

- [7] Лизарев К. К. Введение в динамику джоузефсоновских переходов. М.: Наука, 1985. 320 с.  
 [8] Лизарев К. К., Ульрих Б. Т. Системы с джоузефсоновскими контактами. М., 1978. 446 с.  
 [9] Taur Y., Richards P. L. // J. Appl. Phys. 1975. Vol. 46. N 4. P. 1793—1797.  
 [10] Zappe H. H. // J. Appl. Phys. 1973. Vol. 44. N 3. P. 1371.

Московский государственный педагогический институт им. В. И. Ленина

Поступило в Редакцию  
 26 мая 1989 г.  
 В окончательной редакции  
 27 ноября 1989 г.

10; 12

Журнал технической физики, т. 60, в. 4, 1990

© 1990 г.

## ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР ДЛЯ СПЕКТРОСКОПИИ С ЭНЕРГОУГЛОВЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

В. В. Зашквара, Б. М. Верменичев, А. Н. Ноеренчук

Анализатор (см. рисунок) построен из двух последовательно расположенных, автономно фокусирующих во втором порядке по углу расходимости пучка заряженных частиц  $\Delta\alpha$  электростатических зеркал — сферического (СЗ) и цилиндрического (ЦЗ). Из точечного источника  $O_1$ , находящегося на оси симметрии в области внутреннего электрода СЗ, в анализатор поступает веерообразный пучок заряженных частиц, средняя плоскость которого  $n\omega'$  перпендикулярна оси симметрии, угол раскрытия пучка в средней плоскости составляет

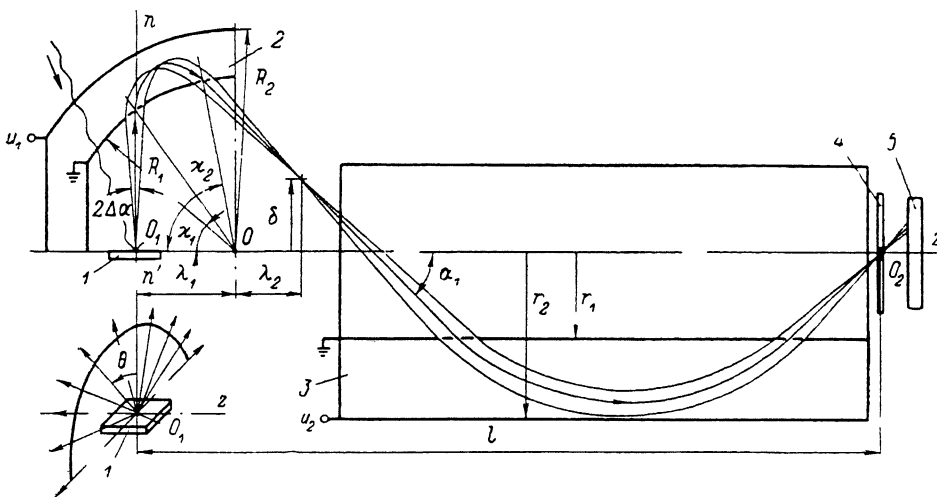


Схема анализатора.

1 — исследуемый образец, 2 — сферическое зеркало (СЗ), 3 — цилиндрическое зеркало (ЦЗ), 4 — приемная диафрагма, 5 — позиционно-чувствительный детектор.

180°. По данным работы [4] в этом случае СЗ осуществляет ахроматическое изображение точечного источника в полукольцо радиуса  $\delta = \mu \cos \alpha_1 \cos \chi_1$ ,  $\mu = R_1/r_1$  в условиях фокусировки второго порядка по углу расходимости  $\Delta\alpha$ . Во втором каскаде анализатора (ЦЗ) промежуточное кольцевое изображение трансформируется в точечное  $O_2$ . Если на входе в анализатор пучок находится в аксиальной плоскости, то при прохождении системы зеркал выполняется условие  $\theta = \text{const}$  вдоль всего тракта; это означает, что начальное распределение заряженных частиц по полярному углу  $\theta$  в системе не искажается и в любом участке спектрального интервала, выделяемого диспергирующим ЦЗ и приемной диафрагмой с круглым отверстием с центром в точке  $O_2$ , можно регистрировать это распределение частиц одновременно по всем  $\theta$  с помощью позиционно-чувствительного детектора и набора радиально к нему расположенных коллекторов. Из рисунка видно, что возбуждаемый лучом первичного

облучения исследуемый образец расположен вдоль оси симметрии перпендикулярно плоскости. Внизу рисунка показан веер траекторий вторичных электронов, поступающих в анализатор. Намп выбраны следующие параметры зеркала:  $\chi_1 = 55^\circ$ ,  $\chi_2 = 79.34^\circ$ ,  $\mu = R_1/r_1 = 2.4378$ , параметр отражения СЗ [1]  $S = (qU_1/2w) (1 - R_1/R_2)^{-1} = 2.5073$ , параметр отражения ЦЗ [2]  $p = [w/qu_2] \ln (r_2/r_1)^{1/2} \sin \alpha = 0.8691$ . В этом случае  $\lambda_1 = 0.5736$ ,  $\lambda_2 = 0.4009$ ,  $l = 10.684$ ,  $\alpha_1 = 44.344^\circ$ , прожекторное кольцевое изображение находится на поверхности внутреннего цилиндра ЦЗ. Линейная дисперсия по энергии равна линейной дисперсии ЦЗ  $D = 8.120$ , коэффициент продольного увеличения  $\Gamma = 1.4307$ .

### Список литературы

- [1] *Зашквара В. В., Юрчак Л. С., Былинкин А. Ф.* // ЖТФ. 1988. Т. 58. Вып. 10. С. 2010—2020.  
 [2] *Зашквара В. В., Корсунский М. И., Космачев О. С.* // ЖТФ. 1966. Т. 36. Вып. 1. С. 132—138.

Институт ядерной физики АН КазССР  
Алма-Ата

Поступило в Редакцию  
31 мая 1989 г.

04; 12

Журнал технической физики, т. 60, в. 4, 1990

© 1990 г.

## ОБРАЗОВАНИЕ НОВЫХ КАТОДНЫХ ПЯТЕН В ВАКУУМНОМ РАЗРЯДНИКЕ

*Д. Ф. Алферов, В. А. Воздвиженский, И. О. Сибиряк*

Определение условий образования новых катодных пятен (КП), инициируемых взаимодействием плазмы вакуумного разряда с поверхностью катода, является одной из основных задач, стоящих перед исследователями физических основ вакуумной дуги и разработчиками сильноточных коммутационных аппаратов. Обсуждаемые в литературе [1, 2] механизмы образования таких пятен предполагают создание высокой напряженности электрического поля  $E \sim (10^5 - 10^6)$  В/см между поверхностью катода и прилегающей к ней плазмой. В работе [3] получена зависимость напряжения  $U_k$  на прикатодном слое, при котором возникает пятно, от концентрации плазмы  $n$ , которая аппроксимируется соотношением  $n \cdot U_k = 4.4 \cdot 10^{17}$  В/см<sup>-3</sup>. При этом для определения напряженности поля в слое  $E = (4\pi n)^{1/2} (keT U_k)^{1/4}$  [1] необходимо знать еще температуру ионов  $T$ . Здесь  $e$  — заряд электрона,  $k$  — постоянная Больцмана.

В настоящей работе исследована зависимость условия возникновения КП от напряжения  $U_k$  и тока вспомогательного источника плазмы. Схема эксперимента приведена на рис. 1. Показанная на рис. 1 электродная система состоит из анодного диска 1 и цилиндрического катода 2 с внешним диаметром 35 мм. Внутри катода соосно размещен вспомогательный источник плазмы, который отделен от основного катода и анода вакуумным зазором  $\sim 1.5$  и 5 мм соответственно.

Разряд в источнике плазмы происходит по поверхности диэлектрической вставки 3 между электродами 4, 5. Все электроды выполнены из сплава хром—медь 50—50 и размещены в разборном макете вакуумной камеры. Перед началом опыта камера вместе с электродным узлом прогревалась при температуре  $\sim 300^\circ\text{C}$  не менее 8 ч. В процессе измерений давление в камере поддерживалось на уровне  $\leq 10^{-6}$  Тор магниторазрядным насосом НОРД-100. Для регистрации импульсов тока разряда  $J_p$  и тока поджига  $J_n$  использовались пояса Роговского, обеспечивающие временные разрешения не хуже 20 нс.

После заряда емкости  $C = 0.22$  мкФ до заданного напряжения  $U_0 = 1 - 20$  кВ на поджигающий электрод 4 подается импульс напряжения положительной полярности  $U_n = 1 - 10$  кВ

Рис. 1.

