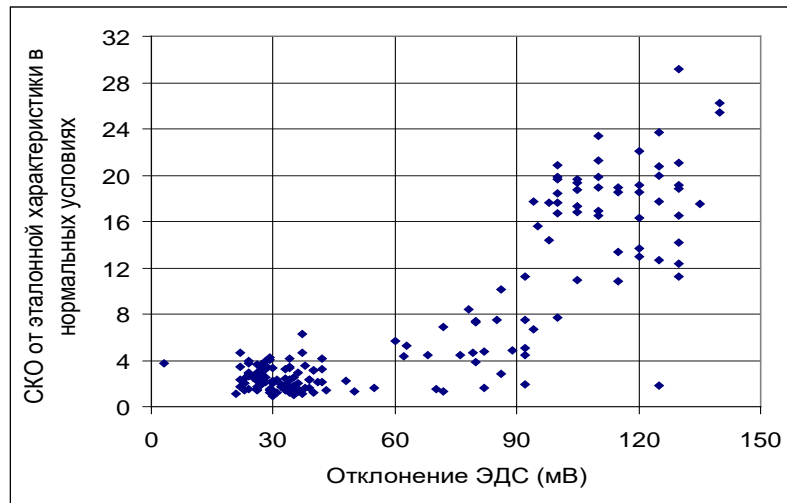


Рис. 2. Зависимость параметра металлизации полученного индуктивным методом от СКО ну

Для настройки наклона фазо-токовой характеристики применяется построечный резистор, включенный последовательно к управляющей обмотке фазовращателя, на рисунке 3 показана зависимость параметра металлизации полученного индуктивным методом от сопротивления на построечном резисторе.

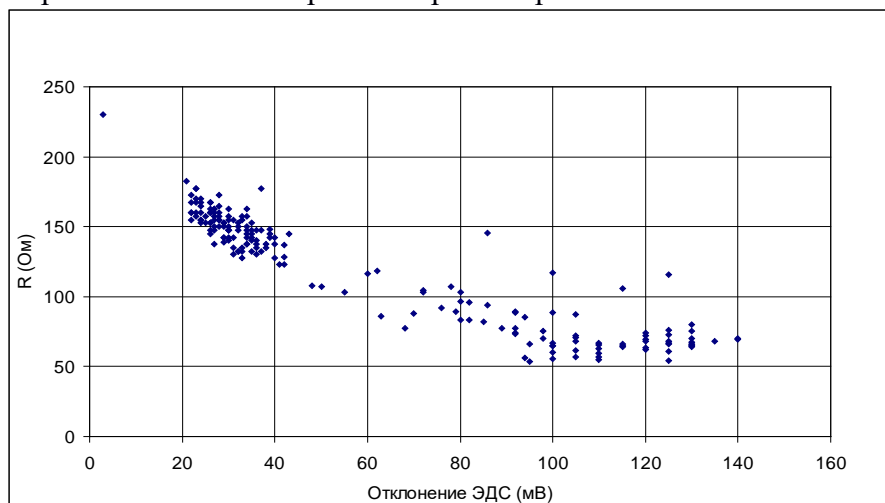


Рис. 3. Зависимость сопротивления на построечном резисторе от параметра металлизации полученного индуктивным методом

Эксперимент показал корреляцию индуктивного метода с формой фазо-токовой характеристикой, СКО и сопротивлением построечного резистора что подтверждает приближенность данного метода к реальным условиям работы фазовращателей. Так же было выяснено то что метод прямых измерений сопротивления металлизации, не коррелируют с параметрами работы приборов, что можно связать с тем что в покрытии присутствует внешней слой никеля который перемагничивается и вносит дополнительный вклад в ЭДС.

Библиографический список

1. Магнитные измерения В.И. Чечерников – 1969
2. Средства измерений параметров магнитного поля Ю.В. Афанасьев – 1979
3. Ферритовый переключатель поляризации для антенного элемента ФАР. / А.И. Внуков, Ю.Н. Афанасьев, В.Г. Феоктистов // Антенны 2007. № 6, с. 61 – 65.

4. Патент России № 2194342. Антенный элемент фазированной антенной решетки. Колесников В.Л.; Афанасьев Ю.Н.; Канащенков А.И.; Францев В.В.; Гуськов Ю.Н.; Емельченков Ф.И.; ОАО "Корпорация "Фазотрон - НИИР". Оpubл. 10.12.2002 г.

5. , Ферритовая волноводная секция с квадрупольным магнитным полем и ее применение в управляемых СВЧ-устройствах Антенны. / А. И. Мамонов выпуск 2 (93), 2005 г. с.76-79

6. Результаты разработки ферритовых фазовращателей для ФАР различных диапазонов. / Е.И. Старшинова, Д.В. Черников // Радиолокационные системы специального и гражданского назначения. 2010-2012 /Под ред. Ю.И. Белого. – М.: Радиотехника, 2011. – 920 с.: ил. с 493 – 502