

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

04

Журнал технической физики, т. 60, в. 2, 1990

© 1990 г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ
АЗИМУТАЛЬНОГО ДРЕЙФОВОГО ТОКА ЭЛЕКТРОНОВ
В УСТРОЙСТВАХ С ЗАМКНУТЫМ ДРЕЙФОМ ЭЛЕКТРОНОВ

Е. Е. Баркалов, А. Н. Веселовзоров, М. Л. Субботин

Исследования параметров азимутального дрейфового тока электронов (I_φ — абсолютная величина тока, $z_{д. \tau}$ — осевая координата центра тяжести, $r_{д. \tau}$ — радиальная) представляют большой интерес с точки зрения построения общей физической картины процессов, протекающих в устройствах с замкнутым дрейфом электронов.

Исследования проводились бесконтактным индукционным методом, предложенным в работах [1, 2]. Этот метод основан на регистрации ЭДС $\varepsilon(t) \sim \partial I_\varphi / \partial t$, наводимой в индукционных датчиках магнитным потоком, создаваемым дрейфовым током электронов при работе плазменного устройства в импульсном режиме. Как известно [1], сигнал с каждого датчика после интегрирования равен

$$y_i = k I_\varphi, \quad (1)$$

где i — номер датчика; k — коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от параметров измерительной цепи, структуры азимутального дрейфового тока электронов и положения датчиков.

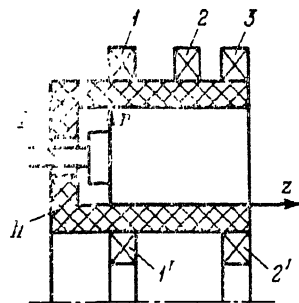


Рис. 1. Схема расположения индукционных измерителей.

I — анод; II — ускорительный канал; 1—3 — наружные индукционные датчики; 1', 2' — внутренние индукционные датчики.

Исследования проводились на ускорителе с замкнутым дрейфом электронов и протяженной зоной ускорения (УЗДП) с большими геометрическими размерами (наружный диаметр ускорительного канала 160 мм, внутренний диаметр 100 мм, протяженность ускорительного канала 60 мм). Измерительные индукционные датчики располагались на наружном и внутреннем изоляторах аналогично [2] (рис. 1).

Предварительные эксперименты для данной модели УЗДП показали, что использование методики определения параметров I_φ [1, 2] оказалось неприменимым из-за сильного влияния радиального положения центра тяжести I_φ на величину сигналов, наводимых в наружных и внутренних индукционных датчиках, и ошибка измерений параметров I_φ превысила 30 %.

Поэтому экспериментально были определены зависимости величин сигналов в наружных и внутренних индукционных датчиках от радиального положения центра тяжести I_φ .

Поскольку полученные зависимости близки к линейным, то можно записать

$$y_i^{\text{н}} = (y_i^{\text{н}})_0 + k_1 r, \quad y_i^{\text{в}} = (y_i^{\text{в}})_0 - k_2 r, \quad (2)$$

где $(y_i^{\text{н}})_0$, $(y_i^{\text{в}})_0$ — значения величин сигналов соответственно в наружном и внутреннем индукционных датчиках при положении радиального центра тяжести I_φ на внутреннем изоляторе; k_1 , k_2 — коэффициенты, зависящие от характеристик индукционных датчиков.

Легко видеть, что, складывая две линейные зависимости с определенным коэффициентом, можно получить величину, не зависящую от перемещения радиального центра тяжести I_φ

$$Y_j = y_i^{\text{н}} + a_j y_i^{\text{в}} = (y_i^{\text{н}})_0 + k_1 r + a_j (y_i^{\text{в}})_0 - a_j k_2 r = (y_i^{\text{н}})_0 + a_j (y_i^{\text{в}})_0, \quad (3)$$

где i — порядковый номер индукционного датчика.

Тогда для полученных зависимостей

$$Y_1 = y_1^n + a_1 y_1^{2n} = f(I_\varphi, z), \quad Y_2 = y_2^n + a_2 y_2^{2n} = f(I_\varphi, z) \quad (4)$$

можно применить методику [1] определения параметров I_φ (абсолютная величина, осевая координата центра тяжести $z_{ц.т.}$).

Радиальная координата центра тяжести определяется аналогично [2]

$$I_r = \frac{Y_\Sigma^n - Y_\Sigma^0}{Y_\Sigma^0}, \quad (5)$$

где

$$Y_\Sigma^n = y_1^n + b_1 y_2^n + b_2 y_3^n = f(I_\varphi, r) \text{ (согласно [2])}, \quad (6)$$

$$Y_\Sigma^0 = Y_1 + c_1 Y_2 = f(I_\varphi). \quad (7)$$

Сравнение калибровочных кривых, построенных по методике [1, 2] без учета влияния радиального перемещения центра тяжести I_φ и по методике, предложенной авторами, показало, что точность измерений повышается приблизительно в 3 раза и ошибка измерений не превышает 10 %.

Методика была проверена экспериментально на УЗДП в диапазоне ускоряющих напряжений 65—340 В.

На рис. 2 представлены экспериментальная зависимость абсолютной величины азимутального дрейфового тока электронов от величины ускоряющего напряжения U_p (здесь же для сравнения дана вольт-амперная характеристика разряда в УЗДП) (а) и зависимость осевого положения центра тяжести I_φ ($z_{ц.т.}$) азимутального дрейфового тока от величины ускоряющего напряжения (б). С ростом напряжения осевое положение центра тяжести I_φ смещается от среза ускор-

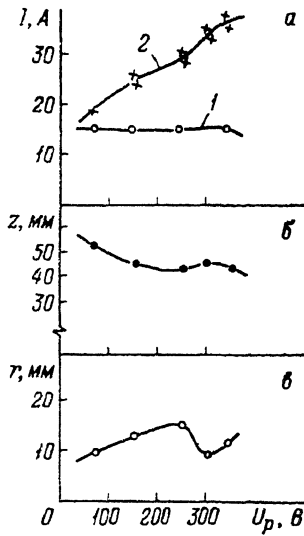


Рис. 2. Вольт-амперная характеристика разряда (а), осевое положение центра тяжести $z_{ц.т.}$ азимутального дрейфового тока электронов I_φ ($z=0$ (анода), $z=60$ мм (срези)) (б) и радиальное положение центра тяжести $r_{ц.т.}$ азимутального дрейфового тока электронов I_φ ($r=0$ (внутренний изолятор), $r=30$ мм (наружный изолятор)) (в).

а 1 — разрядный ток I_p , 2 — азимутальный дрейфовый ток I_φ .

тельного канала УЗДП к аноду и стабилизируется на расстоянии, равном $\sim 1/3$ длины ускорительного канала от его среза. На рис. 2, в приведена зависимость радиального положения центра тяжести $r_{ц.т.}$ азимутального дрейфового тока электронов от величины ускоряющего напряжения.

Проведенные эксперименты подтвердили эффективность предложенного метода и высокую точность определения параметров I_φ ($< 10\%$) по сравнению с [1, 2], что позволяет говорить об универсальности метода применительно к различным типам плазмооптических устройств.

Список литературы

- [1] Демьяненко В. И., Зубков И. П., Лебедев С. В., Морозов А. И. // ЖТФ. 1978. Т. 43. Вып. 3. С. 634—637.
 [2] Бугрова А. И., Версоцкий В. С., Харчевников В. К. // ЖТФ. 1980. Т. 50. Вып. 10. С. 2238—2241.

Поступило в Редакцию
 20 января 1987 г.
 В окончательной редакции
 8 июня 1989 г.