

## **УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ МАСКИРОВАНИЯ В УФ И СВЧ ДИАПАЗОНАХ**

М.Ф.С.Х. Аль-Камали, Я.Т.А. Аль-Адеми, И.А. Врублевский, Е.В. Чернякова, А.П. Казанцев

Одним из распространенных способов защиты объектов является применение средств маскировки. Маскирование позволяет существенно снизить характеристики обнаружения объектов с помощью оптико-электронных и радиолокационных средств. Разработка мощных эксимерных лазеров открыла возможность использования УФ диапазона в электронных системах обнаружения и разведки. Поэтому в настоящее время усилия разработчиков в области радиопоглощающих материалов направлены на создание широкодиапазонных материалов, позволяющих осуществить маскирование электромагнитного излучения (ЭМИ) с захватом области УФ диапазона.

Эффективным методом создания радиопоглощающих материалов являются использование композиционных материалов, изготовленные на основе пористых матриц. К достоинствам таких материалов относится возможность изменять в широких пределах структуру пористой матрицы и параметры материала наполнителя.

В данной работе представлены результаты исследований поглощения УФ излучения и экранирующих свойств (диапазон частот 8–12 ГГц) пористых матриц на основе углеродсодержащего анодного оксида алюминия. Для исследований использовались образцы пористого углеродсодержащего анодного оксида алюминия толщиной 10, 30 и 60 мкм. Облучение образцов проводили в диапазоне длин волн 275–360 нм. Установлено, что максимум поглощения УФ излучения для анодных пленок наблюдался в диапазоне 330–360 нм. Наибольшее ослабление ЭМИ образцы имели в диапазоне частот 8,0...9,5 ГГц, что является характерным для поглощения ЭМИ углеродсодержащими материалами. Полученные результаты позволяют рассматривать матрицы пористого углеродсодержащего оксида алюминия, как перспективный материал для создания композиционных экранов электромагнитного излучения.

## **ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ ОТКРЫТЫМ ПЛАМЕНЕМ ХЛОПКОПОЛИЭФИРНОЙ ТКАНИ С НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМ ФЕРРОМАГНИТНЫМ МИКРОПРОВОДОМ НА ЕЕ СОСТАВ**

Аль-Махдави Мустафа Сабах Халил, А.А.А. Ахмед, Я.Т.А. Аль-Адеми, М.Р.Н. Немах

В настоящее время в целях зонального электромагнитного экранирования помещений предлагается использовать ткань с наноструктурированным ферромагнитным микропроводом (НСФМ). Однако на основе результатов выполненных экспериментов определено, что указанный материал характеризуется малым временем сопротивления открытому пламени (~ 3 с), что не соответствует требованиям норм пожарной безопасности. Установлено, что после сгорания в открытом пламени основными компонентами образовавшегося остатка являются силикат кальция ( $\text{Ca}_2\text{O}_4\text{Si}$ ) и тиллеулит ( $\text{C}_2\text{Ca}_5\text{O}_{13}\text{Si}_2$ ). В связи с этим актуальным представляется проведение исследований, направленных на установление наиболее оптимальных способов модификации ткани с НСФМ, в результате применения которых время сопротивления открытому пламени последней возрастет. В настоящей работе определено, что модифицирование ткани с НСФМ путем ее пропитывания водным раствором  $\text{CaCl}_2$  марки «Жидкий» приводит к увеличению в 10 раз ее времени сопротивления открытому пламени. Установлено, что в результате использование указанного способа в межволоконное пространство ткани с НСФМ встраивается комплекс различных минеральных осадков на основе Ca, Al, Fe, Mg, Zr. Высокотемпературная обработка ткани с НСФМ приводит к преимущественному формированию силиката кальция ( $\text{Ca}_2\text{O}_4\text{Si}$ ) и минералов везувианита ( $\text{Al}_{5,2}\text{Ca}_{9,16}\text{Cl}_{0,23}\text{F}_{1,674}\text{Fe}_{0,62}\text{H}_{2,6}\text{Mg}_{0,516}\text{Na}_{0,04}\text{O}_{371}\text{Si}_{8,915}\text{Ti}_{0,64}$ ), пироксфероита ( $\text{Ca}_{0,94}\text{Fe}_{6,06}\text{O}_{21}\text{Si}_7$ ) и тринатрийфосфатного дикалиевого трифосфидосиликата ( $\text{K}_2\text{Na}_3\text{P}_2\text{Si}$ ). При этом открытое пламя отсутствует, что может быть обосновано снижением температуры образца за счет испарения содержащейся в нем воды (до 120 % веса сухого материала) и образовании керамических микровключений, отражающих инфракрасный высокотемпературный нагрев.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что основной вклад в формирование

вышеуказанных материалов при термообработке открытым пламенем вносит взаимодействие оксида кремния, содержащегося в стеклянной оболочке микропровода, в тканом основании, рентгеноаморфного кальция и углерода, содержащихся в органических нитях.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИАГРАММЫ АМПЛИТУДНО-ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ АФАР**

Р.А. Богданов, Ю.С. Алькевич, В.А. Симоненко

Радиолокационные станции, спутники и системы радиоэлектронного подавления используют множество приемопередающих модулей (ППМ). Аппаратные средства ППМ устанавливаются за каждым антенным элементом в активной фазированной антенной решетке (АФАР), поэтому потенциально требуются сотни или тысячи модулей для одной радиолокационной станции. Повышение производительности их испытаний и сокращение времени снятия диаграммы амплитудно-фазовых состояний (АФС) ППМ является важным требованием. Типично ППМ нуждаются в большом объеме испытаний, позволяющих гарантировать, что все модули подходят для работы в антенной решетке, в которой они используются, а также в процессе испытаний происходит получение диаграмм АФС, необходимых для последующей корректировки по фазе и амплитуде. Для исследования параметров приемопередающего модуля был разработан автоматизированный измерительный комплекс (АИК). АИК представляет собой совокупность программно-управляемых измерительных, вычислительных и вспомогательных технических средств, реализующих алгоритм получения, обработки и использования измерительной информации. Данный автоматизированный измерительный комплекс предназначен для измерения АЧХ, ФЧХ, КСВН приемного и передающего каналов приемопередающего модуля, диаграммы амплитудно-фазовых состояний ППМ. Для измерения вышеперечисленных параметров и оценки работоспособности ППМ АФАР в целом и submodule аттенюатор-фазовращатель в частности используется векторный анализатор цепей, анализатор спектра и СВЧ генератор сигналов, подключенные к персональному компьютеру. Разработанное в среде программирования LabVIEW программное обеспечение позволяет в автоматическом режиме измерить АФС ППМ во всех состояниях аттенюатора и фазовращателя на определенной частоте или в диапазоне заданных частот. Высокая скорость автоматизированных испытаний позволяет измерять все режимы работы модуля и все параметры с высоким разрешением за короткие промежутки времени, что дает возможность выполнения более глубоких испытаний в экстремальных условиях (температура, механическое воздействие, влияние окружающей среды), поскольку электрические параметры могут быть измерены быстрее, чем изменяются внешние условия. Большое количество собранных данных может быть также использовано для улучшения моделирования компонентов.

### **Литература**

1. Богданов, Р.А. Система функционального контроля submodule аттенюатор – фазовращатель приемопередающего модуля X-диапазона / Р.А. Богданов // Метрология и приборостроение. – 2016. – № 4. – С. 6–10.

## **ЭФФЕКТЫ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ И ПАМЯТИ В ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ**

М.А. Борисов

В настоящее время продолжается активный поиск материалов, которые целесообразно использовать для создания электрически стираемого перепрограммируемого постоянно запоминающего устройства (ЭСПЗУ). Из всего многообразия неупорядоченных халькогенидных (ХГ) соединений, в которых наблюдаются эффекты переключения и памяти, можно выделить два, наиболее характерных: это SiTeAsGe (STAG) и GeTeSb (GTS). Из анализа этих соединений следует, что основным («активным») химическим элементом в этих соединениях является теллур (Te). Теллур – это элемент VI группы периодической таблицы.