

01;10
©1995

НОВЫЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР С УГЛОВЫМ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ

А.А. Трубицын

Одновременная регистрация энергетических и угловых характеристик потоков фотоэлектронов, возбуждаемых синхротронным излучением, позволяет проводить фундаментальные исследования в области физики и химии поверхности твердого тела по проблеме адсорбции и связанных с ней явлений.

Фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением является уникальным инструментом неразрушающего анализа профилей концентраций элементов по глубине [1].

Новые возможности перед исследователями открывает метод голографической интерпретации фотоэлектронной дифракции [2] в задачах реконструкции локальной структуры поверхности твердого тела.

Тем не менее возможности энергоуглового анализа в настоящее время используются лишь в незначительной мере. Сдерживающим фактором является отсутствие энергоанализаторов, обладающих одновременно высокими значениями светосилы, энергетической и угловой разрешающей способности, удобством в эксплуатации и обеспечивающих высокую экспрессность анализа.

Используемый в настоящее время полусферический анализатор (см., например, [3], [4]) имеет сложный дизайн, принципиально не может обеспечить высокую точность и экспрессность угловых измерений вследствие положенной в основу его функционирования комбинированной системы механических перемещений; и наконец, существуют очевидные ограничения на возможность встраивания его в камеры вакуумного технологического оборудования.

Создание энергоанализатора с простой конфигурацией электродов и соответствующей системой регистрации на принципах координатно-чувствительного детектирования позволяет разрешить указанные проблемы.

На рис. 1 представлена электронно-оптическая схема энергоанализатора, представляющего собой комбинацию простейших (и технологичных) фигур — цилиндров и колец (показана верхняя часть меридионального сечения). Разработанная численная методика проектирования

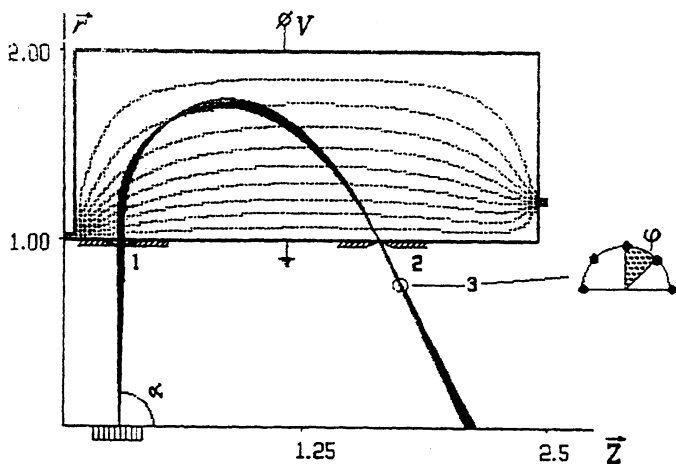


Рис. 1. Электронно-оптическая схема анализатора с энергетическим и угловым разрешением: 1 — входная апертура, 2 — выходная апертура, 3 — координатно-чувствительный детектор. $E/V = 0.995$.

электронно-оптических систем с произвольной конфигурацией электродов [5-7] позволила определить геометрические параметры анализатора, которые обеспечат угловую фокусировку второго порядка при $\alpha_0 = 90^\circ$. Такой угол фокусировки дает возможность построения эффективной диаграммы угловых измерений (рис. 2) [8], а фокусировка второго порядка означает значительное ослабление противоречия, заключенного в требовании одновременно высоких значений светосилы и разрешающей способности, по сравнению со случаем фокусировки первого порядка.

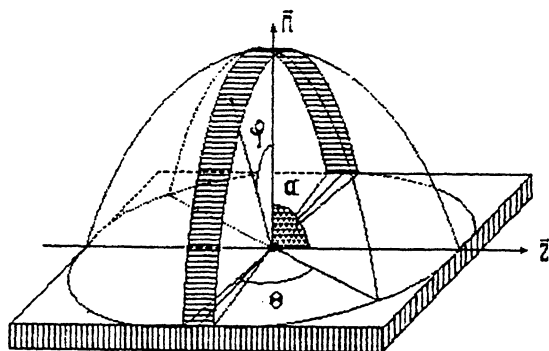


Рис. 2. Диаграмма угловых измерений.

Еще одним замечательным (и уникальным) свойством предлагаемой конструкции является плоская фокальная область. Под фокальной областью понимается совокупность (полу-) кольцевых фокусов второго порядка, соответствующих электронам с различной начальной энергией E . Указанное свойство позволяет эксплуатировать анализатор в режиме спектрографа с интегральным сбором по углу α ($\Delta\alpha > 2^\circ$) в диапазоне $\varphi = -\pi/2 - +\pi/2$, где в качестве многоканальной системы регистрации может быть использован координатно-чувствительный детектор с избирательностью по радиусу кольцевого изображения (рис. 3).

Имеющиеся зависимости угла фокусировки второго порядка α_0 и радиуса изображения от начальной энергии E и положения источника на оси z позволяют в обеспечение задаваемой геометрии эксперимента варьировать радиус изображения при сохранении угла $\alpha_0 = 90^\circ$.

Относительная линейная дисперсия $D/|d|$ анализатора практически совпадает с соответствующим параметром цилиндрического зеркала, широко используемого в настоящее время в качестве электронного спектрометра. Здесь $D = E \cdot \partial|d|/\partial E$ — линейная дисперсия, $|d|$ — расстояние между источником и изображением.

Список литературы

- [1] *Livesey A.K., Smith G.G.* // J. Electron Spectroscopy and Rel. Phen. 1994. V. 67. P. 436–461.
- [2] *Thevuthasan S., Herman G.S., Salki R.S., Kaduwella A.P., Fadley C.S.* // Phys. Rev. Lett. 1991. V. 67. P. 469–480.
- [3] *Wincott P.L., Brookes N.B., Law D.S.-L., Thornton G., King G.C.* // J. Phys. E: Sci. Instrum. 1989. V. 22. P. 42–47.
- [4] *Success of New ARUPS-10.* The Journal of FISON'S Instruments Surface Science Division. Spring, 1993. P. 6.
- [5] *Горелик В.А., Протопопов О.Д., Трубицын А.А.* // ЖТФ. 1988. Т. 58. В. 8. С. 1531–1534.
- [6] *Трубицын А.А.* // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 1990. Т. 30. № 7. С. 1113–1115.
- [7] *Трубицын А.А.* Деп. в ВИНТИ. 1993. № 169–В93. 28 с.
- [8] *Kover A., Varga D., Szabo Gy., Berenyi D., Kadar I., Vegh J. and Hock G.* // J. Phys. B. 1983. V. 16. P. 1017–1025.

Научно-исследовательский
технологический институт
Рязань

Поступило в Редакцию
14 января 1995 г.