

## ХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЭКРАНОВ СВЧ-ДИАПАЗОНА

Л.Г. Никифорова, В.А. Богущ

Увеличение интенсивности использования электромагнитного ресурса, скорости передачи информации, а также числа пользователей радиоэлектронных средств приводит к повышению уровней электромагнитных полей, расширению диапазона частот, в котором осуществляется информационный обмен и обостряются проблемы обеспечения конфиденциальности передачи информации при использовании электромагнитных каналов. В существующих условиях функционирования различных информационных систем актуальной является тематика, связанная с разработкой электромагнитных экранов с уменьшенным коэффициентом отражения электромагнитной волны (ЭМВ) и сниженными массогабаритными характеристиками при обеспечении высокой эффективности в широком диапазоне частот. Увеличение скорости передачи информации и расширение используемого диапазона частот электромагнитных сигналов и паразитных излучений средств вычислительной техники приводит к необходимости подавления нежелательных излучений в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне, что дополнительно усугубляется их негативным воздействием на биологические объекты. Перспективным направлением создания новых материалов, подавляющих электромагнитное излучение, является использование наноструктурированных композитов.

Одним из методов синтеза металлосодержащих наноструктурированных композитов является метод химического осаждения металлов из водных растворов, который позволяет контролировать процесс осаждения и получать покрытия с управляемыми электромагнитными характеристиками за счет изменения массы, размеров и распределения формируемых на поверхности диэлектрической матрицы металлосодержащих частиц. Показано, что использование волокнистого полиакрилонитрила в качестве основы для нанесения субмикронных покрытий из никеля, позволяет получать композиционные материалы, обладают экранирующими электромагнитные излучения и радиопоглощающими свойствами, однако синтез таких материалов требует достаточно длительного времени, что связано с необходимостью химического модифицирования материала волокон. С другой стороны, использование жидких сред на основе водных растворов, закрепляемых в пористых матрицах, также перспективно для создания электромагнитных экранов СВЧ диапазона, что обуславливает актуальность разработки процессов синтеза гетерофазных композиционных материалов на основе никель - и кобальтсодержащих растворов и частиц и изучения закономерностей взаимодействия электромагнитного излучения с такими материалами.

В качестве основы для синтеза использовался волокнистый полиакрилонитрил (ПАН). Экспериментальные образцы представляли собой отрезки (5×5 см) машинно-вязаного полотна толщиной порядка 1 мм. Синтез проводился в четыре стадии путем обработки образцов в различных растворах. На первой стадии осуществляли химическую сорбцию ионов  $Ni^{2+}$  или  $Co^{2+}$  на поверхности волокна из 1М водного

раствора  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  или  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  соответственно, на второй — осаждение путем последовательной обработки образцов в растворах соли металла и восстановителя для достижения требуемой концентрации металла. На третьей стадии осуществляли герметизацию образцов без предварительной сушки в прозрачную барьерную двухслойную пленку для предотвращения окисления металлических кластеров кислородом воздуха. После проведения этапов синтеза волокна приобретали различную окраску: зеленоватую после сорбции ионов из раствора сернокислого никеля и красновато-белую – сернокислого кобальта, насыщенно черную после восстановления.

Установлено, что осаждение никеля и кобальта на поверхность волокнистого полиакрилонитрила методом сорбции ионов с последующим восстановлением приводит к формированию наноструктурированных покрытий, содержащих кластеры кристаллического металла и его соединений, зафиксированных в пористой структуре волокна. Синтезированные волокнистые материалы отличались высокой химической активностью по отношению к парам воды и кислороду воздуха, что отражалось в изменении окраски волокон и значений ослабления электромагнитной энергии не герметизированных образцов. Измерения ослабления ЭМВ образцами непосредственно после синтеза показали, что эффективность таких экранов составляет в среднем 15 дБ в диапазоне частот от 8 до 12 ГГц. После выдержки образцов при нормальных условиях в течение 2 недель значение ослабления уменьшилось до 11 дБ. Экспериментально показано, что материалы обладают достаточно высоким коэффициентом отражения электромагнитного излучения в диапазоне частот 8–12 ГГц близким к 1 и уменьшающимся до 0,77 с увеличением частоты.

Обсуждаются вопросы применения материалов в системах обеспечения экологической безопасности, защиты пользователей радиоэлектронного оборудования и для уменьшения уровней паразитных электромагнитных излучений информационных систем. Полученные материалы также перспективны для использования в конструкциях поглотителей электромагнитного излучения радиочастотного диапазона.