

УДК 534.29

ИЗМЕНЕНИЯ МЕССБАУЭРОВСКОГО СПЕКТРА РАССЕЯНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ГРУППЫ АІІВVI С ПРИМЕСНЫМИ ЯДРАМИ Fe⁵⁷ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.Г. МКРТЧЯН, Р.П. ВАРДАПЕТЯН, Э.М. АРУТЮНЯН,
А.В. ХАЧАТРЯН, В.В. НАЛБАНДЯН, О.Р. МУРАДЯН

Институт прикладных проблем физики НАН Армении, Ереван

(Поступила в редакцию 27 марта 2009 г.)

Исследовано взаимодействие мессбауэровского гамма-излучения с ультразвуковыми колебаниями в монокристаллах группы АІІВVI CdS и CdSe с примесными ядрами Fe⁵⁷ под воздействием инфракрасного облучения. Показано, что при инфракрасном облучении в монокристаллах возбуждается фононное поле. Аналогично случаю облучения монокристаллов излучением видимого диапазона, форма мессбауэровского спектра меняется. Наблюден эффект двойной модуляции резонансного гамма-излучения с помощью электромагнитного излучения ИК диапазона.

В работах [1-5] было показано, что в кристалле, содержащем мессбауэровские ядра, возбуждение ультразвуковых колебаний приводит к существенным изменениям в спектре гамма-резонанса. Авторы [6] возбуждали ультразвуковые колебания в монокристаллах группы АІІВVI с примесными мессбауэровскими ядрами путем наложения на образец электромагнитного поля. Под воздействием электромагнитного излучения видимого диапазона наблюдались изменения в мессбауэровских спектрах поглощения монокристалла CdS (Fe⁵⁷) [7]. В экспериментах с использованием лазерного облучения наблюдались изменения интенсивности линии гамма-резонанса около 5% [8].

Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию воздействия электромагнитного излучения ИК диапазона на гамма-резонансные спектры Fe⁵⁷ в монокристаллах CdS и CdSe группы АІІВVI. Совмещение в одном эксперименте двух таких далеких друг от друга явлений, как акустическая модуляция мессбауэровского спектра и электронное затухание ультразвука в пьезополупроводниковых кристаллах позволило осуществить двойную модуляцию гамма-резонансного спектра путем возбуждения инфракрасным излучением электронной подсистемы кристалла. Схема данного эксперимента приведена на рис.1.

Источником гамма-квантов (И) служил стандартный мессбауэровский источник Co⁵⁷ в матрице хрома с активностью 3×10^9 Бк. Пористый детектор

CsIAgSiO (Д) был откалиброван для эффективной регистрации гамма-квантов с энергией $E_\gamma = 14,4$ кэВ [9], а также обеспечивалась необходимая коллимация. В качестве образцов (О) использовались монокристаллы CdS (0.2% Fe⁵⁷) и CdSe (0.2% Fe⁵⁷), вырезанные в виде диска диаметром 20 мм и толщиной 0,2 мм. Температура образца в процессе эксперимента контролировалась термопарой, обеспечивающей точность измерения $\pm 0,25^\circ\text{C}$, и поддерживалась постоянной при комнатной температуре 18°C с помощью термостатирования. Ультразвуковые колебания в образце возбуждались с помощью источника инфракрасного излучения (ИК). Напряжение к образцу подавалось посредством полупрозрачных напыленных индиевых контактов (Ин). Регистрация велась в геометрии отражения, то есть регистрировались гамма-кванты, рассеивающиеся назад относительно первоначального направления излучения.

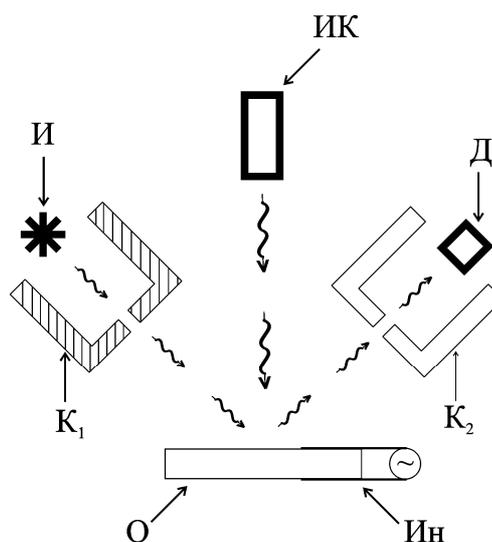


Рис.1. Схема экспериментальной установки: ИК – источник инфракрасного излучения, И – источник мессбауэровского гамма-излучения (Co⁵⁷), Д – пористый детектор (CsIAgSiO) гамма-квантов, О – образец (CdS (0.2% Fe⁵⁷)), К₁ и К₂ – коллиматоры, Ин – индиевые контакты.

На рис.2 приведены характерные гамма-резонансные спектры рассеяния монокристалла CdS (0.2% Fe⁵⁷) с расчетом статистической ошибки при разных продолжительностях инфракрасного облучения.

Как видно из рисунка, под воздействием инфракрасного излучения с продолжительностью облучения 15 минут наблюдается уменьшение интенсивности линии гамма-резонанса и ее уширение (рис.2б), то есть возникает некоторое фоновое поле. С увеличением времени ИК облучения наблюдается постепенное расщепление спектра на дублеты (рис.2в,г), то есть увеличивается амплитуда фонового поля. Аналогичные дублеты были получены и для образца монокристалла CdSe (0.2% Fe⁵⁷).

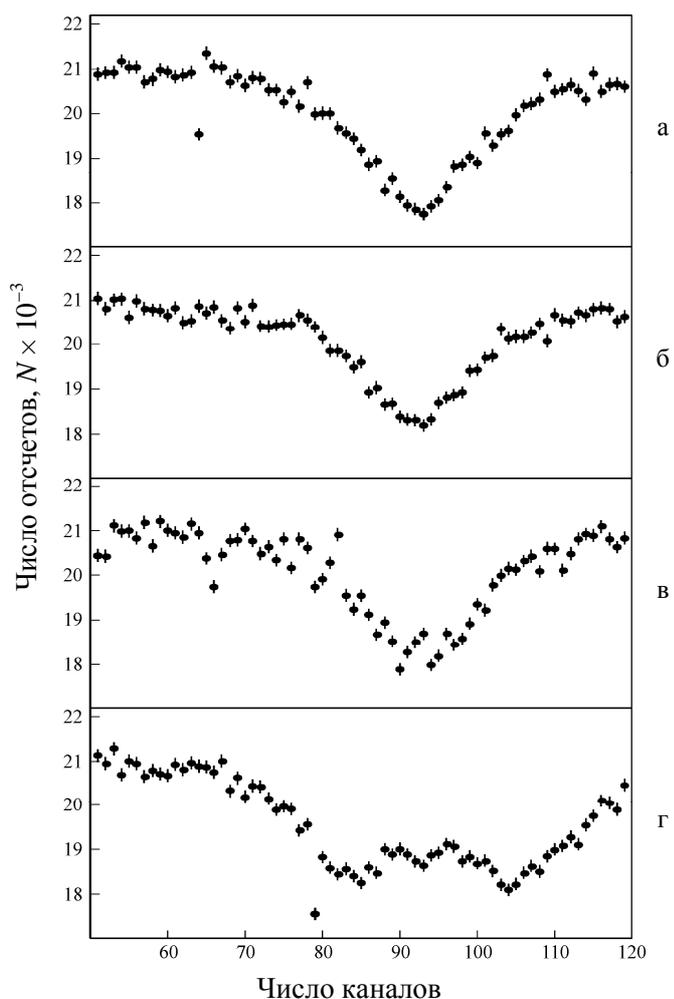


Рис.2. Гамма-резонансные спектры CdS (0.2% Fe⁵⁷) с расчетом статистической ошибки при разных продолжительностях инфракрасного облучения: а) $t = 0$ мин, б) $t = 15$ мин, в) $t = 35$ мин, г) $t = 45$ мин.

Так как температура образцов оставалась постоянной в течение всего эксперимента и контролировалась термопарой, расположенной вблизи инфракрасного пятна с диаметром порядка ~ 1 мм, то такое расщепление спектра на дублеты невозможно объяснить температурным уширением линии гамма-резонанса вследствие зависимости фактора Лэмба–Мессбауэра от температуры [10]. Результат, приведенный на рис.2, можно объяснить присутствием в образце акустических колебаний [2], возбужденных с помощью ИК облучения. Можно предположить, что причиной такого изменения гамма-резонансного спектра являются акустические колебания, возникшие в образце вследствие эффекта двойной модуляции.

На рис.3 приведена зависимость относительной интенсивности мессбауэровского спектра поглощения при воздействии инфракрасного излучения от

числа каналов. Хорошо видны характерные изменения относительного спектра. И в этом случае, аналогично экспериментам с использованием лазерного и оптического облучения [7,8], наблюдаются изменения спектра порядка 5% ÷ 10%. Явно выраженный максимум относительной кривой интенсивности на канале 93 свидетельствует о подавлении первоначальной интенсивности. Минимумы кривой при каналах 81 и 108 соответствуют дублету двойной модуляции.

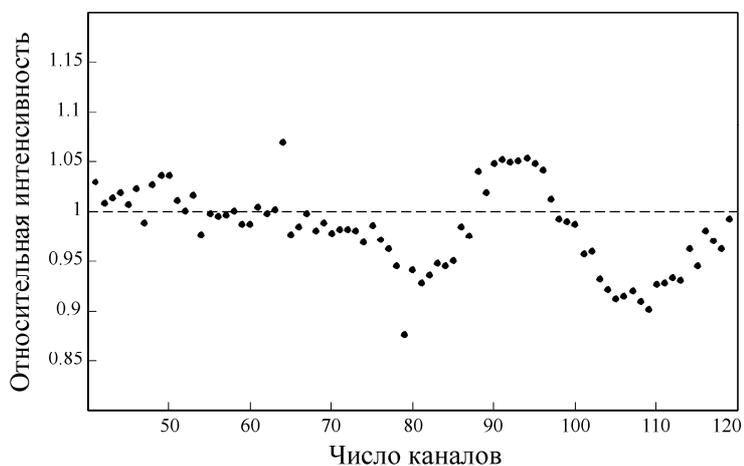


Рис.3. Зависимость относительной интенсивности ($I_{ик}/I_{б.ик}$) мессбауэровского спектра поглощения монокристалла CdS (0.2% Fe⁵⁷) от числа каналов при воздействии инфракрасного излучения.

Результаты исследования показывают, что под воздействием инфракрасного излучения в монокристаллах группы АІВVI возбуждается фоновое поле и форма мессбауэровского спектра меняется. При наложении на образец электромагнитного поля резонансной частоты можно наблюдать эффект двойной модуляции резонансного гамма-излучения в твердых телах, что дает бесконтактный способ измерения параметров акустических возбуждений в твердых телах. Таким образом, удастся расширить возможности модуляционной мессбауэровской спектроскопии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р.Г.Габриелян, Л.А.Кочарян, А.Р.Мкртчян. Акуст. журнал, **23**, 701 (1977).
2. А.К.Аракелян и др. Акуст. журнал, **24**, 809 (1978).
3. А.Р.Мкртчян и др. ПТЭ, **6**, 180 (1981).
4. Л.А.Кочарян, Р.Р.Айдинян. Изв. АН Арм. ССР, Физика, **21**, 309 (1986).
5. А.Г.Мкртчян, Р.П.Вардапетян, Э.М.Арутюнян, А.В.Хачатрян. Изв. НАН Армении, Физика, **44**, 220 (2009).
6. R.P.Vardapetyan, A.H.Mkrtchyan. Solid State Comm., **60**, 357 (1986).
7. A.R.Mkrtchyan, L.A.Kocharyan, E.M.Haroutyunian, R.P.Vardapetian, A.G.Mkrtchyan. Proc. of International Conference on the Application of the Müssbauer Effect, Belgium, 1985, p.42.

8. **Л.А.Кочарян, Э.М.Арутюнян, С.О.Арутюнян, А.Л.Кочарян.** Изв. НАН Армении, Физика, **33**, 249 (1998).
9. **А.Г.Мкртчян, Г.А.Айвазян, В.В.Налбандян, М.М.Мирзоян, А.Н.Саргсян, А.А.Аршакян.** Изв. НАН Армении, Физика, **40**, 200 (2005).
10. **В.С.Шпинель.** Резонанс гамма-лучей в кристаллах. М., Наука, 1969.

**ԽԱՌՆՈՒՐԴԱՅԻՆ Fe^{57} ՄԻՋՈՒԿՆԵՐ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ԱԻԲՎԻ ԽՄԲԻ
ՄԻԱԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐԻ ՅՐՄԱՆ ՄՅՈՍԲԱՌԻԷՐՅԱՆ ՍՊԵԿՏՐԻ
ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԻՆՖՐԱԿԱՐՄԻՐ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ
ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ**

Ա.Հ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, Ռ.Պ. ՎԱՐԴԱՊԵՏՅԱՆ, Է.Մ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ,
Ա.Վ. ԽԱԶՍՏՐՅԱՆ, Վ.Վ. ՆԱԼԲԱՆԴՅԱՆ, Հ.Ռ. ՄՈՒՐԱԴՅԱՆ

Հետազոտված է մյուսբաուերյան գամմա-ճառագայթման փոխազդեցությունը խառնուրդային Fe^{57} միջուկներ պարունակող ԱԻԲՎԻ խմբի CdS և CdSe միաբյուրեղներում ուլտրաձայնային տատանումների հետ ինֆրակարմիր ճառագայթման ազդեցության դեպքում: Ցույց է տրված, որ ինֆրակարմիր ճառագայթման դեպքում միաբյուրեղներում գրգռվում է ֆոնոնա-յին դաշտ: Միաբյուրեղների տեսանելի տիրույթի ճառագայթման դեպքին համանման, այս դեպքում ևս մյուսբաուերյան սպեկտրի ձևը փոխվում է: Դիտվել է ռեզոնանսային գամմա-ճառագայթման կրկնակի մոդուլյացիայի երևույթը ինֆրակարմիր ճառագայթման ազդեցությամբ:

**CHANGES OF MÖSSBAUER REFLECTION SPECTRUM OF AIBVI GROUP SINGLE
CRYSTALS WITH Fe^{57} NUCLEI UNDER INFLUENCE
OF INFRARED RADIATION**

A.H. MKRTCHYAN, R.P. VARDAPETYAN, E.M. HARUTYUNYAN,
A.V. KHACHATRYAN, V.V. NALBANDYAN, H.R. MURADYAN

The interaction of Mössbauer gamma-radiation with ultrasonic vibrations in CdS and CdSe single crystals of AIBVI group doped with Fe^{57} nuclei in the presence of IR radiation has been investigated. It is shown that under influence of IR radiation the excitation of phonon field in single crystals is observed. Analogously to the case of irradiation of single crystals by the visible optical radiation the form of Mössbauer spectrum is changed. The double modulation effect of resonant gamma-radiation by means of IR radiation is observed.