

УДК 539.1:519.6

НОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
МЕССБАУЭРОВСКИХ ИСТОЧНИКОВГ. Н. НАДЖАРЯН, Р. Г. ГАБРИЕЛЯН, Х. В. КОТАНДЖЯН,
Н. М. ГАСПАРЯН

Институт прикладных проблем физики АН АрмССР

(Поступила в редакцию 25 марта 1985 г.)

Показано, как с помощью нескольких простых экспериментов можно определить ширину линии и вероятность безотдачного излучения мёссбауэровского источника гамма-квантов. Для нахождения искомых параметров предлагается применить метод решения обратной задачи с использованием полученных гамма-резонансных спектров поглощения двух образцов из одного и того же материала с синглетной линией поглощения.

Известно [1, 2], что для определения из экспериментального гамма-резонансного спектра поглощения $\eta(\nu)$ сечения поглощения $\sigma(\omega)$ гамма-квантов мёссбауэровскими ядрами поглотителя (а тем самым и всех их мёссбауэровских параметров) и их динамических характеристик необходимо знать следующие параметры мёссбауэровского источника: f_s — вероятность безотдачного излучения гамма-квантов и Γ_s — ширину линии излучения.

В работе [2] показано, как с помощью метода решения обратной задачи можно определить приближенную функцию $\beta w_s(\omega) = n f_a \sigma(\omega)$ из экспериментальной функции $\eta(\nu)$ в случае, когда контур линии излучения источника лорентцевский (что обычно имеет место):

$$\beta w_s(\omega) = -\ln \left[1 - \frac{\psi_s(\omega)}{\alpha f_s} \right], \quad (1)$$

$$\psi_s(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\bar{\eta}(p) e^{-\frac{\Gamma_s}{2}|p|} e^{ip(\omega - \omega_0)}}{e^{-\Gamma_s|p|} + \delta \frac{\Gamma_s^2}{4} p^2 + \delta} dp,$$

где β — эффективная толщина поглотителя, $\bar{\eta}(p)$ — фурье-образ экспериментального спектра $\eta(\nu)$, $w(\omega)$ — контур линии поглощения, n — число мёссбауэровских ядер, приходящихся на 1 см^2 , f_a — вероятность безотдачного поглощения гамма-квантов в поглотителе, α — коэффициент, который для ядер Fe^{57} равен доле числа квантов с энергией 14,4 кэВ в полном спектре излучения, δ — параметр регуляризации ($\delta = 3 \cdot 10^{-4}$).

В настоящей работе показано, как с помощью нескольких простых экспериментов можно определить параметры f_s и Γ_s . Для этого необходимо получить спектры поглощения $\eta_1(\nu)$ и $\eta_2(\nu)$ двух образцов из одного

и того же материала с синглетной линией поглощения; при этом отношение толщин β_2/β_1 должно быть известным. Экспериментально при измерении спектра поглощения каждого из образцов измеряется также и величина коэффициента α .

При произвольных начальных значениях параметров f_s и Γ_s согласно выражению (1) вычисляются функции $\beta_1 w_1(\omega)$ и $\beta_2 w_2(\omega)$. Так как для истинных значений f_s и Γ_s должны выполняться очевидные соотношения

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{\int_0^\infty \beta_2 w_2(\omega) d\omega}{\int_0^\infty \beta_1 w_1(\omega) d\omega} = \frac{\beta_2}{\beta_1} \cdot \frac{[\beta_2 w_2]_{\max}}{[\beta_1 w_1]_{\max}} = \frac{\beta_2}{\beta_1}, \quad \Gamma_{1a} = \Gamma_{2a} \quad (2)$$

(Γ_{1a} и Γ_{2a} — соответственно ширины вычисленных функций $\beta_1 w_1$ и $\beta_2 w_2$), то варьируя значения параметров f_s и Γ_s при расчете выражений (1), можно добиться выполнения этих условий.

Проверкой правильности найденного значения Γ_s может служить выполнение хорошо известного соотношения

$$\Gamma_{\text{экс.}} = \Gamma_a + \Gamma_s + c^2,$$

из которого, очевидно, следует

$$2\Gamma_{1\text{экс.}} - \Gamma_{2\text{экс.}} = \Gamma_a + \Gamma_s,$$

где $\Gamma_{1\text{экс.}}$ и $\Gamma_{2\text{экс.}}$ — ширины экспериментальных спектров поглощения первого и второго образцов, c — константа.

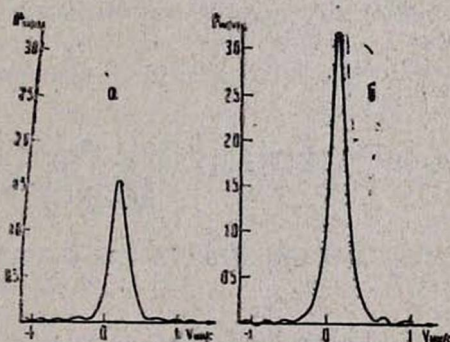
Этим методом были определены значения параметров f_s и Γ_s источника гамма-квантов Co^{57} в матрице из нержавеющей стали. Для этого были сняты спектры поглощения двух образцов из нержавеющей стали с толщинами β ($d_1 = 20$ мкм) и 2β ($d_2 = 40$ мкм), ширины которых были соответственно равны 0,49 и 0,54 мм/с. Значения параметров Γ_s и f_s (для удобства Γ_s представлена в единицах мм/с).

варьировались соответственно в интервалах 0,17—0,23 мм/с и от 0,6 до 0,95

Вычисленные с помощью спектра поглощения $\eta(v)$ значения $\beta w(\omega)$:

а) при $\beta_1 = \beta$ ($\Gamma_{1a} = 0,26$ мм/с);

б) при $\beta_2 = 2\beta$ ($\Gamma_{2a} = 0,25$ мм/с).



В таблице приведены значения отношений $k = S_2/S_1$, $l = (\beta_2 w_2)_{\max} / (\beta_1 w_1)_{\max}$, $m = |\Gamma_{2a} - \Gamma_{1a}|/\bar{\Gamma}_a$ и $\Delta = |2\Gamma_{1\text{экс.}} - \Gamma_{2\text{экс.}} - \Gamma_s - \bar{\Gamma}_a|/\bar{\Gamma}_a$, $\bar{\Gamma}_a = (\Gamma_{1a} + \Gamma_{2a})/2$, полученные для разных значений параметров f_s и Γ_s , начи-

ная со значения $f_s > 0,75$, так как в противном случае величина $(1 - \psi_0(\omega)/\alpha f_s)$ становится отрицательной. Наилучшее выполнение вышеуказанных условий было получено при значениях f_s и Γ_s , равных

Таблица

$\Gamma_s \backslash f_s$	0,77	0,79	0,90
0,19	$k = 1,99$ $l = 2,09$ $m = 0,106$ $\Delta = 0,048$	$k = 1,90$ $l = 1,90$ $m = 0,037$ $\Delta = 0,074$	$k = 1,72$ $l = 1,54$ $m = 0,095$ $\Delta = 0,095$
0,20	$k = 2,12$ $l = 2,30$ $m = 0,075$ $\Delta = 0,075$	$k = 1,96$ $l = 1,99$ $m = 0,038$ $\Delta = 0,038$	$k = 1,73$ $l = 1,55$ $m = 0,097$ $\Delta = 0,194$
0,21	$k = 2,23$ $l = 2,23$ $m = 0,22$ $\Delta = 0,11$	$k = 2,06$ $l = 2,25$ $m = 0,132$ $\Delta = 0,015$	$k = 1,76$ $l = 1,56$ $m = 0,15$ $\Delta = 0,167$

соответственно 0,79 и 0,2 мм/с (см. таблицу и рисунок). Как видно из таблицы, точность определения этих величин оказалась не хуже 4%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nadjaryan G. N., Gabrielyan R. G., Mkrtchyan A. R. Phys. Stat. Sol., b109, 131 (1982).
2. Габриелян Р. Г., Мартиросян А. А. Изв. АН АрмССР, Физика, 19, 282 (1984).

ՄՅՈՍՐԱՌԻԵՐՅԱՆ ՔՎԱՆՏՆԵՐԻ ԱՂԲՅՈՒՐԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՆՈՐ ՄԵԹՈԴ

Գ. Ն. ՆԱԶԻՐՅԱՆ, Ռ. Գ. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ, Խ. Վ. ԳՈՏԱՆԶՅԱՆ, Ն. Մ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

Ցույց է տրված, թե ինչպես մի քանի պարզ փորձերի միջոցով կարելի է որոշել մյուս-րառերյան զամմա-քվանտների աղբյուրի ճառագայթման զծի լայնությունը և առանց հետ-հարվածի ճառագայթման հավանականությունը: Փնտրվող պարամետրերի արժեքները ստաց-ված են կլանման սինգլետ զծի ունեցող նույն նյութից պատրաստված երկու փորձանմուշի զամմա-ռեզոնանսային կլանման սպեկտրներից, օգտագործելով հակադարձ խնդրի լուծման մեթոդը:

A NEW METHOD FOR THE DETERMINATION OF MÖSSBAUER SOURCE PARAMETERS

G. N. NADZHARYAN, R. G. GABRIELIAN, Kh. V. KOTANDZHIAN,
N. M. GASPARYAN

The procedure of determination of the line width and the probability of recoil-less emission of a Mössbauer source of gamma-quanta with the help of several simple experiments is described. To obtain these parameters it is proposed to apply the method of inverse problem solution using the gamma-resonance absorption spectra of two samples of the same material having a single absorption line.