

О СТРУКТУРЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ИОНОВ Na^+ , РАССЕЯННЫХ НА ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ СЕРЕБРА

И. Терзич, Д. Чирич, Б. Перович

В работе показаны результаты измерений энергетических распределений ионов Na^+ низких энергий ($E_0 \lesssim 1 \text{ кэВ}$), отраженных от поликристаллической поверхности Ag. Распределение, кроме пика однократного рассеяния, содержит и пик, который может быть отнесен к двукратному рассеянию. Этот пик до сих пор не обнаружен в экспериментах рассеяния на поликристаллических мишенях.

Исследование процессов отражения от поверхности ионов низких энергий ($E_0 \lesssim 1 \text{ кэВ}$) является предметом усиленного внимания в течение последних лет, как с фундаментальной точки зрения так и со стороны использования этого явления для аналитических целей: анализа состава и структуры поверхности твердого тела.

Основное внимание в исследованиях до сих пор посвящалось рассеянию ионов инертных газов на различных поликристаллических и монокристаллических мишенях [1]. Данных о рассеянии ионов щелочных металлов значительно меньше, что, прежде всего, объясняется экспериментальными трудностями в поддержании условий "атомно"-чистой поверхности в течение измерений. Измерения функций распределения по энергиям рассеянных ионов подтверждают в основном применимость бинарной модели взаимодействия вплоть до совсем низких энергий налетающего иона ($E_0 \sim 5 \text{ эВ}$). Форма энергетического распределения, как показывают эксперименты, очень чувствительна к составу и структуре исследуемой поверхности. У чистых поликристаллических поверхностей получается четко выраженный пик, соответствующий однократному упругому рассеянию. В случае монокристаллической мишени существует и второй пик, являющийся следствием двукрат-

ного рассеяния налетающего иона на атомах поверхности монокристалла. Результаты наших измерений показывают, что в энергетическом распределении рассеянных частиц, второй пик, обнаруженный до сих пор только для монокристаллических поверхностей – может существовать и для полукристаллической мишени.

Монохроматор

масс

$R_m = 10 \text{ см}$

$\Phi_m = 90^\circ$

$\epsilon_1 = \epsilon_2 = 31^\circ$

$\rho = a$

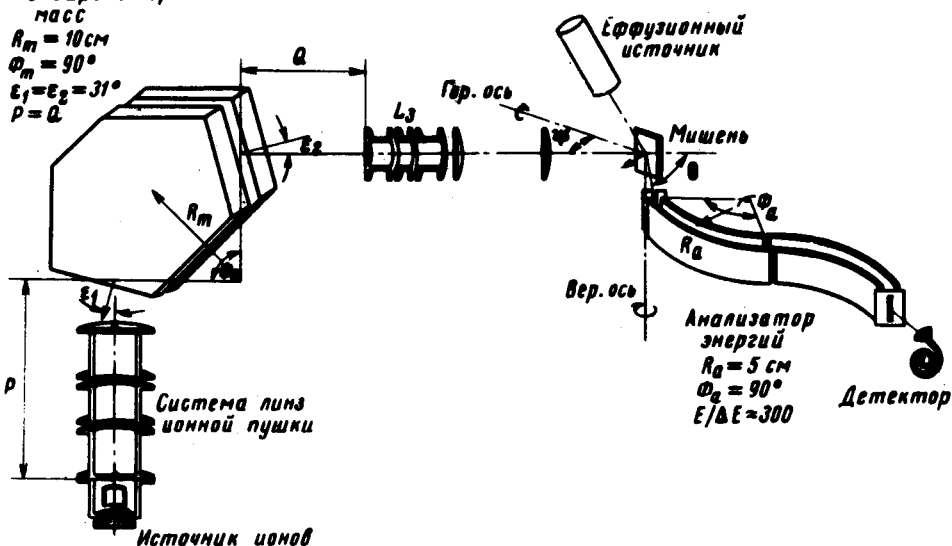


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для исследования рассеяния ионов низких энергий на поверхности твердого тела

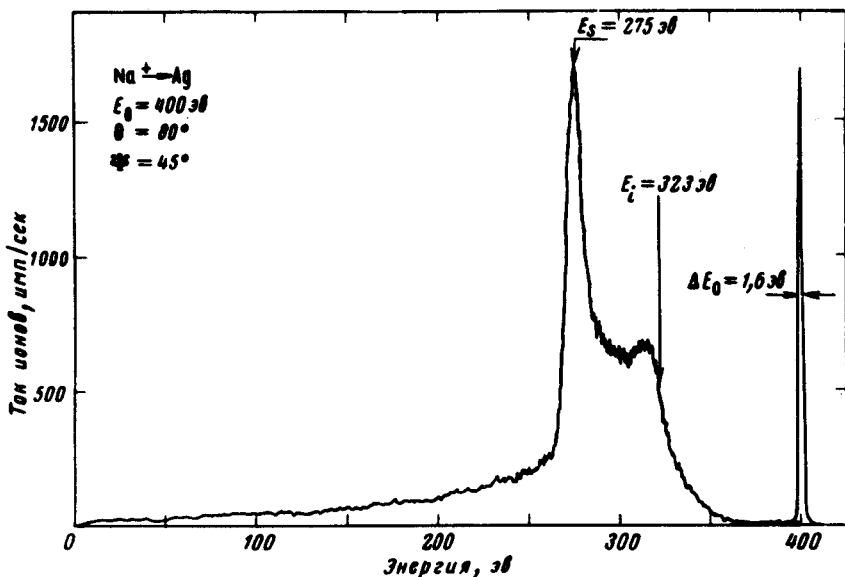


Рис. 2. Энергетический спектр ионов Na^+ отраженных с поверхности поликристаллической мишени Ag . На рисунке показана энергетическая ширина первичного пучка энергии $E_0 = 400 \text{ эВ}$

В нашем эксперименте (схема установки показана на рис. 1) измерялись функции энергетического распределения ионов Na^+ , рассеянных

на поликристаллической поверхности Ag в интервале энергий $0,2 < E_0 < 3,2$ кэв и для углов рассеяния $45^\circ < \theta < 135^\circ$. Для обеспечения условий "атомно"-чистой поверхности в течение измерений чистота поверхностной пленки поддерживалась постоянной осадкой атомов Ag при помощи эффузионного источника, поток которого составлял примерно 10^{14} атом/см² · сек. В то же время, давление в системе порядка $2 \cdot 10^{-9}$ мм. рт.см.

Типичный энергетический спектр ионов Na⁺ для $E_0 = 400$ эв показан на рис. 2. При анализе полученных спектров исследовалось положение пика однократного рассеяния, положение второго пика и положение точки перегиба на высоко-энергетическом горбе распределения.

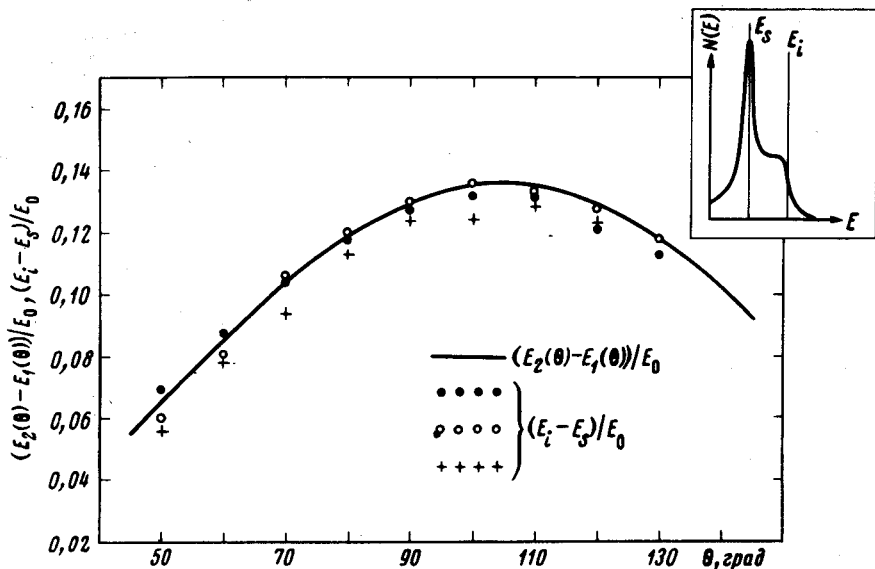


Рис. 3. Сопоставление разностей относительных энергий (2) с экспериментальными значениями $(E_i - E_s)/E_0$ для $E_0 = 400$ эв (●●●●), $E_0 = 1200$ эв (○○○○) и $E_0 = 3200$ эв (++++)

Положение пика однократного рассеяния находится в хорошем согласии с расчетом на основе уравнения (для $n = 1$)

$$\frac{E_n(\theta)}{E_0} = \frac{1}{(1+A)^{2n}} \left[\cos \frac{\theta}{n} + \sqrt{A^2 - \sin^2 \frac{\theta}{n}} \right]^{2n}, \quad A = \frac{M_2}{M_1} \quad (1)$$

где M_1 и M_2 — массы налетающего иона и атома мишени, а θ — угол рассеяния в L -системе. Положение второго пика нам не удалось простым образом связать с моделью двухкратного рассеяния. Однако, анализ показывает, что положение точки перегиба на высоко-энергетическом горбе распределения ($E = E_i$) отвечает максимальной энергии ($n = 2$), которой рассеянная частица может обладать в двухкратном рассеянии на угол θ .

Результаты этого анализа показаны на рис. 3, где сопоставлены величины

$$\frac{\Delta E(\theta)}{E_0} = \frac{E_2(\theta)}{E_0} - \frac{E_1(\theta)}{E_0} \quad (2)$$

с определенной в эксперименте разностью относительных энергий точки перегиба E_i и пика однократного рассеяния E_s .

То обстоятельство, что вклад двухкратного рассеяния четко выражен в функции распределения в случае отражения Na^+ , а в случае ионов инертных газов нет [2], является следствием того факта, что вероятность нейтрализации ионов вблизи поверхности металла в случае инертных газов гораздо больше, чем для ионов щелочных металлов.

Институт ядерных наук
им. Бориса Кидрича-Винча
(Югославия)

Поступила в редакцию
10 июля 1976 г.

Литература

- [1] E. P. Th. M. Suurmeijer, A. L. Boers. Surface Science, **43**, 309, 1973.
[2] W. Heiland, E. Taglauer. Nucl. Instr. Meth., **132**, 535, 1976.
-