**УДК 537.622**

***ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯН******ИЯ МАГНИТНЫХ ВОЛН******НА ГЕНЕРАЦИЮ ПОПЕРЕЧНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН ПРИ ДВИЖЕНИИ ДОМЕННОЙ ГРАНИЦЫ В ОРТОФЕРРИТЕ ИТТРИЯ***

**Е. А. Жуков, С. Р. Панасюк**

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск

e-mail: 000158@pnu.edu.ru

*Изучен вклад магнитной волны, с учетом присутствия поглощения и магнитного поля, в деформацию амплитуды поперечной акустической волны при движении доменной границы в кристалле ортоферрита иттрия. Проведенные расчеты показывают, что максимальный вклад имеет порядок 10-5см при теоретической толщине доменной границы D3 ≈ 10-6 см.*

*STUDY OF THE EFFECT OF MAGNETIC WAVES ON THE GENERATION OF TRANSVERSE ACOUSTIC WAVES DURING THE MOVEMENT OF THE DOMAIN BOUNDARY IN YTTRIUM ORTHOFERRITE*

**E. A. Zhukov, S. R. Panasyuk**

Pacific state university, Khabarovsk

e-mail: 000158@pnu.edu.ru

*The contribution of a magnetic wave, taking into account the presence of absorption and a magnetic field, to the deformation of the amplitude of a transverse acoustic wave during the movement of the domain boundary in a yttrium orthoferrite crystal has been studied. The calculations show that the maximum contribution is of the order of 10-5cm with a theoretical thickness of the domain boundary D3 ≈ 10-6 cm.*

Главной задачей в современной информационной технологии является повышение скорости обработки информации. Для увеличения быстродействия устройств обработки информации необходимо изучать механизмы взаимодействий в акустической и магнитной подсистемах, которые вызываются движением доменной границы (ДГ).

Взаимодействие акустических и магнитных волн исследуется в работах [3- 8]. В этих работах получены решения динамических уравнений, которые связывают магнитные и продольные акустические волны  в отсутствии поглощения, а также в отсутствии постоянного магнитного поля и в присутствии поглощения.

Здесь изучается влияние магнитной волны на поперечную акустическую волну с учетом поглощения и присутствием магнитного поля в магнитной подсистеме.

Полные динамические уравнения для волн акустических смещений продольной и поперечной (относительно оси *x*) (*x*, *t*) и (*x*, *t*) и угла магнитной волны (*x*, *t*) ( имеют вид [ 1;  2 ]:

*t* ‑ время; *A* – постоянная обменной энергии; *b*3 – константа анизотропии; ρ – плотность; δ*l,t* – магнитоакустические константы; *sl,t* – скорость объемных продольных и поперечных звуковых волн; коэффициент поглащения магнитных волн; амплитуда магнитного момента элементарной кристаллической решетки; нормированный вектор намагниченности; амплитуда внешнего магнитного поля, *c* – предельная скорость ДГ, – гиромагнитное отношение. От координаты *y* переменные не зависят.

Для определения угла *(x, t)* с учетом поглощения и присутствием магнитного поля ( и смещения продольной акустической волны*(x,t),* рассмотрим систему двух динамических уравнений (1), (3). Предполагаем, что акустические волны не оказывают влияния на магнитную волну , поэтому в уравнении (1) исключим малую добавку:

 При условии (4) уравнение (1) является уравнением одной переменной*(x,t)*.

Решение определим в виде:

(так как правая часть уравнения (1) очень мала). В (5)

является решением уравнения

где скорость ДГ. Уравнение (7) задает угол магнитной волны в свободном пространстве.

 Тогда с учетом (7), есть решение уравнения (1), приведенного к линейному при условии (5):

Решаем (8) методом теории возмущений [ 1 ]:

нулевое приближение, удовлетворяет уравнению:

(10)

Соответственно,

Тогда из уравнения (8) следует, что первое приближение в (9), удовлетворяет уравнению

В (10)-(13) решение определено с учетом поглощения магнитных волн (α*M* 0) и присутствии магнитного поля (, а с учетом поглощения магнитных волн (α*M* 0) в отсутствии магнитного поля (.

Теперь определим волну из уравнения (3) при влиянии на нее магнитной волны (5), (6), (8)- (13). И так как , то уравнение (3) сводится к линейному:

При решении уравнения (14) используются параметры ДГ, которые определяются из (6) [1 ]:

и законы дисперсии для магнитных, акустических волн и спектральных компонент магнитоакустических напряжений ДГ в виде [ 1-3 ]:

 Уравнение (14), (15) будем решать методом теории возмущений [2; 5 ] в виде:

 Здесь нулевое приближение, является решением уравнения

Первое приближение в (17) ищем в виде

Для этого, используя формулу (9), разобьем правую часть уравнения (14), (15) на два слагаемых и представим решениями уравнений:

Определим решение (20), используя формулы (10)-(13). Получим функцию от

Второе слагаемое решения (19) определим из уравнения (21). Решение этого уравнения будем искать в виде медленноменяющихся амплитуд [2-4]. Полагаем, что во взаимодействии участвует спектральная составляющая ДГ, пропорциональная :

Так как неизвестные амплитуды и ( в (23) комплексно-сопряженные функции, то достаточно определить одну из них, найдем . Уравнение для этой неизвестной получим из (21), используя законы дисперсии (16) и приравнивая в полученном уравнении выражения при равных экспонентах и :

Решение уравнения (24) ищем методом Лагранжа, получим

Тогда сопряженная ей функция имеет вид:

Подставим (25), (26) в (23) получим решение уравнения (21).

 Таким образом, решение (19) для уравнения (3), генерируемое магнитными волнами при условии, что волна влияет на волну а не оказывает влияние на волну определяется формулами (18)- (19), (22)-(23), (25)-(26). Из (23) очевидно, что составляющая поперечной акустической волны (19), генерируемая магнитной волной в отсутствии поглощения и присутствии магнитного поля, полностью описывается своей амплитудой (25).

Используя данные параметров уравнений (1) и (3) из [2; 7], выполним расчеты смещения поперечной акустической волны (19), генерируемой магнитной волной при движении ДГ:

Из расчетов (27) следует, что составляющая магнитной волны (12), рассчитанная с учетом возмущения в правой части уравнения (8) вносит несущественный вклад (порядка в генерацию поперечной акустической волны (19). Из (28) следует, что наибольший вклад в генерацию поперечной акустической волны вносит составляющая (10) магнитной волны, рассчитанная в отсутствии поглощения, но в присутствии магнитного поля. Этот вклад имеет порядок , то есть амплитуда поперечной акустической волны сопоставима с видимой толщиной доменной стенки в пластинчатом образце с естественными неоднородностями (. Это явление можно использовать для измерений параметров гиперзвуковых волн ( до 1012 Гц) оптическими методами.

**Л И Т Е Р А Т У Р А**

1. Dynamics of topological magnetic solitons. Experiment and theory / V. G. Bar’yakhtar, M. V. Chetkin, B. A. Ivanov, S. N. Gadetskii // Springer Tracts in Modern Physics. Berlin, 1994. Vol. 129.

2. Звездин А. К., Мухин А. А. Магнитоупругие уединенные волны и сверхзвуковая динамика доменных границ // ЖЭТФ. – 1992. – Т. 102. – Вып. 2. – С. 577–599.

3. Жуков Е.А., Кузьменко А.П., Щербаков Ю.И. Торможение движущейся доменной границы в слабых ферромагнетиках // Физика твердого тела. 2008. Т. 50. В. 6. С. 1033-1036.

4. Жуков Е. А., Жукова В. И., Каминский А. В., Корчевский В. В., Римлянд В. И. Метод генерации, усиления, и измерения параметров гиперзвуковых волн в магнитных кристаллах // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2012. № 3 (26). С. 17-27.

5. Жуков Е. А., Жукова В. И. Расчеты взаимодействия магнитных и продольных акустических волн с участием доменной границы в ортоферритах // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2021. № 4 (63) С. 55-64.

6. Жуков Е. А., Адамова М. Е., Жукова В. И., Кузьменко А. П. Механизмы генерации волн Лэмба доменной границей в пластине слабого ферромагнетика \\ Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2021. Т. 11. № 4. С. 123-136.

7. Жуков Е. А., Жукова В. И., Кузьменко А.П. Вклад магнитной подсистемы в генерацию продольных акустических волн при движении доменной границы в ортоферрите иттрия // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2023. Т. 13. № 4. С. 54-65.

8. Жуков Е.А., Жукова В. И. Вклад акустической подсистемы в генерацию магнитных волн при движении доменной границы в ортоферрите иттрия // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2023. № 3 (70). С. 31-40.