

Тлеющий разряд в трубчатой катодной полости

© Е.И. Гырылов

Отдел физических проблем при президиуме Бурятского научного центра СО РАН,
670047 Улан-Удэ, Россия
E-mail: ofp@bsc.buryatia.ru

(Поступило в Редакцию 10 апреля 2000 г. В окончательной редакции 4 августа 2000 г.)

Приводятся результаты исследования разрядной системы с периферийными разрядными камерами (ячейками Пеннинга) с одним общим полым катодом при схеме подключения к источнику питания одной ячейки Пеннинга. Экспериментально показано, что темный разряд переходит к тлеющему скачком с одновременным проникновением плазмы в полый катод.

Высокая плотность плазмы в тлеющем разряде с полым катодом способствует применению его в качестве плазменных источников заряженных частиц [1,2]. В настоящей работе исследуется разрядная система с трубчатой катодной полостью и двумя периферийными разрядными камерами (ячейками Пеннинга) [3] в схеме подключения к источнику питания одной ячейки Пеннинга, когда у второй ячейки Пеннинга анод закорочен с катодом (рис. 1). Проникновение плазмы в катодную полость фиксировалось по ионному току одиночного зонда, зонд при этом располагался на краю катодной полости вблизи апертуры работающей ячейки. Разряд зажигался при остаточном давлении воздуха в вакуумном объеме.

Исследования показали, что темный разряд переходит к тлеющему скачкообразно, так как при давлении 13.3 Па и напряжении 70 В ток разряда I меняется от 1–50 μA до 1–10 мА, при этом напряжение разряда V падает на 5–10 В и плазма проникает в полый катод, зондовый ток составляет 1 μA . Отсутствие эффекта полого катода при малых токах обусловлено тем, что в этих условиях заряженные частицы не проникают из пеннинговской системы в катодную полость. Проникновению плазмы и электронов препятствует катодное падение потенциала перед апертурой катодной полости, а попадание ионов в нее затрудняется их рассеянием перед апертурой вследствие специфической формы границы темного катодного пространства.

С увеличением тока протяженность L области катодного падения потенциала уменьшается. При некоторых критических параметрах отражательного разряда темное катодное пространство в области апертуры полости уменьшается настолько, что происходит разрыв ионной оболочки перед апертурой полости и плазма проникает в катодную полость. Условие проникновения плазмы $L \ll R$, где R — радиус катодной полости [1].

Максимальный ток темного разряда достигал 200 μA при напряжении разряда 950 В при давлении 8 Па, зондовый ток отсутствует. При давлении 11.7 Па наблюдается следующая картина зависимости тока разряда от напряжения рис. 2. В случае регулирования разряда, когда тлеющий разряд зажигается при уменьшении тока до минимального значения существования тлеющего

разряда 1–1.4 мА, плазма в катодной полости присутствует, зондовый ток достигает 8 μA . При дальнейшем уменьшении тока тлеющий разряд гаснет и переходит в темный разряд, плазма в катодной полости отсутствует, зондовый ток равен нулю.

Падение напряжения при зажигании тлеющего разряда для различных значений давления представлено на рис. 3. Чем выше напряжение зажигания разряда, тем больше падение напряжения, отношение $\Delta V / \Delta I$ составляет 0.5–1.

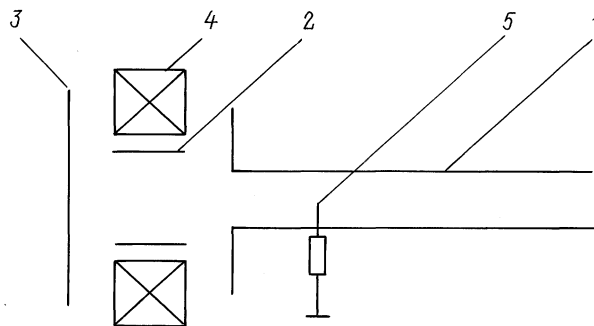


Рис. 1. Схема разрядной системы: 1 — полый катод, 2 — анод, 3 — плоский катод, 4 — постоянный магнит, 5 — зонд.

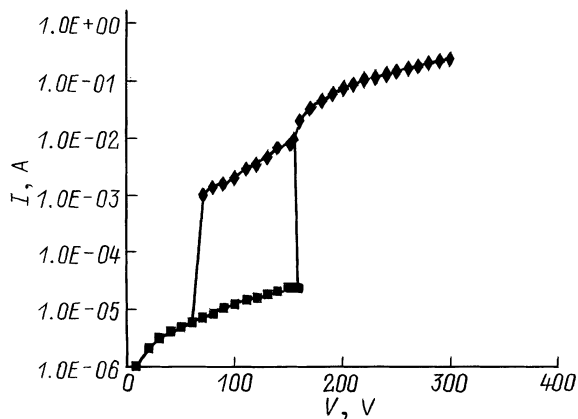


Рис. 2. Зависимость тока разряда I от напряжения V при давлении 11.7 Па.

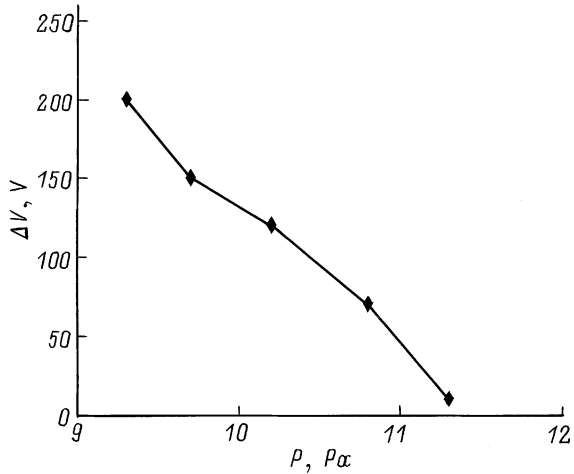


Рис. 3. Падение напряжения при зажигании тлеющего разряда для различных давлений.

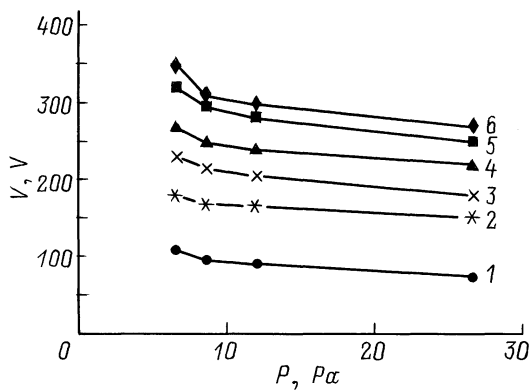


Рис. 4. Зависимость напряжения горения разряда V от давления P в среде Ar при токах разряда I, mA : 1 — 10, 2 — 50, 3 — 100, 4 — 150, 5 — 200, 6 — 250.

На рис. 4 представлена зависимость напряжения разряда от давления в среде аргона при различных токах разряда в схеме подключения к источнику питания одной ячейки, когда другая ячейка изолирована. С повышением давления при постоянном токе разряда напряжение горения разряда уменьшается.

Таким образом, экспериментально показано, что в данной разрядной системе плазма проникает в полость катода при переходе темного разряда к тлеющему.

Список литературы

- [1] Крейндель Ю.Е. Плазменные источники электронов. М.: Атомиздат, 1977. 144 с.
- [2] Метель А.С. // 1-е Всесоюзное совещание по плазменной эмиссионной электронике. Улан-Удэ, 1991. С. 77–81.
- [3] Гырылов Е.И., Семенов А.П. // ЖТФ. 1995. Т. 65. Вып. 1. С. 189–191.