

В. П. ЧЕБОТАЕВ

НЕКОНТРАГИРОВАННЫЙ, ТИПА ТЛЕЮЩЕГО, ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЯД ПОСТОЯННОГО ТОКА ПРИ АТМОСФЕРНЫХ ДАВЛЕНИЯХ

(Представлено академиком А. М. Прохоровым 22 XII 1971)

1. Для решения различных задач квантовой электроники, физики плазмы и др. представляет большой интерес получение равномерного неконтрагированного разряда в трубках большого диаметра при атмосферных и более давлениях. Хорошо известно, что при давлениях газа свыше 100 мм рт. ст. в трубках большого диаметра имеет место контракция разряда постоянного тока. Сжатие разряда к оси, различные неустойчивости, которые сопровождают этот тип разряда, были недавно рассмотрены в (1). В настоящей работе сообщается о получении непрерыв-

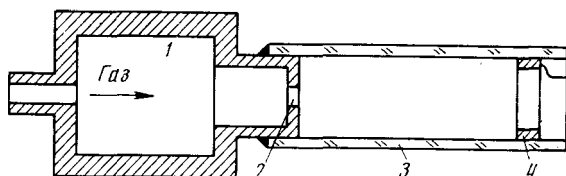


Рис. 1. Схематическое изображение разрядной трубки

ного неконтрагированного устойчивого разряда постоянного тока в трубках большого диаметра при больших давлениях*. Продольный неконтрагированный разряд возбуждался в трубках диаметром до 4 см и длиной 20 см в газовом дозвуковом и сверхзвуковом потоке при давлениях 1—2 атм. Этот тип разряда, представляющий самостоятельный интерес, может быть использован в газоразрядных лазерах большого давления, в исследованиях плазмы и свойств звуковых и дозвуковых потоков.

2. Исследования были проведены в разрядных трубках различных конструкций. Схематическое изображение одной из них показано на рис. 1. В большинстве экспериментов использовался гелий. Газ под давлением больше атмосферного поступал в камеру 1 и через сопло 2 в разрядную трубку 3. Сопло из металла служило катодом. Диаметр отверстия в сопле от 0,5 до 2 мм, а давление в камере могло достигать 10 атм. Устройство камеры позволяло добавлять различные примеси (CO_2 , N_2 , воздуха). Передвигаемый анод 4 в виде полого цилиндра размещался на расстоянии более 10 см. Длина разряда ограничивалась источником питания. Выходной конец трубки был открыт и газ из трубки вытекал в атмосферу.

3. Для разряда описываемого типа характерен режим «мягкого» зажигания разряда. При подаче напряжения ток разряда от момента зажигания мог меняться до десятков миллиампер, что связано с небольшим различием в напряжениях зажигания и горения. Последовательные ста-

* Равномерный разряд в больших объемах при атмосферных давлениях возбуждается в мощных в.ч.- и с.в.ч.-разрядах, имеющих совсем другую физическую природу (см. (3)).

дии разряда при увеличении давления в камеру 1 показаны на рис. 2. При едва уловимом потоке гелия имело место хорошо выраженное сжатие разряда к оси трубки (рис. 2а). С увеличением давления в камере шнур становится неустойчивым. На расстоянии более 5 см от сопла шнур разряда распыряется «метелкой» (рис. 2б). При давлении более 1,5 атм разряд в трубке становится очень равномерным по сечению. Свечение разряда напоминает свечение обычного тлеющего разряда низкого давления (рис. 2в). При увеличении давления газа в камере и скорости газа

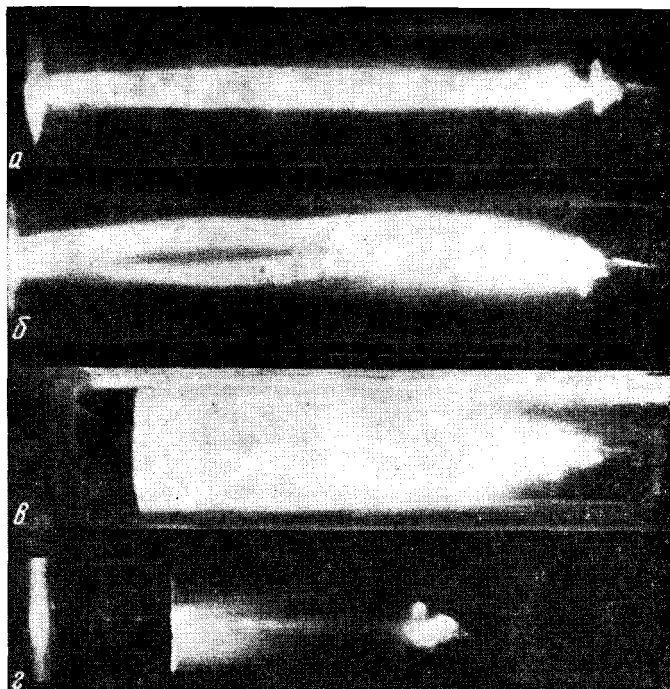


Рис. 2. Фотографии свечения разряда в трубке $\phi = 10$ мм, длина столба 10 см, ток разряда $I = 10$ ма (а—в), 2 ма (г); а — $P = 1$ атм, б — $P = 1,2$ атм, в — $P = 2$ атм, г — $P = 7$ атм (ток и длина разряда уменьшены для получения контрастного снимка)

в трубке интенсивность свечения уменьшается. И затем при давлениях в камере более 5 атм на срезе сопла появляется светящееся пятно, напоминающее корону, а на расстоянии 0,5 см возникают более ярко светящиеся пятна, хорошо заметные на фоне разряда *. По-видимому, неоднородность свечения разряда связана с образованием в потоке сжатий и разряжений газа; это может служить простым средством визуализации структуры газового потока при атмосферных давлениях.

Ранее метод визуализации структуры потока с помощью тлеющего разряда использовался лишь при низких давлениях ⁽²⁾. Отметим, что при наличии препятствия на выходе сопла свечение разряда у препятствия как бы отражало обтекание его газовым потоком.

4. Неконтрагированный равномерный по сечению разряд наблюдался в самых различных режимах течения газа, с дозвуковыми и сверхзвуковыми соплами. Это может служить доказательством того, что турбулент-

* Заключительная стадия экспериментов по наблюдению неоднородности свечения разряда была выполнена совместно с А. С. Проворовым. Детально эксперименты будут описаны в другой работе.

ность потока не столь существенна в формировании равномерного разряда. С другой стороны, с увеличением тока разряда для получения равномерного разряда необходимо увеличить скорость потока. Из этого можно заключить, что быстрая смена газа оказывает существенное влияние на тепловые процессы и, следовательно, расконтрагированные разряды.

Автор выражает благодарность Э. П. Круглякову и Л. С. Василенко за обсуждение влияния турбулентности на свойства разряда, А. С. Проворову — за расчет сверхзвукового сопла и участие в проведении эксперимента, А. К. Маслову — за изготовление разрядных трубок.

Институт физики полупроводников
Сибирского отделения Академии наук СССР
Новосибирск

Поступило
15 XII 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. М. Дыхне, Докторская диссертация, М., 1971. ² E. D. Kane, Univ. Calif. Eng. Projects Rep. NE-150-51, 1949. ³ Теплофизические свойства низкотемпературной плазмы, сборн. статей, «Наука», 1970.