

## **МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ СПИНОВОГО ВЕНТИЛЯ С АНТИФЕРРОМАГНИТНЫМ СЛОЕМ**

Г.Б. Байман, А.Л.Данилюк

Переходы ферромагнетик/антиферромагнетик (ФМ/АФМ) широко используют в спиновых вентилях для закрепления направления намагниченности фиксированного ФМ слоя. Это достигается из-за эффекта обменного смещения, за счет которого происходит смещение петли гистерезиса, или ее расширение (усиление коэрцитивности). Смещение петли гистерезиса в слоистых материалах (структурах), как правило, объясняется тем, что магнитномягкая компонента (слой ФМ) испытывает влияние одной из магнитных подрешеток антиферромагнитной компоненты. Такое влияние называется обменным подмагничиванием или пиннингом.

В работе рассматривалось влияние эффекта обменного смещения на величину магнитосопротивления спинового вентиля. Проведенные расчеты показали, что величина магнитосопротивления существенно зависит от свойств АФМ, величины поля смещения и константы обменной связи. При определенном сочетании параметров возможно увеличения магнитосопротивления спинового вентиля в несколько раз за счет вклада эффекта обменного смещения. Рост величины магнитосопротивления происходит за счет уменьшения обменной константы и роста обменного смещения. Изменение внешнего магнитного поля при этом дает немонотонную зависимость магнитосопротивления, характеризующуюся наличием максимума. При изменении отношения, характеризующего соотношение намагниченностей ФМ слоев и их толщин, указанный максимум сдвигается в область более высоких величин внешнего магнитного поля.

## **СОЗДАНИЕ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С СОДЕРЖАНИЕМ АЛЛОТРОПНЫХ ФОРМ УГЛЕРОДА**

Е.С. Белоусова, М.С.Х. Аль-Махдави, Л.М. Лыньков

Одним из приоритетных направлений научных исследований Республики Беларусь на 2016–2020 годы является поиск новых композиционных наноматериалов, в том числе на основе аллотропных форм углерода, таких как технический углерод, графен, углеродные нанотрубки, для различных областей радиотехнической, электронной и оптоэлектронной промышленности. При проектировании углеродосодержащих поглотителей электромагнитного излучения ставятся задачи эффективности подавления сигналов определенного частотного диапазона, уменьшения массогабаритных параметров. При этом одной из проблем является выбор основ для конструкций поглотителей электромагнитного излучения, которые должны обладать физико-механическими свойствами гибкости, прочности, легкости и т. п. С этой точки зрения можно предположить, что волокнистые материалы являются наиболее перспективными. Инкорпорирование в их структуру наноразмерных аллотропных форм углерода (технический углерод, графен, углеродные нанотрубки) может обеспечить увеличение их электропроводности, следовательно, снизить значения коэффициентов отражения и передачи электромагнитного излучения [1, 2].

По методике, представленной в [1], предлагается использовать водные растворы для инкорпорирования мелкодисперсного углеродистого вещества в структуру волокнистого материала. Получено, что изготовленные образцы поглотителей с инкорпорированными частицами технического углерода имеют коэффициент отражения в режиме короткого замыкания порядка  $-4...-13,5$  дБ, коэффициент передачи  $-2...-5$  дБ в диапазоне частот 4–17 ГГц. Для закрепления частиц углерода в структуре волокнистого материала был использован термопресс с установленным значением температуры 100 °С, при этом материал помещался в конверт из огнеупорной бумаги. Время воздействия температуры составило 5 мин, при этом значения коэффициента отражения и передачи в исследуемом диапазоне частот практически не изменились. В дальнейших исследованиях планируется совершенствовать методику инкорпорирования и закрепления частиц углерода в структуре волокнистого материала.