

ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ И ПОДАВЛЕНИЯ РЕЗОНАНСНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ

А. Р. МКРТЧЯН, Л. А. КОЧАРЯН

Экспериментально исследовано влияние внешних (ультразвуковых) возмущений, возбуждаемых в образце, на прохождение резонансного гамма-излучения. Показана возможность регулирования и подавления резонансного взаимодействия гамма-излучения с веществом с помощью акустических возмущений.

Модулирование мёссбауэровского гамма-излучения внешними возмущениями [1, 2] дает возможность вести исследования в области подавления резонансного взаимодействия гамма-излучения при прохождении через вещество. В настоящей работе исследуется возможность регулирования и подавления резонансного взаимодействия γ -квантов с энергией 14,4 кэв, образующихся при распаде Co^{57} , при прохождении через фольгу нержавеющей стали толщиной 0,02 мм, активированной изотопом железа-57 (~60%).

Ультразвуковые колебания с частотой 12,5 МГц возбуждались в образце в виде продольных волн перпендикулярно к плоскости фольги с помощью кварцевых преобразователей Х-среза. Снятые при комнатной температуре мёссбауэровские спектры γ -квантов анализировались на спектрометре электродинамического типа.

При отсутствии в поглотителе акустических колебаний падающее на него резонансное γ -излучение вызывает ядерные переходы между стационарным и первым возбужденным уровнями и интенсивность мёссбауэровской линии поглощения составляет ~ 58%. Когда в поглотителе возбуждаются акустические колебания, то число резонансных γ -квантов, прошедших через образец без участия в резонансном поглощении ядрами железа-57, увеличивается с увеличением амплитуды A_0 ультразвукового (УЗ) возбуждения (A_0 пропорциональна эффективному напряжению на кварцевом преобразователе [3]). Как видно из рис. 1, при некотором значении амплитуды ультразвукового возбуждения поглотитель становится почти прозрачным (в пределах экспериментальной ошибки) для γ -квантов, участвовавших ранее в резонансном поглощении ядрами железа-57.

Изменение интенсивности γ -квантов, прошедших через поглотитель, регистрировалось также путем измерения числа γ -квантов в зависимости от A_0 . При этом скорость механического вибратора поддерживалась постоянной так, чтобы энергии γ -квантов совпадали со значением энергии на минимуме спектра поглощения. Изменение вероятности эффекта Мёссбауэра (или числа γ -квантов) в зависимости от амплитуды ультразвуковых колебаний A_0 (см. рис. 2) можно объяснить следующим образом. Вероятность резонансного рассеяния γ -квантов на ядрах в случае, когда отсут-

ствуется внешнее возмущение, определяется фактором Дебая-Валлера [4] $W \sim \exp(-4\pi^2 \langle x^2 \rangle / \lambda^2)$, где $\langle x^2 \rangle$ — среднеквадратичная амплитуда колебания ядра в направлении вылета γ -кванта, λ — длина волны γ -кванта.

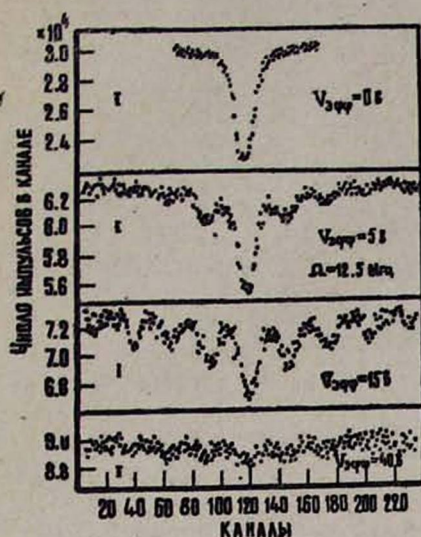


Рис. 1.

Рис. 1. Мёссбауэровский спектр поглощения в нержавеющей стали в зависимости от эффективного напряжения $V_{эфф.}$ на кварцевом преобразователе. Рис. 2. Зависимость относительного пропускания резонансных γ -квантов с энергией 14,4 кэВ от амплитуды ультразвуковых колебаний A_0 (эффективного напряжения $V_{эфф.}$ на преобразователе) в нержавеющей стали.

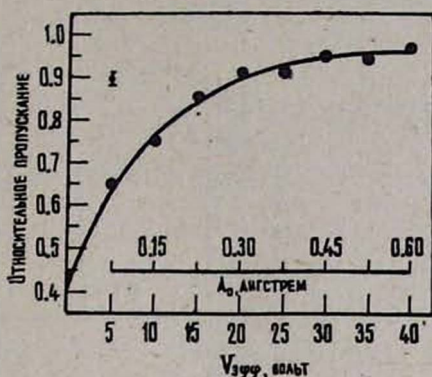


Рис. 2.

При наличии внешнего возмущения (акустических колебаний)

$$\langle x^2 \rangle = \langle x^2 \rangle_{\text{тепл.}} + \langle A_0^2 \rangle_{\text{уз}},$$

$$W \sim \exp\left(-\frac{\langle x^2 \rangle_{\text{тепл.}}}{\lambda^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{\langle A_0^2 \rangle_{\text{уз}}}{\lambda^2}\right), \quad k = \lambda/2\pi.$$

Отсюда видно, что при $\langle A_0^2 \rangle_{\text{уз}} \rightarrow \infty$ $W \rightarrow 0$, т. е. возбуждение ультразвука в веществе, через которое проходит резонансное γ -излучение, приводит к подавлению резонансного рассеяния, и коэффициент подавления зависит от амплитуды ультразвуковых колебаний.

Это явление можно использовать для регулирования числа резонансных γ -квантов, прошедших через вещество, т. е. для создания attenuатора резонансного γ -излучения. Преимущества предложенного attenuатора резонансного (мёссбауэровского) γ -излучения по сравнению с обычными методами, взятыми из нейтронной спектроскопии (методы механического монохроматора, механического селектора, мигающего ускорителя и т. д. [5]), заключаются в следующем: а) можно производить высокочастотную (определяемую частотой ультразвука) частотно-амплитудную модуляцию γ -излучения, б) можно задавать форму модуляционной кривой (определяемую формой ультразвукового возбуждения) (см. рис. 3),

На рис. 3 по оси абсцисс отложена длительность времени, в течение которой поддерживалась амплитуда УЗ на преобразователе, а по оси ординат — скорость счета импульсов с данной амплитудой в течение данного промежутка времени. Треугольные точки соответствуют результатам из-

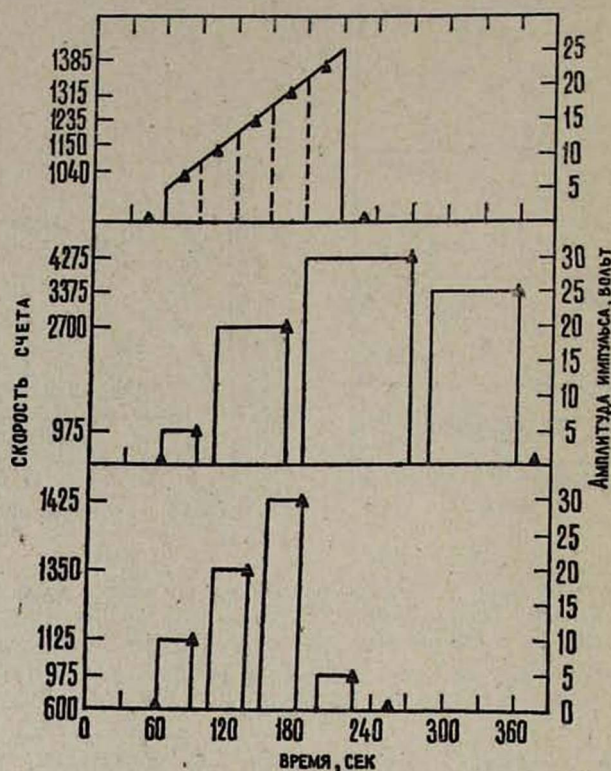


Рис. 3. Зависимость формы модуляционной кривой от формы ультразвукового возбуждения.

мерений. Из рисунка видно, что при одинаковом времени измерения с повышением амплитуды УЗ число счета растет. Число счета растет также при увеличении времени регистрации (время действия УЗ). Отсюда следует, что варьируя время экспозиции и амплитуду (форму амплитуды по времени) УЗ волны, можно менять число γ -квантов в данном направлении.

Ереванский государственный
университет

Поступила 17.1.1977

ЛИТЕРАТУРА

1. Т. М. Айвазян и др. Письма ЖЭТФ, 13, 543 (1971).
2. J. Mithory, D. I. Bolef. In Mössbauer effect methodology, Plenum, New York, 1968
3. Физическая акустика, Под ред. У. Мэзона, Изд. Наука, М., т. 4, часть А, 1970.
4. В. С. Шпинель. Резонанс гамма-лучей в кристаллах, Изд. Наука, М., 1969.
5. К. Н. Мухин. Экспериментальная ядерная физика, т. 1, Атомиздат, М., 1974.

ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ՀԵՏ ԳԱՄՄԱ-ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ՌԵԶՈՆԱՆՍԱՅԻՆ
ՓՈՒՆԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԳԱՎՈՐՄԱՆ ԵՎ ՓՈՔՐԱՑՄԱՆ
ՄԻ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա. Ռ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, Լ. Ա. ՔՈՉԱՐՅԱՆ

Աշխատանքում փորձնական ճանապարհով ուսումնասիրված է միջավայրում արտաքին (զերձայնային) զրգոտման լազերացությունը զամմա-ճառագայթների ռեզոնանսային անցման վրա: Յույց է արված, որ զերձայնային զրգոտման ճանապարհով է կարգավորել և հարկադրաբար փոքրացնել զամմա-ճառագայթների ռեզոնանսային փոխազդեցությունը միջավայրի հետ:

ON ONE POSSIBILITY OF THE CONTROL AND SUPPRESSION
OF THE RESONANT INTERACTION OF GAMMA-
RADIATION WITH MATTER

A. R. MKRTCHYAN, L. A. KOCHARYAN

The results of experimental studies of the effect of ultrasonic vibrations in a sample on the resonant gamma-radiation propagation are given. The control and suppression of the resonant interaction of gamma-radiation with matter is shown to be possible by means of acoustic excitations.