

Рис. 3 Распределение осевой составляющей вектора магнитной индукции (а), распределение плотности вихревых токов под индуктором при различных зазорах h (б); эюры акустических смещений на разных частотах (в)

Разработанные ЭМА-технологии испытаны на прутках пружинно-рессорной стали диаметрами от 10 до 30 мм с различным качеством обработки поверхности для выявления различных дефектов и оценки структуры прутков. Разработанная технология контроля обладает следующими преимуществами: высокая реальная чувствительность к внутренним и поверхностным дефектам; реализация метода без иммерсионной жидкости и дополнительной подготовки поверхности с обеспечением достаточно высокой производительности контроля; высокая достоверность и воспроизводимость результатов контроля за счет отстройки от качества акустического контакта; отсутствие мертвой зоны; возможность использования методов для контроля прутков из различных металлов и сплавов.

Работа выполнена в рамках проекта № 15-19-00051 Российского научного фонда.

Список литературы:

- [1] Muravyev V.V., Muravyeva O.V., Kokorina E.N. // Russian Journal of Nondestructive testing. 2013. Vol. 49. № 1. pp. 15-25.
- [2] Муравьева О. В., Муравьев В.В., Кокорина Е.Н., Стерхов В.Д., Малютин Д.В. // Датчики и системы. 2013. № 2 (165). С. 2–9.
- [3] Муравьева О. В., Соков М.Ю. // Вестник ИжГТУ им. М. Т. Калашиникова. 2016. №3. С. 46–50.
- [4] Murav'eva O. V., Murav'ev V. V., Gabbasova M. A. // Russian Journal of Nondestructive testing. 2013. Vol. 51. № 12. pp. 720-726.
- [5] Murav'eva O. V., Petrov K. V., Sokov M. Yu., Gabbasova M. A. // Russian Journal of Nondestructive testing. 2015. Vol. 51. № 7. pp. 400-406.
- [6] Murav'eva O. V., Murav'ev V. V., Gabbasova M. A., Buldakova I. V., Sokov M. Yu. // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. 2016. Vol. 52. № 4. pp. 1–7.
- [7] Muravieva O. V., Muraviev V.V., Gabbasova M.A., Petrov K.V., Zorin V.A. // AIP Conference Proceedings. 2016. Vol. 1785. № 1. p. 03007.

ПОСТРОЕНИЕ РАДИОТОМОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МНОГОЭЛЕМЕНТНОЙ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ РЕШЕТКИ

Шипилов Сергей Эдуардович, Еремеев Александр Иванович, Якубов Владимир Петрович, Антипов Владимир Борисович

Томский государственный университет

s.shipilov@gmail.com

В данной работе авторами предлагается решение задачи радиовидения с использованием отражательной решетки, каждый элемент которой может изменять коэффициент отражения под действием внешнего управляющего напряжения. Проведено исследование способности фокусировки плоской отражательной решеткой монохроматического излучения для решения задачи радиовидения. Разработан элемент решетки на основе волновода с управляемым коэффициентом отражения, сдвиг фазы при переключении составляет 180° .

В настоящее время системы радиовидения имеют множество перспективных приложений: контроль качества различных материалов, конструкций и сооружений, медицинская диагностика. Благодаря развитию вычислительных средств, стало возможно применение методов радиоволновой томографии, как средств дистанционного неразрушающего контроля и диагностики внутренней структуры, полупрозрачных для радиоизлучения сред и восстановления формы непрозрачных объектов. Задача радиовидения заключается в

пересчете данных полученных на основе разностороннего сканирования исследуемых объектов [1]. При построении антенных решеток механическое сканирование уверенно вытесняется электронным. Наряду с традиционными фазированными решетками все большее применение находят отражательные решетки с управляемой фазой коэффициента отражения элементов. Отражающие элементы обычно выполняются на основе ферритовых фазовращателей, микромеханических систем или полупроводниковых диодов (варикапов).

Коммутация фаз коэффициентов отражения элементов, составляющих решетку, позволяет имитировать зонную пластинку Френеля, обладающую свойством фокусировать исходящие от облучателя излучение в заданную точку пространства, при этом волны, пришедшие от двух соседних зон, будут противофазными. Если изменять геометрическое расположение зонных колец, становится возможным осуществлять электронное сканирование точкой фокусировки в широком секторе углов [2]. Ввиду того, что для качественной фокусировки требуется большое количество элементов, ключевым фактором, определяющим возможность технической реализации отражающей решетки, является простота изготовления и стоимость отдельного элемента. Для моделирования и исследования потенциальных возможностей решетки диапазона 24 ГГц были выбраны варикапы 3А40В, монтируемые в волноводные секции. Схема волноводного элемента отражательной решетки (рис.1).

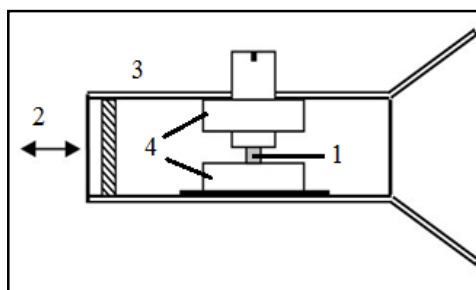
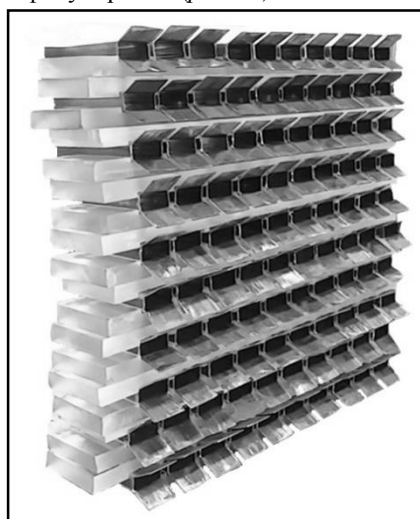
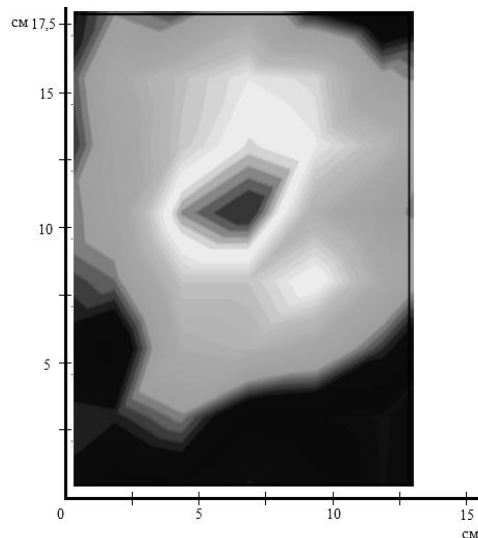


Рис.1. Структура волноводного элемента (1- варикап, 2- короткозамыкатель, 3- волновод, 4- трансформатор сопротивления)

Перед изготовлением экспериментального макета отражательной решетки, в среде «CST Microwave Studio» была просчитана численная модель решетки состоящей из этих элементов. Моделирование подтвердило возможность фокусировки монохроматического излучения решеткой из волноводных элементов. Была изготовлена решетка, состоящая из 100 элементов (рис.2а). С этой решеткой проводились экспериментальные исследования по фокусировке падающего на нее монохроматического излучения. Результат фокусировки (рис.2б).



а



б

Рис.2. Макет отражательной решетки из волноводных элементов и фокусировка излучения с ее помощью

Экспериментальные исследования отражательной решетки состоящей из 100 волноводных элементов, подтвердили возможность фокусировки падающего монохроматического излучения отражательной решеткой, состоящей из волноводных элементов. В настоящее время разрабатывается аппаратно-программный комплекс управления решеткой. Предлагаемый вариант создания отражательной томографической установки может служить российским аналогом разработок зарубежных стран. Предложенная авторами работы конструкция отражательной решетки способна обеспечивать высокую скорость фокусировки в заданную точку пространства.

Список публикаций:

[1] Якубов В. П., Шитлов С. Э., Суханов Д. Я., Клоков А. В. *Радиоволновая томография: достижения и перспективы.* – Томск: Изд-во НТЛ, 2014. – 280 с.

[2] Leon G., Herran L., Munoz M., Las-Heras F., Hao Y. *Progress In Electromagnetics Research.* 2014. V.54. P. 125.

ЭВОЛЮЦИЯ РАДИАЦИОННЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ В ИНСТИТУТЕ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

*Темник Анатолий Константинович, Чахлов Владимир Лукьянович, Штейн Михаил Михайлович, Чахлов
Сергей Владимирович, Осипов Сергей Павлович, Удод Виктор Анатольевич.*

Томский политехнический университет

E-mail temnik_ak@mail.ru

В начале пятидесятих годов прошлого века получило интенсивное развитие перспективное научное направление: создание радиометрических комплексов на базе циклических ускорителей тормозного излучения. В плане решения данной задачи коллективом учёных и конструкторов нашего университета были разработаны и изготовлены бетатроны на энергию от 2 до 35МэВ с техническими параметрами на уровне лучших зарубежных аналогов. На протяжении последующих лет шли интенсивные научные и экспериментальные исследования по модернизации конструктивных и технических параметров бетатронов, поиск оптимальных соотношений между максимальной энергией и интенсивностью тормозного излучения, частотой питающего напряжения и стабильностью интенсивности излучения. В настоящее время наиболее совершенны бетатроны на энергию 4 и 9МэВ.

Последующие исследования были направлены на определение оптимальных соотношений между такими параметрами как чувствительность, производительность, разрешающая способность различных бетатронных радиометрических установок при контроле материалов и изделий машиностроения, металлургии, строительства. Аналогичные установки нашли широкое применение при таможенном и пограничном контроле ручной клади и багажа с целью обнаружения взрывчатых веществ, наркотиков, оружия и других, запрещённых к перевозке на транспорте предметов. Ещё одной важной областью применения излучения бетатронов являются лучевая терапия, врачебная диагностика.

Для успешной конкуренции на мировом рынке аппаратно-программный комплекс должен включать в себя высокоэффективную систему детектирования и регистрации тормозного излучения, прошедшего через контролируемый объект. Не смотря на многообразие приборной реализации радиационных детекторов, основной принцип преобразования излучения в электрический сигнал остался неизменным: вначале сцинтиллятор преобразует интенсивность излучения в пропорциональный световой поток, а затем разнообразные фотоэлектрические преобразователи преобразуют его в электрический сигнал, который преобразуется в двухмерное полутоновое изображение внутренней структуры контролируемого объекта. Полученная первичная информация является исходным материалом для различных математических преобразований с целью повысить её достоверность и возможность определять такие параметры как координаты, линейные размеры, состав материалов, обнаруженных несанкционированных вложений. Анализ и обработка такого объёма информации в реальном масштабе времени стал возможным благодаря разработанной в ИНК универсальной программе ДИАДА, реализующей методы томографии, распознавания образов и дуальных энергий. Особо важна возможность определения эффективного атомного номера материалов вложений: это позволяет эффективно обнаруживать вещества, запрещённые к ввозу различными видами транспорта на территорию нашей страны.

Исходя из результатов, полученных сотрудниками института при разработке, изготовлении и опытной эксплуатации аппаратно-программных комплексов, а также высокой международной научной репутации, достигнут устойчивый спрос в сфере дефектоскопической и антитеррористической деятельности.