

газов (ШОВГ). Он представляет собой порошкообразные отходы чугуно-литейного производства, в состав которых, так же, как и в состав многих ферритов, входят соединения оксидов железа с оксидами других металлов. ШОВГ может быть использован в качестве наполнителя при формировании композитных материалов для конструкций, обеспечивающих ослабление энергии ЭМИ. При этом управляемо изменять экранирующие характеристики таких конструкций возможно либо путем изменения дисперсности ШОВГ, либо путем добавления в него дополнительных веществ. В рамках данной работы изучено влияние углеродосодержащих пропиток на экранирующие характеристики ШОВГ. В качестве пропиток были использованы глицерин и парафиновое масло. На основе данных веществ было изготовлено 6 образцов. В образцах № 1, № 3 и № 5 содержалось соответственно 10%, 20% и 30% от массы ШОВГ парафинового масла, в образцах № 2, № 4 и № 6 — соответственно 10%, 20% и 30% от массы ШОВГ глицерина. Измерения экранирующих характеристик (коэффициентов отражения ЭМИ и ослабления ЭМИ) изготовленных образцов производились в частотном диапазоне 8...12 ГГц. Перед измерениями образцы помещались в специальные герметизирующие чехлы, изготовленные из полимерного радиопрозрачного материала. Установлено, что значения коэффициентов отражения ЭМИ у образцов № 1, № 3 и № 5 составляют соответственно  $-6,5...-5,8$  дБ,  $-6...-5$  дБ и  $-5,5...-5$  дБ при значениях ослабления ЭМИ  $6,5...8,5$  дБ. Значения коэффициентов отражения ЭМИ у образцов № 2, № 4 и № 6 составляют соответственно  $-5,5$  дБ,  $-6,5...-5,5$  дБ и  $-5$  дБ при значениях ослабления ЭМИ  $10...12$  дБ,  $7...11$  дБ,  $8...12$  дБ. При этом значения коэффициентов отражения ЭМИ и ослабления ЭМИ для сухого ШОВГ составляют соответственно  $-7,2...-6,5$  дБ и  $6,2...8,2$  дБ.

Таким образом, углеродсодержащие вещества могут выступать дополнительным компонентом при изготовлении композитных материалов с управляемо изменяемыми экранирующими характеристиками.

## **ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОШКООБРАЗНЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУНА**

О.В. БОЙПРАВ, Д.В. СТОЛЕР, Т.В. БОРБОТЬКО, М.Р. НЕАМАХ

Одним из способов защиты информации от утечки по визуально-оптическому каналу является маскировка. Она заключается в снижении заметности защищаемых объектов на фоне местности, на которой они располагаются. При маскировке объекты экранируются материалами, спектрально-поляризационные характеристики которых схожи с аналогичными характеристиками участков местности.

В настоящей работе для разработки материалов, обеспечивающих снижение заметности объектов на фоне почв и грунтов в видимом и ближнем инфракрасном (ИК) диапазонах длин волн (350 нм...2450 нм) и характеризующихся низкой стоимостью, предлагается использовать порошкообразные отходы производства чугуна — шлам очистки ваграночных газов (ШОВГ) — с размером фракций 5 мкм, 20 мкм, 30 мкм. ШОВГ с размером фракций 5 мкм представляет собой порошок светло-серого цвета, ШОВГ с размером фракций 20 мкм и 30 мкм — порошок черного цвета. Размер фракций ШОВГ определяется степенью очистки, на которой он был отбран.

Значения коэффициента спектральной яркости (КСЯ) ШОВГ с размером фракций 5 мкм независимо от угла визирования в видимом диапазоне длин волн составляют  $0,1...0,3$ , в ближнем ИК —  $0,3...0,4$ . Значения КСЯ ШОВГ с размером фракций 20 мкм и 30 мкм практически равны между собой и составляют в видимом диапазоне длин волн  $0,05...0,1$ , в ближнем ИК —  $0,1$ .

Спектрально-поляризационные характеристики ШОВГ с размером фракций 5 мкм схожи с аналогичными характеристиками солонца мелкого, дерново-подзолистых почв, серых лесных почв и т.п. Спектрально-поляризационные характеристики ШОВГ с размером

фракций 20 мкм и 30 мкм схожи с аналогичными характеристиками торфянистой скрытоподзолистой почвы, чернозема обыкновенного, луговой почвы и т.п.

Путем комбинирования в определенной пропорции ШОВГ, характеризующегося размером фракций 5 мкм, с ШОВГ, характеризующегося размером фракций 20 мкм либо 30 мкм, возможно создавать покрытия с определенными оптическими свойствами для маскирования объектов, размещающихся на различных фонах (почвы, грунты, растительность определенной стадии цветения и т.д.).

## **ТОНКИЕ НАНОКОМПОЗИТНЫЕ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ФЕРРОМАГНЕТИКОВ, ПОЛУЧЕННЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

А.И. ВОРОБЬЕВА, Е.А. УТКИНА

Рассматривается процесс получения матрицы вертикально ориентированных никелевых наностолбиков с использованием шаблона из тонкого пористого оксида алюминия (ПОА). Исследуется влияние режимов осаждения на упорядоченность и топологические параметры наностолбиков. Обсуждается влияние процесса утонения барьерного слоя на дне пор ПОА на зарождение и рост упорядоченных металлических наностолбиков. Установлено, что вблизи фронта барьерного слоя поры заполняются практически на 100 %. Скорость заполнения пор металлом различается из-за образования пузырьков водорода на поверхности оксида во время осаждения, флуктуаций толщины барьерного слоя, и степени упорядоченности пористого оксида алюминия. Если скорость осаждения выше, чем скорость переноса ионов через поры, концентрация ионов металла на дне пор уменьшается. Соответственно, выделение водорода становится доминирующим процессом, подавляя однородное осаждение и уменьшая коэффициент заполнения пор и выход по току. Однородность заполнения зависит в первую очередь от скорости электрохимического осаждения.

Топографию поверхности и поперечных сколов образцов исследовали с помощью растровых электронных микроскопов Philips XL 30 S FEG и Hitachi S-4800 и атомно-силовых микроскопов Nanotop NT-206 («Микротестмашинь», Беларусь) и Solver P47H (NT-MDT Co., Зеленоград, Россия). Представленный метод также может быть применим для других материалов Fe, Co, и NiFe-сплавов, которые интересны как ферромагнитные материалы для высокоплотной магнитной памяти. Кроме того, после селективного травления пористого оксида алюминия (матрицы) образуются вертикально ориентированные однонаправленные столбики монодисперсных металлических нанонитей. Такие тонкие магнитные и нанокompозитные пленки на основе ферромагнетиков являются основой для создания ряда новых функциональных материалов. Они находят широкое применение в вычислительной технике и автоматике, в оптоэлектронике и высокочастотной технике, при изготовлении элементов и компонентов для систем защиты информации. На базе магнитных пленок возникла новая отрасль науки и техники - магнитная микроэлектроника.

## **ЭКРАНИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩЕГО АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ В ДИАПАЗОНЕ СВЧ**

АХМЕД АЛИ АБДУЛЛАХ АЛЬ-ДИЛАМИ, И.А. ВРУБЛЕВСКИЙ,  
К.В. ЧЕРНЯКОВА, Г.А. ПУХИР

Современное развитие радиотехнических устройств и электронных приборов приводит к возрастанию уровня проникновения электромагнитного излучения (ЭМИ) в пространство окружающее человека и ухудшению экологической обстановки. При этом наблюдается тенденция как расширения полосы в область всё более высоких частот, так и увеличение интенсивности излучения. Поэтому задача поиска новых высокоэффективных