

УДК 539.581.3: 539.172.3

© С. М. Иркаев, В. Г. Семенов

КОМБИНИРОВАННЫЙ ДЕТЕКТОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ В СКОЛЬЗЯЩЕЙ ГЕОМЕТРИИ

Описаны конструкция и работа комбинированного детектора, предназначенного для измерения мессбауэровских спектров по трем каналам регистрации в условиях скользящего падения излучения на исследуемый образец. Детектор позволяет проводить одновременную регистрацию конверсионных и Оже-электронов, характеристического рентгеновского излучения и рассеянного гамма-излучения.

Отличительной особенностью экспериментов по скользящей мессбауэровской спектроскопии является длительное время, затрачиваемое на измерение спектров по различным каналам взаимодействия резонансного излучения с поверхностью твердого тела, обусловленное низкими скоростями счета [1, 2]. Для уменьшения времени эксперимента обычно применяют источники с высокой удельной активностью. Однако увеличение активности источника приводит к уширению спектральной линии, т. е. к уменьшению разрешающей способности метода, кроме того, максимальная активность источника ограничивается материалом подложки. Одним из эффективных способов пре-

одоления низких скоростей счета является создание комбинированного детектора, который позволяет проводить одновременную и независимую регистрацию конверсионных и Оже-электронов, характеристического рентгеновского излучения и рассеянного гамма-излучения. Впервые такой способ регистрации для измерений в нормальной геометрии был предложен в работе [3].

Комбинированный детектор для скользящей геометрии (рис. 1) представляет собой двухкамерный газовый пропорциональный счетчик. Рентгеновское характеристическое и гамма-излучения, испускаемые образцом, практически без ослабления проходят через чувствительный объем нижней

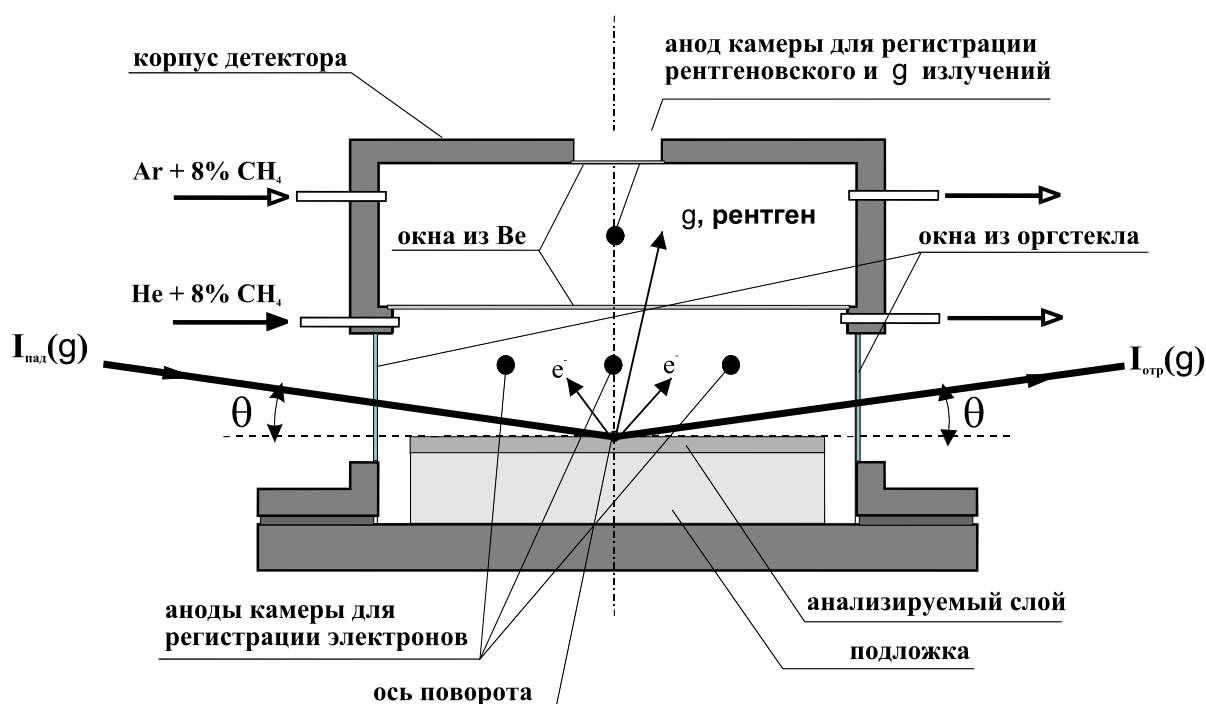


Рис. 1. Конструкция комбинированного детектора

камеры для регистрации электронов, бериллиевую фольгу толщиной 50 мкм, разделяющую объемы камер, и регистрируются в верхней камере. Особенностью данного счетчика является наличие в камере для регистрации электронов оптически прозрачных окон из органического стекла толщиной 0,5 мм для входящего и выходящего излучений. Это позволяет проводить настройку угла падения излучения на поверхность исследуемого образца и отфильтровывать рентгеновскую компоненту (6,4 кэВ) в исходном потоке. Наличие выходного окна дает возможность одновременно с регистрацией электронов и рентгеновского излучения регистрировать зеркально отраженный пучок гамма-излучения.

Корпус детектора выполнен из алюминия в виде разборной конструкции с уплотнениями из вакуумной резины. Образец размещается внутри камеры для регистрации электронов так, чтобы его анализируемая поверхность была обращена в сторону рабочего объема камеры, в которой протекает газовая смесь $\text{He} + 8\% \text{CH}_4$ со скоростью потока

$2 \text{ см}^3/\text{мин}$. Анод этой камеры состоит из трех вольфрамовых нитей диаметром 20 мкм, укрепленных на изолирующей подставке на расстоянии 3 мм от поверхности образца. Для снижения шумовой компоненты от рассеянного излучения внутренние стенки электронной камеры закрыты вставками из органического стекла таким образом, чтобы рабочий объем камеры размещался только между поверхностью образца и бериллиевым окном, отделяющим объем верхней камеры, и соответствовал площади поверхности исследуемого объекта.

В камере для рентгеновского и гамма-излучений рабочим газом для регистрации служит смесь $\text{Ar} + 8\% \text{CH}_4$. Наличие дополнительного верхнего бериллиевого окна позволяет использовать детектор и в традиционной геометрии обратного рассеяния.

Конструкция регистрирующих камер комбинированного детектора позволяет быстро, устойчиво и с высоким качеством получать мессбауэровские спектры даже при использовании относительно слабых источников излучения с активностью порядка 50 мКи. На рис. 2 приведены мессбауэровские спектры тонкой (15 нм) пленки ^{57}Fe , напыленной на стеклянную подложку, измеренные при угле скольжения 5 мрад.

Поворот комбинированного детектора относительно направления падающего на образец излучения осуществляется с помощью градуированного микровинта с червячной передачей. Полный ход микровинта обеспечивает изменение θ в диапазоне от 0 до 30° с точностью $\pm 0,3$ мрад. Поэтому детектор может использоваться также для измерений в малоугловой геометрии [4].

Авторы благодарят Российский фонд фундаментальных исследований (грант № 99-02-17838) и Федеральную целевую программу «Интеграция» (проекты № 326.75 и 670) за поддержку проведенных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Irkaev S.M., Andreeva M.A., Semenov V.G. et al. // Nucl. Instr. Meth. 1993. V. B74. P. 545–564.
2. Irkaev S.M., Andreeva M.A., Semenov V.G. et al. // Nucl. Instr. Meth. 1995. V. B103. P. 351–358.
3. Irkaev S.M., Semenov V.G., Tamaev S.T. // Известия АН Тадж. ССР. 1974. Т. 4. С. 29–34.
4. Nomura R., Ujihara Y., Nakazawa M. // Hyperfine Interaction (C). 1998. V. 2. P. 261–264.

*Институт аналитического приборостроения РАН,
Санкт-Петербург (С.М. Иркаев)
С.-Петербургский государственный университет
(В.Г. Семенов)*

Материал поступил в редакцию 17.02.99.

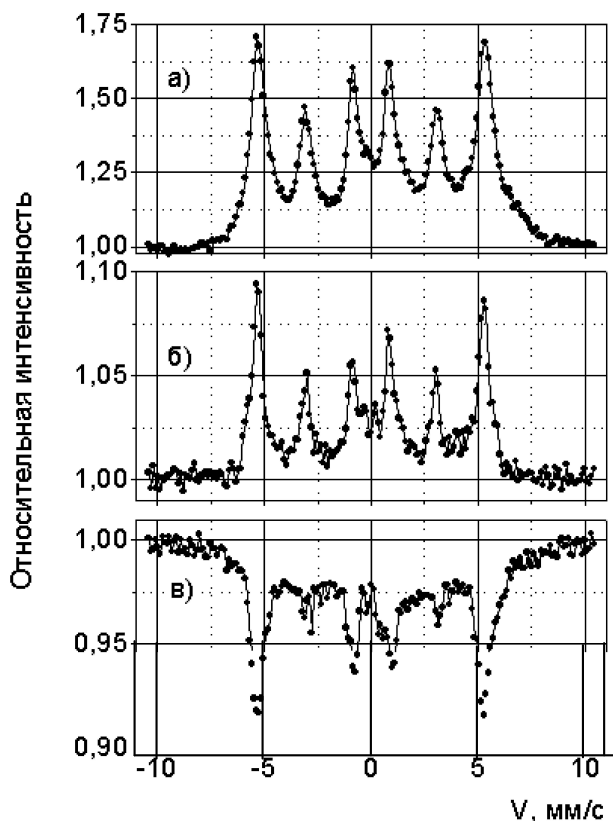


Рис. 2. Мессбауэровские спектры, полученные при регистрации: а) вторичных электронов, б) характеристического рентгеновского излучения и в) рассеянного гамма-излучения

A COMBINED DETECTOR FOR GRAZING INCIDENCE GEOMETRY MEASUREMENTS

S. M. Irkaev, V. G. Semenov*

Institute for Analytical Instrumentation RAS, Saint-Petersburg

** Saint-Petersburg State University*

The paper presents the design and operation of a combined detector for grazing incidence three-channel measurements of Mössbauer spectra. The device can simultaneously detect conversion and Auger electrons, characteristic X-ray and scattered gamma radiations.