

Список использованных источников

1 Архипцев С.В., Лукьянов Д.П., Сравнительный анализ методов видеокodирования стандартов ITU-T H.264-AVC/ MPEG-4 PART-10 И H.265 HEVC // T-Comm . 2014. №1. С.15-19.

2 Туляков Ю.М., Шакаров Д.Е., Калашников А.А., Анализ широкополосной передачи данных в современных сотовых системах подвижной наземной радиосвязи // T-Comm . 2011. №1. С.29-33.

УДК537.874.2

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИМПУЛЬСНОГО СИГНАЛА ОТ
ТОНКИХ ПЛЁНОК**

Б.В. Скворцов, Д.М. Живоносная

г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)»

В статье приводятся результаты исследований бесконтактного метода измерения электромагнитных параметров тонких плёнок и наноматериалов, основанного на зондировании контролируемой поверхности импульсным электромагнитным сигналом. Излучатель находящийся в среде с известными электромагнитными параметрами $\mu_1, \sigma_1, \epsilon_1$ (как правило это газовая среда), формирует направленный импульсный электромагнитный сигнал падающий на материал с контролируемыми электромагнитными параметрами $\mu_x, \sigma_x, \epsilon_x$ под углом θ_1 . Отражённый от поверхности сигнал, попадающий в приёмник несёт в себе информацию об искомым электромагнитных параметрах $\mu_x, \sigma_x, \epsilon_x$.

В работах [1] показано, что амплитуда $A(\omega)$ и фаза $\varphi(\omega)$ спектра отражённого от контролируемой плёнки сигнала определяются по формулам

$$A(\omega) = |G(j\omega)| |S(0, j\omega)| e^{-\alpha(\omega)R} \quad (1)$$

$$\varphi(\omega) = \varphi_G(\omega) + \varphi_0(\omega) + \frac{\omega R}{V_\phi(\omega)}, \quad (2)$$

где

$$G(j\omega) = \frac{1}{2} \left[\frac{Z_2 \cos \theta_1 - Z_1 \cos \theta_2}{Z_2 \cos \theta_1 + Z_1 \cos \theta_2} + \frac{Z_2 \cos \theta_2 - Z_1 \cos \theta_1}{Z_2 \cos \theta_2 + Z_1 \cos \theta_1} \right] = |G(j\omega)| e^{j\varphi_G(\omega)}$$

коэффициент отражения;

$$Z_1 = \sqrt{\frac{j\omega\mu}{\sigma + j\omega\varepsilon}}, \quad Z_2 = \sqrt{\frac{j\omega\mu_x}{\sigma_x + j\omega\varepsilon_x}} - \text{волновые сопротивления среды}$$

зондирования и отражающей среды соответственно;

$\varphi_G(\omega) = \arg G(j\omega)$ - фаза коэффициента отражения;

$$\theta_2 = \arcsin\left[\sqrt{\frac{\mu(\varepsilon\omega + \sqrt{\sigma^2 + \varepsilon^2\omega^2})}{\mu_x(\varepsilon_x\omega + \sqrt{\sigma_x^2 + \varepsilon_x^2\omega^2})}} \sin \theta_1\right];$$

$$V_\phi = \sqrt{\frac{2\omega}{\mu(\varepsilon\omega + \sqrt{\sigma^2 + \varepsilon^2\omega^2})}}, \quad \alpha = \sqrt{\frac{\mu\omega(\sqrt{\sigma^2 + \varepsilon^2\omega^2} - \varepsilon\omega)}{2}} - \text{фазовая}$$

скорость и коэффициент затухания электромагнитного сигнала в среде зондирования; $|S(0, j\omega)|$ - модуль спектра зондирующего импульса;

$$\varphi_0(\omega) = \arctg \frac{\sigma}{\omega\varepsilon} - \text{фаза спектра зондирующего импульса;}$$

μ, σ, ε , - электромагнитные параметры среды зондирования;

θ_1, R - угол падения и путь электромагнитного сигнала от излучателя до приёмника (конструкционные параметры).

По формулам (1) – (2) проведены расчёты амплитуды и фазы спектра отражённого импульса.

Исследование зависимости амплитуды и фазы отраженного сигнала от электрической проводимости показало, что данные параметры увеличивается от роста проводимости. При этом амплитуда отраженного сигнала увеличивается с ростом магнитной и диэлектрической проницаемостей, а фаза уменьшается с ростом магнитной и увеличивается с ростом диэлектрической проницаемости (рисунок 1).

Также исследования показали, что амплитуда и фаза спектра отражённого сигнала изменяются с ростом магнитной проницаемости при больших проводимостях и не зависит от магнитной проницаемости при больших проводимостях (рисунок 2).

Математическое моделирование проводилось в пакете «Mathcad» при частоте $\omega=10^8$. Длительность импульсного сигнала $\tau=10^{-7}$.

Приведённые данные позволяют определить границы поиска электромагнитных параметров тонких плёнок и наноматериалов при их измерениях методом импульсного зондирования.

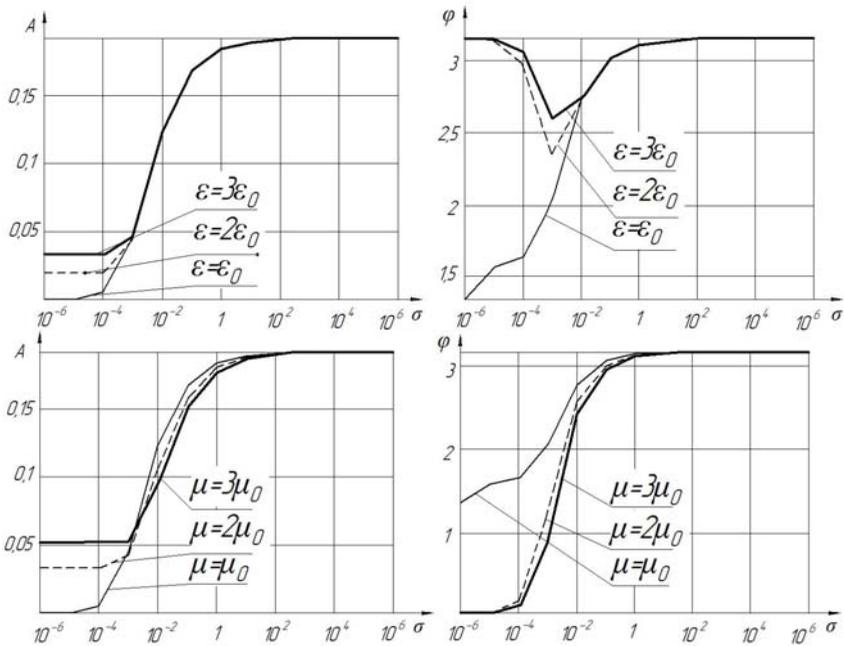


Рисунок 1- Зависимость фазы и амплитуды отраженного сигнала от электрической проводимости при различных диэлектрических и магнитных проницаемостях

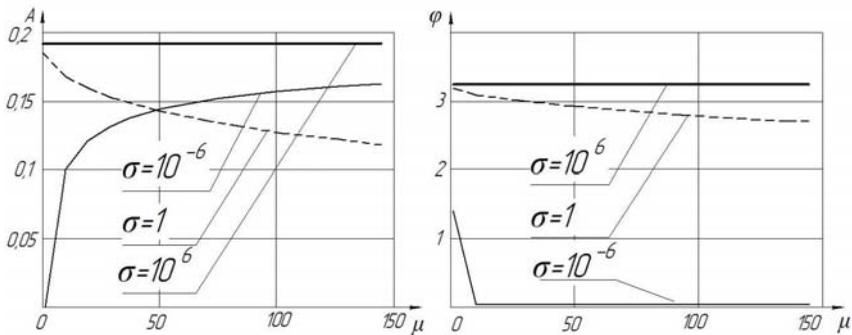


Рисунок 2- Зависимость фазы и амплитуды отраженного сигнала от магнитной проницаемости при различных электрических проводимостях ($\epsilon = \epsilon_0$)

Благодарности

Приведённые материалы содержат результаты прикладных научных исследований, проводимых в СГАУ при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEF157414X0094.

Список использованных источников

1 Скворцов, Б.В. Теоретические основы бесконтактных измерений электромагнитных параметров наноматериалов /Б.В. Скворцов, Д.М. Живоносная, П.А. Курылева //Сб.тезисов докладов пятой международной конференции Ижевск. - 2015. - С.221-222.

УДК 767.378

КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МИКРОЧАСТИЦ В ОКОЛОЗЕМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

А.М. Телегин, Е.Э. Кривобоков

г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»

С целью регистрации высокоскоростных микрочастиц (космического мусора и микрометеороидов) необходим детектор с большой чувствительной поверхностью. Таким детектором может быть космический аппарат представленный на рис.1

Мишень 1 (рис.1) выполнена в виде полукольца из плёнки металл-диэлектрик-металл (МДМ структура). Внешнее металлическое покрытие мишени представляет из себя n -секций, в связи с чем мишень состоит из n плёночных конденсаторов. Приёмник ионов 2 выполнен в виде полукольца с односторонней металлизацией. Форма плёночного датчика поддерживается с помощью шести газонаполненных сварных швов 3 и 4. На внешней поверхности приёмника наполненные сварные швы 3,4 и области пространства 6, ограниченные плёнками 1, 2 (МДМ - структурами мишени и плёнкой приёмника ионов) соединены с плёночными кабелями 7, 8 которые соединены с электромеханическим переключателем 9 натекателя 10, соединённого с газовым баллоном 11. Другой вход электромеханического переключателя 9 соединён с выходом устройства временного разделения напуска 12. Выходы конденсаторов C_1 - C_n (МДМ - структур фиг. 3) выполненных на плёночных поверхностях мишени 1, соединены с коммутатором 13, выход которого соединён со входом блока измерения физических параметров частиц. Выход блока 14 соединён со входом блока определения начала процесса взаимодействия частицы с