

ОПТИЧЕСКАЯ ЛОКАЦИЯ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет».
Гомель, Республика Беларусь. micron@tut.by

Экспериментальным путем апробирован способ оптической локации радиопоглощающих объектов. В качестве тест-объектов использованы полимерные композиционные радиопоглощающие материалы. Показана возможность обнаружения малозаметных объектов в СВЧ диапазоне методами оптической локации.

Новые разработки в области радиолокации физических объектов вызывают повышенный интерес в различных отраслях науки и техники. Применение радиопоглощающих материалов (РПМ) снижает эффективность их обнаружения, распознавания и определения местоположения [1, 2]. При разработке радиолокационных станций (РЛС) ищутся способы повышения их точности, разрешающей способности. Однако, в ходе установления активных и пассивных помех радиолокационным системам, эффективность РЛС снижается. Оптическая локация с использованием лазерного излучения [3, 4] может являться одним из способов решения этой проблемы.

Цель исследований состояла в сравнении коэффициентов отражения электромагнитной волны от поверхности радиопоглощающих объектов в СВЧ и оптическом диапазонах; в экспериментальном обосновании возможности обнаружения малозаметных объектов в СВЧ диапазоне методами оптической локации.

Объектами исследования служили листовые и волокнистые РПМ на основе полиэтилена (ПЭ, ГОСТ 16337-77, ГОСТ 16803-070). В качестве функционального наполнителя (ФН) использованы дисперсный магнитно-мягкий марганец-цинковый феррит (ММФ, ТУ 6-09-5111-84, марка 2500 НМС, размер частиц не превышает 200 мкм), стеклосферы (диаметр 200-500 мкм).

При проведении технологических экспериментов ПЭ-связующее механически смешивали с ФН и подвергали гранулированию на экструзионной линии ЭК-75/1200, снабженной двухшнековым экструдером. Листовые монолитные РПМ формировали методами «горячего» прессования, волокнистые РПМ в виде нетканых полотен – методом экструзии с пневматическим напылением полимерного расплава на формообразующую подложку (метод melt blowing) [5, 6]. Полимерные композиционные РПМ изготовлены в соответствии с принципами размерно-рецептурной и структурной оптимизации [7] и обладают высокими радиофизическими параметрами (коэффициент отражения R от поверхности материала СВЧ-излучения), которые оценивали рефлектометрическим методом в волноводных трактах измерителя Р2-61 в диапазоне частот 8-12 ГГц при нормальном падении электромагнитной волны (ЭМВ). Данные РПМ использованы как тест-образцы для апробации метода оптической локации лазерного излучения.

Частотные зависимости коэффициента отражения R для исследуемых образцов РПМ, измеренные в волноводных линиях, представлены на рисунке 1.

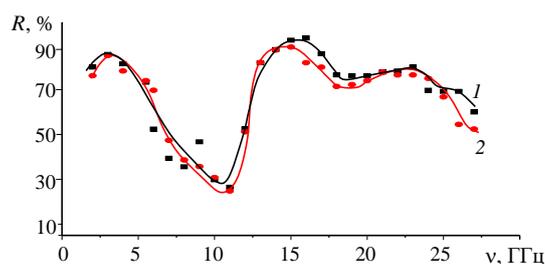


Рисунок 1 - Частотные зависимости коэффициентов отражения (R) для образцов РПМ, толщиной $h = 3$ мм. Состав образцов: 1 – ПЭ + ММФ (50 % масс, $d = 50\text{--}200$ мкм); 2 – ПЭ + ММФ (50 % масс, $d = 50\text{--}200$ мкм) + стеклосферы (10 % масс, $d = 200\text{--}500$ мкм).

Из рисунка 1 следует, что наименьший коэффициент отражения электромагнитных волн приходится на полосу частот 8 – 12 ГГц. В данной полосе частот функционирует наземная РЛС.

Для определения коэффициента отражения электромагнитной волны в оптическом диапазоне была собрана экспериментальная установка. Установка состоит из гелий-неонового лазера ЛГН-207, коллиматора из двух собирающих линз, держателя для исследуемого объекта, фотодиодного датчика, микропроцессорного устройства для обработки полученного сигнала с фотодатчика, с последующей передачей цифрового сигнала на персональный компьютер, и специально разработанного программного обеспечения для отображения интенсивности сигнала в режиме реального времени, рисунок 2.

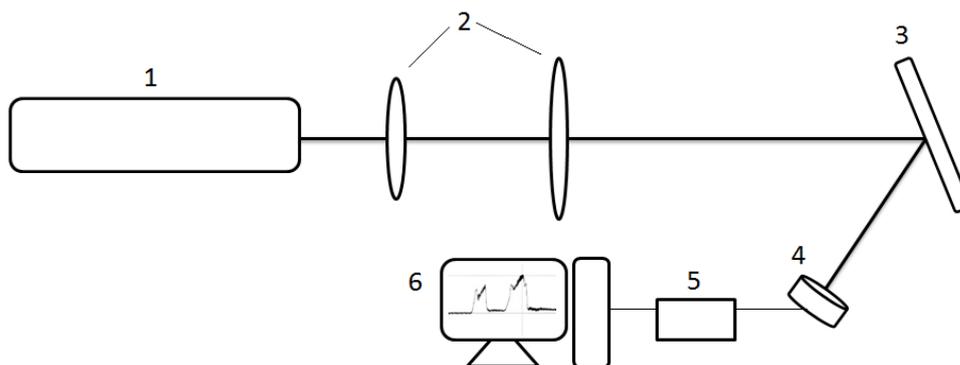


Рисунок 2 – Экспериментальная установка оптической локации. 1- Лазер ЛГН-207, 2- коллиматор, 3- исследуемый образец, 4- фотодатчик, 5- микропроцессорное устройство, 6- ПЭВМ.

Коллимированный лазерный пучок, имеющий гауссово распределение интенсивности в поперечном сечении падает на исследуемый объект и после отражения направляется на оптический датчик. Микропроцессорное устройство (на базе микропроцессора Atmega128) с помощью аналого-цифрового преобразователя конвертирует сигнал в цифровой, и передает его по протоколу RS-232 на ПЭВМ. Программное обеспечение интерпретирует полученные данные и отображает их в графическом виде, как интенсивность излучения падающего на фотодатчик, в режиме реального времени.

В качестве нормировочного множителя выбрана максимальная интенсивность, получаемая при нормальном падении пучка на фотодатчик. По результатам полученных измерений рассчитано процентное отношение коэффициента отражения ЭМВ от поверхности исследуемых объектов. Рисунок 3 демонстрирует зависимость коэффициента отражения электромагнитной волны ($\lambda=630$ нм) в реальном масштабе времени для исследуемых образцов.

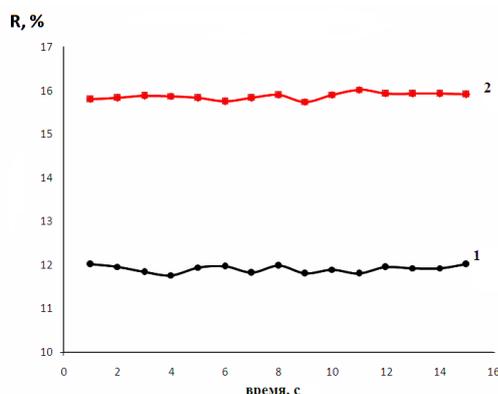


Рисунок 3. Зависимости коэффициентов отражения в реальном времени для образцов РПМ, толщиной $h = 3$ мм. Состав образцов: 1 – ПЭ + ММФ (50 % масс, $d = 50-200$ мкм); 2 – ПЭ + ММФ (50 % масс, $d = 50-200$ мкм) + стеклосферы (10 % масс, $d = 200-500$ мкм).

Заключение.

Наличие фиксированного коэффициента отражения в реальном масштабе-времени позволяет использовать методы оптической локации для обнаружения радиопоглощающих объектов. Апробирован способ оптической локации на основе разработанного микропроцессорного устройства с фотодатчиком и программным обеспечением

Список литературы

1. Михайлин, Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю.А. Михайлин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2014. – 664 с.
2. Макаревич, А.В. Радиопоглощающие полимерные композиционные материалы в технике СВЧ / А.В. Макаревич, В.А. Банний // Материалы, технологии, инструменты. –1999. –Т.4, №3. –С. 24–32.
3. Орлов В.А. Лазеры в военной технике // М., Воениздат, –1976. – 174с.
4. Краморева, Л. И. Передающая оптическая система лазерного радара : пат. 9028 Респ. Беларусь, МПК 7 G02F / Л. И. Краморева, А. И. Савицкий ; заявитель Гомел. гос. мед. ун-т. – № u20120709 ; заявл. 24.07.2012 // Афіцыйны бюл., Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 1. – С. 203.
5. Гольдаде В.А., Макаревич А.В., Пинчук Л.С. и др. Полимерные волокнистые melt-blown материалы. – Гомель: ИММС НАНБ, 2000. – 260 с.
6. Банний В.А., Пинчук Л.С., Гольдаде В.А. Физико-химические и технологические особенности формирования полимерных композитных радиопоглощающих материалов // Материаловедение. – 2007. – № 6. С. 17-24.
7. Банний В.А., Макаревич А.В., Пинчук Л.С. Влияние размерных и рецептурных параметров полимерных композитов на их радиофизические характеристики // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2000. – Т. 44, № 4. – С. 109-111.