

Максвелла со сторонним током проводимости, являющиеся основой современной теории антенн [1]. Установлено, что к антеннам эти уравнения не имеют отношения, так как нарушают закон сохранения энергии и законы теории поля. Предложено следующее. Антенна рассматривается как проводное или волноводное **устройство**, занимающее определённый **объём** пространства, имеющее **форму** и **поверхность излучения**. На антенну поступает электрическая энергия (сторонние силы напряжение $U_{ст}$ ток $I_{ст}$), в результате чего в **объёме** антенны возникает стороннее электромагнитное поле $E_{ст}$, $I_{ст}$, действующее по законам теории поля и общей радиотехники, а на поверхности излучения формируется **свободное поле E , H** , распространяющееся затем в пространстве. **Внутри объёма** действуют уравнения **Ампера – Фарадея** со сторонними силами, а на поверхности излучения и в пространстве – уравнения **Максвелла для свободного поля** и уравнения теории элементарных антенн [5].

Рассмотрены примеры применения предложенной методики для определения параметров проводных антенн цилиндрической формы (провод, емкость, индуктивность) и плоской формы (щелевые на основе волновода и двухпроводных линий). Показано, что с помощью указанных уравнений определяются все параметры антенны и поле в дальней зоне.

Список использованных источников

1. Неганов В.А. и др. Современная теория и практические применения антенн. М.: Радиотехника, 2009. 720 с.
2. Семенов Н.А. Техническая электродинамика. Учебное пособие для вузов. М.: Связь, 1973. 480 с.
3. Никольский В.В. Теория электромагнитного поля. М.: Высшая школа, 1961. 380 с.
4. Марков Г.Т, Сазонов Д.М. Антенны. М.: Энергия, 1975. 528 с.
5. Кубанов В.П. Элементарные излучатели электромагнитных волн. С.: ПГУТИ, 2010. 40 с.

УДК 621.3.084; 621.3.014.4; 620.179.14; 621.3.082.74

АНАЛИЗ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОСТОВОГО ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

А.И. Данилин, Д.А. Ворох

г. Самара, «Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

Вихретоковые преобразователи (ВТП) продолжительное время используется как основной первичный преобразователь для систем неразрушающего электромагнитного контроля качества деталей из

проводящих материалов. ВТП находит применение для контроля качества поверхностной обработки деталей, для решения задач дефектоскопии и т.д. Из всего спектра задач, решаемых с помощью ВТП, следует выделить задачи, которые исследуют поверхностные слои проводящих материалов, например изучение упрочненного слоя материала, изучение поверхностных напряжений изделий [1]. Применение ВТП для решения таких задач возможно, благодаря проникновению поля ВТП в проводящую поверхность объекта контроля (ОК) и наведение этим полем в толще материала вихревых токов. Известно [1], что глубина проникновения поля в ОК зависит от частоты питающего напряжения ВТП. Следовательно, для получения информации о состоянии наклепанного (упрочненного) слоя и его толщине, необходимо менять частоту питающего напряжения ВТП в широких пределах. В работе [1] частота питающего напряжения ВТП менялась в пределах от 0,72 до 1,8 МГц (глубина проникновения от 0,5 до 0,1 мм, соответственно) для стали X18H10T.

В простейшем случае ВТП представляет собой одну катушку и содержит N витков – абсолютный ВТП. Схема замещения [2] такой катушки будет содержать индуктивность, сопротивление потерь и емкость, в результате чего данная система может проявлять выраженные частотно-избирательные свойства. Абсолютные ВТП обладают рядом недостатков, которые устраняются использованием мостовых схем ВТП [3]. Мостовая схема содержит 4 катушки и ее частотные свойства становятся еще более выраженными.

Поэтому при проектировании ВТП для систем, где нужна перестройка частоты питающего напряжения ВТП в широких пределах, необходимо учитывать, а в некоторых случаях и формировать частотную характеристику самого ВТП.

Для исследования частотной характеристики мостового ВТП был разработан лабораторный стенд, содержащий генератор качающей частоты, дифференциальный амплитудный детектор и вольтметр постоянного тока. В стенде была предусмотрена возможность установки ВТП на заданное расстояние относительно ОК, в качестве которого использовался лист фольгированного стеклотекстолита, с толщиной медной фольги 180 мкм. Экспериментальный образец ВТП содержал 15+15 и 14+14 витков провода ПЭЛ-0,3, для опорных и измерительных катушек, соответственно. Внутренний диаметр катушек равен 10 мм, внешний 18 мм, толщина катушек 1 мм. Расстояние между опорными и измерительными катушками 12 мм, экранирование катушек не применялось.

Вид амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) ВТП, при пяти различных зазорах между ВТП и ОК, приведен на рисунке 1. Анализируя экспериментальные графики, на них можно выявить как минимум три основных области.

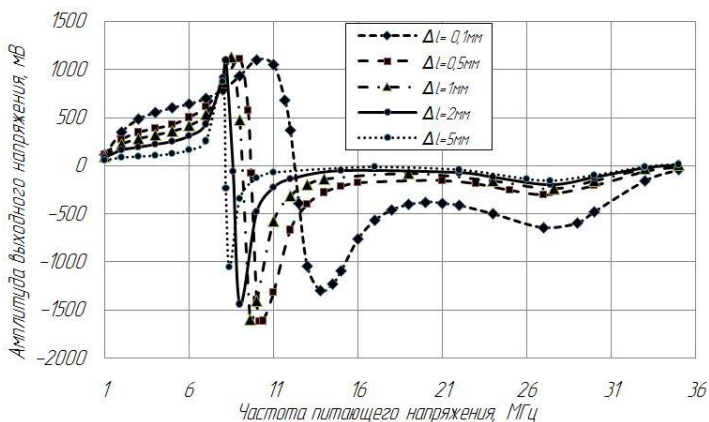


Рисунок 1 – Экспериментальные амплитудно-частотные характеристики ВТП

Область №1 – Характерная точка на частоте 7,5 МГц, где практически отсутствует зависимость выходного напряжения от зазора Δl . За пределами диапазона частот (1...35) МГц зависимость между амплитудой выходного напряжения и зазором так же отсутствует.

Область №2 – Область малой крутизны. Данная область находится в разных частотных диапазонах. Первый диапазон (2...7) МГц. Второй диапазон принадлежит частотам (15...35) МГц. В этих частотных областях следует ожидать характеристику зависимости амплитуды от зазора, монотонной и с небольшой крутизной преобразования.

Область №3 – Область большой крутизны. Эта область находится в диапазоне частот (7,5...15) МГц. В данной области частот следует ожидать характеристику зависимости амплитуды от зазора немонотонной и с достаточно большой крутизной, т.к. на данном участке происходит одновременное влияние на амплитуду выходного напряжения, как частотной характеристики, так и текущего значения зазора.

Таким образом, для решения задач дефектоскопии металлических поверхностей с помощью ВТП достаточно будет выбрать на АЧХ ВТП участок с необходимой крутизной преобразования. Для задач структуроскопии необходимо учитывать вид АЧХ ВТП в схеме обработки данных при перестройке по всему диапазону рабочих частот или иметь набор переключаемых ВТП, настроенных на работу в узком диапазоне частот, где частотные свойства ВТП слабо выражены.

Список использованных источников

1. Горкунов Б.М., Тюпа И.В., Тищенко А.А. Выбор рациональных размеров катушеквихретокового преобразователя для контроля

металлических изделий // Вестник Национального технического университета Харьковский политехнический институт. Серия: Информатика и моделирование. 2008. №2. С.26-32.

2. Маркелов М.К. Разработка вихретокового преобразователя для измерения зазора // Труды Международного симпозиума: в 2-х т. «Надежность и качество – 2011». Т. 2. П.: Изд-во ПГУ, 2011. С. 270-273.

3. Данилин А.И., Медников В.А., Чернявский А.Ж., Капустин А.С. Первичный преобразователь для реализации оптоэлектронного дискретно-фазового метода измерения деформаций лопаток турбомашин // Известия Самарского научного центра РАН. 2003. Т. 5, №2. С. 388-395.

УДК 531.781.2(079.4)

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УГЛОВЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОВЫШЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТЬЮ ВРЕМЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ЗОНДИРУЮЩЕГО ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ

С.А. Данилин, А.Ж. Чернявский

г. Самара, «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва»

Эффективность эксплуатации изделий машиностроения существенным образом зависит от качества изготовления входящих в их состав деталей, имеющих поверхности, подвергаемые в процессе эксплуатации повышенным механическим и температурным нагрузкам. Физические характеристики поверхностей, получаемых, как правило, посредством механической обработки, в значительной степени определяются формой и величиной микронеровностей. Требования к качеству функциональных поверхностей, а также возможностям эффективного управления их механической обработкой в значительной степени зависят от технических средств контроля и измерения. Самым распространенным в настоящее время средством контроля величины микронеровностей поверхности, ее формы и кривизны является контактно-щуповой метод.

В настоящее время приборы этого типа методически и технически устарели, так как имеют ряд недостатков, ограничивающих их применение в машиностроении. В частности, отсутствует возможность выделения информативных компонент из суммарного сигнала, содержащего шумовые составляющие, обусловленные внешними и внутренними дестабилизирующими факторами, что существенно повышает погрешности измерения и не позволяет контролировать сложные по форме поверхности. Тем самым ограничиваются возможности по обеспечению контроля качества поверхности деталей.