

ОБ АППАРАТНОЙ ФУНКЦИИ
КВАЗИКОНИЧЕСКОГО ЭНЕРГОАНАЛИЗАТОРА

М.В. Кузьмин, К.Г. Уткин

Санкт-Петербургский государственный технический университет,
195251, Санкт-Петербург, Россия
(Поступило в Редакцию 14 февраля 1994 г.)

Достижение расчетной величины разрешения в аналитических приборах требует весьма точного соблюдения тех параметров, при которых это разрешение вычислено. В энергоанализаторах такими параметрами являются угол наклона осевой траектории пучка, координаты источника и коллектора и т.п. Вариации этих величин приводят к изменению вида аппаратной функции (АФ) и, как следствие, к ухудшению разрешения. В наибольшей степени это относится к приборам с высоким разрешением.

Квазиконический энергоанализатор (ККЭА), являясь светосильным прибором, обладает сравнительно высоким разрешением^[1]. Нами были проведены расчеты, позволяющие выяснить влияние положения точечного источника и коллектора, расположенных на оси, на вид АФ ККЭА.

Рассматривался случай эквипотенциальной поверхности $\varphi_H = 0.3$, для которого достигалось наилучшее разрешение. Угол наклона осевой траектории пучка $\alpha_0 = 60^\circ$, угол раствора пучка 10° , начальная энергия $W_0 = 1.0948$. Координаты источника и коллектора варьировались вблизи оптимальных значений $z_0 = -0.76$, $z_1 = 0.74476$ ^[1]. Размеры входной и выходной щелей, а также диаметр отверстия коллектора определялись геометрическими размерами пучка в режиме фокусировки пучка ось-кроссовер (минимальное сечение) на оси. Все величины, за исключением угловых, представлены в безразмерных единицах.

На рис. 1 представлены АФ при различных смещениях коллектора на оси z . Смещение коллектора Δz_1 относительно z_1 , определяемое как разность координаты коллектора и его оптимального положения, требовало и изменения величины W_0 , необходимого для осуществления выбранного режима фокусировки. При перемещении коллектора от источника начальная энергия увеличивается, к источнику — уменьшается. Из рисунка видно, что изменение АФ имеет качественно различный характер в зависимости от направления смещения коллектора. При удалении его от источника происходят уменьшение высоты пика АФ, уширение его основания и при $\Delta z_1 = 0.006$ раздвоение. При перемещении коллектора в обратном направлении появления второго пика не наблюдается. Таким образом, при смещении коллектора на $\Delta z_1 = \pm 0.01$ разрешение ухудшается приблизительно вдвое.

На рис. 2 представлены АФ при различных положениях точечного осевого источника относительно оптимального положения z_0 . Смещение источника относительно оптимального положения z_0 задавалось величиной Δz_0 . Входная и выходная щели, положение и диаметр отверстия коллектора оставались неизменными. Смещение источника от его оптимального положения приводит к снижению высоты пика и уширению его основания.

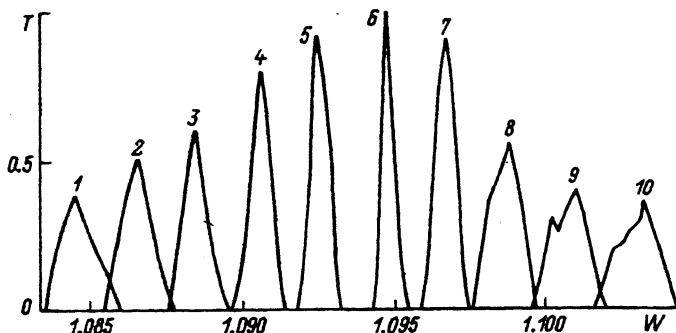


Рис. 1. Аппаратные функции $T(W)$ ККЭА при смещении коллектора на $\Delta z_1 = -0.01$ (1), -0.008 (2), -0.006 (3), -0.004 (4), -0.002 (5), 0 (6), 0.002 (7), 0.004 (8), 0.006 (9), 0.008 (10).

Потенциал разностного поля ККЭА [1] в отличие от потенциала поля анализатора типа цилиндрическое зеркало (ЦЗ) является функцией координаты z . Ввиду этого при смещении источника на ± 0.01 относительно его оптимального положения z_0 изменение АФ ККЭА зависит от направления смещения. Если источник смещается в сторону коллектора, то ширина основания увеличивается в 1.3 раз. Если же смещение происходит от коллектора, то ширина основания увеличивается вдвое.

В работе [2] рассматривались АФ трехцилиндрического зеркального анализатора (ТЗА) при смещении точечного источника по оси z . За критерий допустимых искажений АФ было выбрано ухудшение разрешения вдвое. При этом область смещения источника по оси z ограничивалась величиной ± 0.01 .

И в случае ТЗА, и в случае ККЭА величины смещений выражались в безразмерных переменных. Но в ТЗА за единицу длины выбран радиус внутреннего электрода, а в ККЭА — расстояние от оси z до седловой точки разностного поля [1], которая находится за пределами внешнего электрода анализатора для данного значения φ_H . Пересечение траекторий пучка с поверхностью внутреннего электрода в ТЗА происходит при $r = 1$, тогда как в ККЭА осевая траектория пучка пересекает поверхность внутреннего электрода вблизи $r = 0.2$. Очевидно, что требования, предъявляемые к точности установки источника, в ТЗА значительно выше, чем в ККЭА. Если же величину смещения источника измерять в единицах базы (т.е. расстояния от источника

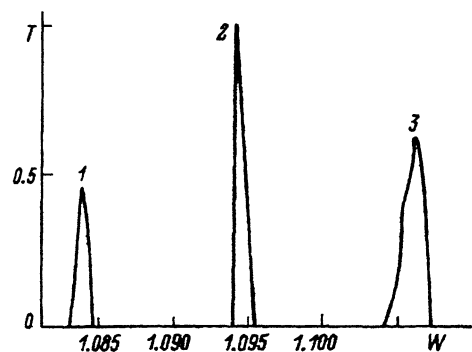


Рис. 2. Аппаратные функции $T(W)$ ККЭА при смещении источника на $\Delta z_0 = 0.01$ (1), 0 (2), -0.01 (3).

до коллектора), равной для ККЭА приблизительно 1.5, а для ТЗА, лежащей в пределах 10.8...12.5 [3], то условия соблюдения точности расположения источника для ККЭА становятся еще менее жесткими по сравнению с ТЗА.

Список литературы

- [1] Кузьмин М.В., Уткин К.Г. // Письма в ЖТФ. 1993. Т. 19. Вып. 17. С. 86–89.
- [2] Василевский К.В., Горелик В.А., Протопопов О.Д. // ЖТФ. 1986. Т. 56. Вып. 9. С. 1802–1804.
- [3] Горелик В.А., Машинский Ю.П., Пиковская Т.М. и др. // ЖТФ. 1985. Т. 55. Вып. 2. С. 412–414.

04;10
© 1995 г.

Журнал технической физики, т. 65, в. 1, 1995

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ РЕЗИСТИВНОЙ ШЛАНГОВОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ НА ПОПЕРЕЧНОЕ РАСШИРЕНИЕ РЭП

Е.К.Колесников, А.С.Мануйлов

Санкт-Петербургский государственный университет,
199164, Санкт-Петербург, Россия
(Поступило в Редакцию 5 мая 1994 г.)

В последние годы внимание исследователей все больше привлекают вопросы динамики транспортировки релятивистских электронных пучков (РЭП) в газоплазменных средах. Особый интерес представляет изучение развития пучково-плазменных неустойчивостей, среди широкого спектра которых наибольшим инкрементом обладает резистивная шланговая неустойчивость (РШН), характеризуемая нарастающими по амплитуде боковыми изгибными колебаниями пучка [1–8]. Физический механизм развития РШН обусловлен взаимодействием тока пучка с вихревыми токами, генерируемыми в плазменной среде при боковом смещении РЭП. Кроме того, наличие равновесного обратного плазменного тока приводит к дополнительному механизму нарастания шланговой амплитуды. Как было отмечено в экспериментальной работе [4], при развитии РШН наблюдается заметное поперечное расширение пучка. Очевидно, что указанная дефокусировка пучка связана с резистивным отставанием оси полевой структуры системы плазма-пучок от смещенной оси РЭП. Однако в проведенных ранее теоретических исследованиях РШН [1–7] указанный эффект не учитывался.

В настоящей работе в рамках простой модельной постановки проведена оценка эффекта дефокусировки РЭП при развитии РШН.

Рассмотрим параксиальный аксиально-симметричный РЭП, распространяющийся вдоль оси z цилиндрической системы координат (r, ϑ, z) в газоплазменной среде, характеризуемой высокой омической проводимостью $4\pi\sigma_0 R_b/c \gg 1$ (σ_0 — проводимость, R_b — радиус пучка,