

Письма в ЖЭТФ, том 9, стр. 590 - 594

20 мая 1969 г.

**АКУСТИЧЕСКОЕ ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЕ В АНТИФЕРРОМАГНИТНОМ
 $MnCO_3$**

В.Р.Гакель

В работе обнаружена осцилляционная зависимость от магнитного поля интенсивности поперечного гиперзвука прошедшего через монокристалл антиферромагнетика $MnCO_3$.

При температурах ниже 32°K MnCO_3 является антиферромагнетиком со слабым ферромагнетизмом. Спины лежат в базисной плоскости, перпендикулярной оси третьего порядка. В результате взаимодействия низкочастотных колебаний электронной антиферромагнитной системы с ядерной магнитной системой образуются две ветви электронно-ядерного резонанса, исследованные в работах [1, 2].

Наличие низкочастотных электронно-ядерных ветвей с сильной зависимостью от поля дало основание надеяться обнаружить влияние магнитного поля на прохождение звука при частотах 100 МГц и выше. В работе изучалось прохождение поперечного гиперзвука частотой 104 и 204 МГц через монокристалл MnCO_3 . Образцы представляли собой пластинки ($1 + 10 \text{ мм}^3$), плоскость которых совпадала с базисной плоскостью. Кристаллы MnCO_3 выращены Н. Ю. Икорниковой в Институте кристаллографии АН СССР гидротермальным методом¹⁾.

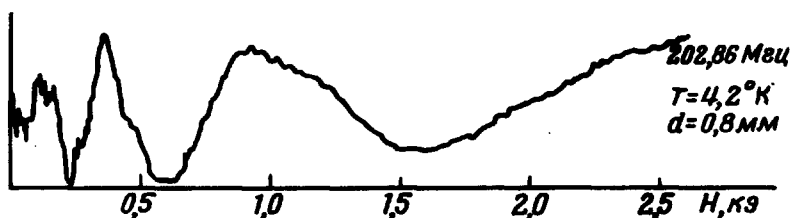


Рис. 1

Звук в образце распространялся по оси третьего порядка. Генерировался и принимался звук кварцевыми пластинками Y -среза с собственной частотой 5 МГц . Была использована непрерывная методика. Для экранировки от прямого прохождения электромагнитной волны использовалась алюминиевая фольга толщиной 15 мк .

При наложении внешнего магнитного поля в базисной плоскости были обнаружены осцилляции интенсивности прошедшего гиперзвука от величины магнитного поля (рис. 1). Период осцилляции очень резко возрастал с полем и в полях выше 4 кэ интенсивность звука практически не зависела от поля. При уменьшении толщины образцов период осцилляций увеличивался. При выведении магнитного поля из базисной плоскости, кривые растягиваются в область больших полей и совпадают друг с другом, если по горизонтальной оси откладывать величину проекции поля на базисную плоскость. Аналогичные осцилляции наблюдались

¹⁾ Выражаю благодарность Н. Ю. Икорниковой за любезно предоставленные кристаллы.

в работе [3] при пропускании гиперзвука через ферриты-гранаты. Это явление объясняется наличием в гранатах акустического двойного лучепреломления, зависящего от величины магнитного поля, при распространении звука перпендикулярно к направлению магнитного поля. Наличие двойного лучепреломления приводит к поворотам плоскости поляризации звука, которые проявляются в осцилляциях интенсивности принимаемого звука.

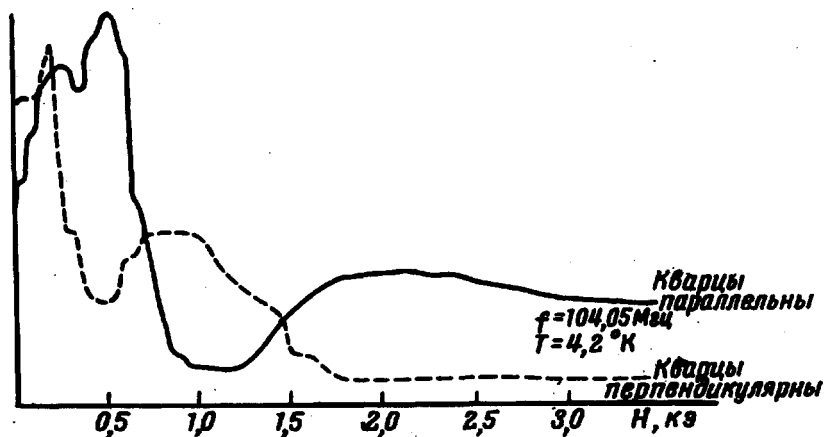


Рис. 2

Для того, чтобы убедиться в том, что в наших опытах также наблюдается вращение плоскости поляризации, был поставлен контрольный эксперимент, в котором поляризация приемного кварца была повернута на 90° относительно поляризации передающего кварца (в предыдущих опытах они были параллельны). Результаты эксперимента приведены на рис.2. Они подтверждают сделанное предположение, так как положение максимумов и минимумов поменялось местами.

Наблюдаемое двойное лучепреломление в $MnCO_3$ так же как и в случае ферритов связано с тем, что взаимодействие поперечных акустических волн существенно зависит от направления их поляризации относительно направления антиферромагнитных подрешеток. Возникающая таким образом разность скоростей звука зависит от магнитного поля, так как с увеличением магнитного поля увеличивается частота взаимодействующих со звуком магнитных ветвей спектра кристалла. Особенностью рассматриваемого кристалла является наличие в нем, кроме электронных также и ядерных спиновых волн. Поэтому для количественного объяснения наблюдаемого явления необходимо теоретиче-

ское исследование трехсвязной электронно-ядерно-звуковой системы, которое пока отсутствует. Однако, уже сейчас можно указать на некоторые качественные особенности. При выведении магнитного поля из базисной плоскости зависимость частоты электронно-ядерных ветвей от поля уменьшается и зависимости частоты от поля для разных углов совпадают друг с другом, если откладывать величину проекции магнитного поля на базисную плоскость, так же как и в нашем случае. Наличие большой ширины линии электронно-ядерной ветви (несколько сот эрстед) не дает возможности получения четкой картины в малых полях, где должно происходить наибольшее изменение скорости звука и вращения плоскости поляризации.

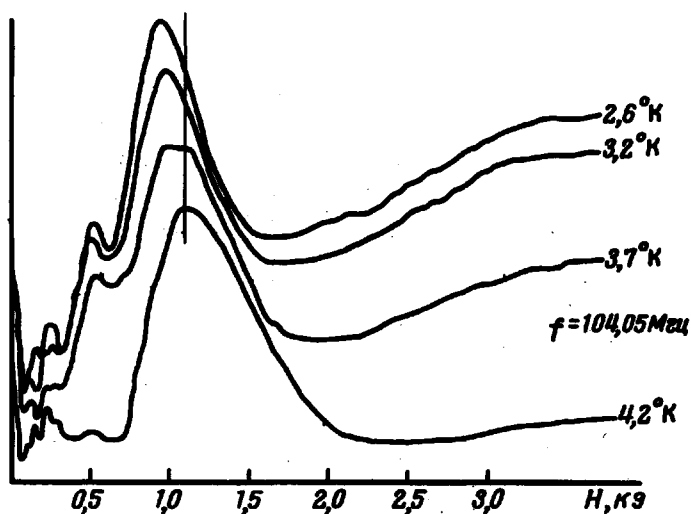


Рис. 3

При понижении температуры кривые сжимаются в область меньших полей (рис.3), что соответствует увеличению частоты спиновых волн. Повышение частоты с понижением температуры имеет место для верхней ветви электронно-ядерного резонанса. В парамагнитной области (выше 32°K) зависимость интенсивности гиперзвука от магнитного поля пропадает.

В заключение выражаю благодарность П.Л.Капице за интерес к работе и А.С.Боровику-Романову за ценные указания при проведении работы.

Литература

- [1] А.С.Боровик-Романов, Н.М.Крейнес, Л.А.Прозорова. ЖЭТФ, 45, 64, 1963.
 - [2] А.С.Боровик-Романов, В.А.Тулин. Письма в ЖЭТФ, 1, вып.5, 18, 1965.
 - [3] В.Lüthi. J.Appl. Phys., 37, 990, 1966.
-