

АНОМАЛИИ ОТРАЖЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ ТМ- ВОЛНЫ ОТ ПЛАСТИНЫ ОДНООСНОГО АНТИФЕРРОМАГНЕТИКА ВО ВНЕШНЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Савченко А.С., Тарасенко С.В.

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины, 83114 г. Донецк,
83114 ул. Р.Люксембург 72, savch@mail.fti.ac.donetsk.ua

Известно, что целый ряд особенностей отражения объемных электромагнитных волн, падающих из вакуума на поверхность магнетика, связан с условиями локализации вблизи границы раздела "магнетик - вакуум" соответствующего типа нормальной электромагнитной волны. При этом существенное влияние на условия прохождения и отражения объемной электромагнитной волны, падающей на границу раздела дипольноактивной (магнитной, сегнетоэлектрической) и дипольнонеактивной сред могут оказывать поверхностные поляритоны не только первого типа, но и виртуальные поверхностные поляритоны (поверхностные поляритоны второго типа) [1]. В подавляющем числе теоретических работ, посвященных анализу поляритонной динамики полуограниченного антиферромагнетика (АФМ), расчет проводился в пренебрежении эффектом пространственной дисперсии магнитной среды, существование которого, в первую очередь, обусловлено неоднородным обменным взаимодействием [2]. В рамках этого подхода в частности было показано, что на границе "АФМ кристалл - вакуум" в отсутствие эффектов гиротропии возможно существование двух основных типов поверхностных однопарциальных магнитных ТЕ – поляритонов. Что же касается условий формирования поверхностного магнитного ТМ поляритона в полуограниченном антиферромагнетике, то до сих пор считалось, что если антиферромагнетик не обладает центром антисимметрии, то формирование поверхностного магнитного поляритона ТМ типа, в принципе, невозможно [4,5].

Однако до сих пор не рассматривалась поверхностная поляритонная динамика легкоосного АФМ во внешнем постоянном электрическом поле. Вместе с тем хорошо известно, что одной из особенностей распространения электромагнитной волны уже в бесконечном антиферромагнитном кристалле является существование квадратичных магнитооптических эффектов при любой кристаллической симметрии магнитного кристалла [6]. Тем не менее, вопрос о влиянии квадратичного магнитооптического взаимодействия на динамику магнитных поляритонов и рефракционные свойства магнитоупорядоченного кристалла оставался открытым.

В связи с этим цель данной работы состоит в анализе, влияния анизотропного магнитоэлектрического взаимодействия на условия отражения объемных магнитных поляритонов от поверхности одноосного, ограниченного, негиротропного двухподрешеточного тетрагонального антиферромагнетика, помещенного в постоянное внешнее электрическое поле.

В представляемой работе на основе анализа влияния квадратичного магнитооптического взаимодействия на динамику поверхностных магнитных поляритонов и условия отражения объемных электромагнитных волн от поверхности легкоосного (вектор антиферромагнетизма $l \parallel OZ$) антиферромагнетика, находящегося во внешнем электрическом поле $E \parallel OY$, в частности, показано, что:

1) если нормаль к границе раздела $n \parallel OY$, то на границе "антиферромагнетик - идеальный металл" возможно формирование однопарциального поверхностного магнитного ТМ- поляритона с волновым вектором $k \in YZ$, условия существования которого зависят не только от величины, но и от знака проекции внешнего электрического

поля на направление n . В обоих случаях спектр данного типа поверхностной поляритонной ТМ- волны не имеет коротковолновой точки окончания (относится к поверхностным поляритонам первого типа);

2) на границе раздела "антиферромагнетик - вакуум" с нормалью $n \perp l \parallel OZ$ также имеет место формирование поверхностных магнитных поляритонов только ТМ- типа ($k \in YZ$). Спектр данного типа поверхностных поляритонов обладает коротковолновой точкой окончания (относится к поверхностным поляритонам второго типа), а условия локализации существенно зависят от относительной ориентации векторов E и n ;

3) в случае падения на границу раздела "вакуум - легкоосный антиферромагнетик" во внешнем электрическом поле, нормальном к границе раздела сред и ортогональном легкоосной оси кристалла, объемной электромагнитной волны ТМ- типа ($k \in YZ$) соответствующий коэффициент прохождения будет иметь максимум, если частота и угол падения объемной электромагнитной волны будут одновременно удовлетворять закону дисперсии поверхностной электромагнитной волны соответствующего типа. Причем, для падающей объемной волны ТМ- типа это закон дисперсии поверхностной поляритонной р- волны, бегущей вдоль границы раздела легкоосный "антиферромагнетик - идеальный металл".

4) в рамках метода неполного внутреннего отражения (схема Отто) для структуры "немагнитный диэлектрик - вакуумная прослойка - легкоосный антиферромагнетик" во внешнем электрическом поле, нормальном к границе раздела сред и ортогональном легкой оси кристалла, коэффициент прохождения падающей объемной электромагнитной волны ТМ- типа ($k \in YZ$) будет иметь максимум, если ее частота и угол падения объемной электромагнитной волны будут одновременно удовлетворять закону дисперсии поверхностной электромагнитной волны соответствующего типа. Причем, для падающей объемной волны ТМ- типа это закон дисперсии поверхностной поляритонной р- волны, бегущей вдоль границы раздела "полуограниченный легкоосный антиферромагнетик – вакуумный слой – среда с диэлектрической проницаемостью, равной бесконечности (идеальный металл)";

5) в случае пластины легкоосного антиферромагнетика с $n \parallel E \parallel OY$ ($l \parallel OZ$), помещенной в вакуум, число ветвей в спектре формирующихся поверхностных магнитных поляритонов ТМ- типа ($k \in YZ$) зависит от толщины пластины и для заданной частоты и волнового числа может изменяться от двух до нуля. Если же обе поверхности такой пластины металлизированы, то число мод, принадлежащих спектру поверхностных магнитных поляритонов ТМ- типа, не зависит от толщины пластины, а их законы дисперсии совпадают с теми, которые реализуются на границе раздела "легкоосный антиферромагнетик - идеальный металл" ($n \parallel E \parallel OY$ ($l \parallel OZ$), $k \in YZ$).

1. Поверхностные поляритоны / под ред. Аграновича В.М., Миллса Д.В. М.: Наука, 1985. 526с
2. K. Abraha, D.R. Tilley. Surf.Sci.Rep. **24**, 3, 125 (1996)
3. Р.Г. Тарханян ФТТ. **32**, 1913 (1990)
4. В.Д. Бучельников, В.Г.Шавров. ЖЭТФ. **109**, 706 (1996).
5. В.Н. Криворучко, Д.А.Яблонский. ЖЭТФ. **94**, 268 (1988).
6. Г.С.Кринчик Физика магнитных явлений. М.: МГУ, (1985). 336 с.