

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ БССР

Минский ордена Трудового Красного Знамени государственный
педагогический институт им. А.М.Горького

СВОЙСТВА И СТРУКТУРА
ГАЗОВ, ЖИДКОСТЕЙ И ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Сборник научных трудов

Минск 1974

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ КАНАЛА КАПИЛЛЯРНОГО РАЗРЯДА,
ЛОКАЛИЗОВАННОГО КАПИЛЛЯРАМИ

УДК 537.523

В работе исследовано влияние процессов, сопровождающих взаимодействие капиллярных струй, на температурный режим в канале импульсного разряда.

Импульсный разряд, локализованный капиллярами, может являться источником высокоионизованной плазмы. При импульсном разряде через два последовательных коротких капилляра в пространстве между капиллярами образуется осесимметричное плазменное образование с электронной температурой в максимуме до 100000 К [1]. Такие же температуры могут быть достигнуты и на оси открытых участков канала импульсного разряда через короткий капилляр [2]. Состав получаемой плазмы в основном определяется продуктами разрушения стенок капилляров. Осесимметричность и высокая пространственная стабильность локализованных разрядов открывают возможность их успешного применения при различных количественных исследованиях плазмы.

В настоящей работе исследовалось влияние процессов, протекающих в пространстве между капиллярами, на условия развития канала разряда. При исследованиях использовалось разрядное устройство, аналогичное описанному в работе [1]. Режим разряда: $U = 2$ кВ, $C = 300$ мкф. Капилляры изготавливались из плексигласа и имели диаметр 2,5 мм и длину 3 мм. Параметры разрядного контура позволяли получать прямоугольный импульс тока с максимальным его значением ~ 5 кА. Разряд длился 120 мкс. Спектроскопические исследования проводились на спектрографе АО1-ЭС.

При импульсном разряде через два капилляра в пространство между локализуемыми пластинками выбрасываются из их отверстий две встречные плазменные струи, состоящие в основном из продуктов разрушения стенок капилляров. Пары электродов практически не поступают в эту область, так как они экранируются струями, выбрасываемыми из отверстий также и в стороны электродов. Образование таких струй связано с интенсивным испарением материала стенок

и быстрым нагреванием и расширением паров внутри капилляра. Скорость истечения плазменных струй из капилляра может составлять десятки километров в секунду [3]. Характерной особенностью сверхзвуковых струй является то, что при их отскоке [4], а также при набегании на неподвижные преграды [5, 6] происходит образование ударно сжатых областей плазмы.

С целью выяснения роли взаимодействующих плазменных струй на процессы, развивающиеся в канале разряда, нами были получены спектры плазменного образования по сечению, перпендикулярному оси канала на различных расстояниях от капилляров (рис. 1).

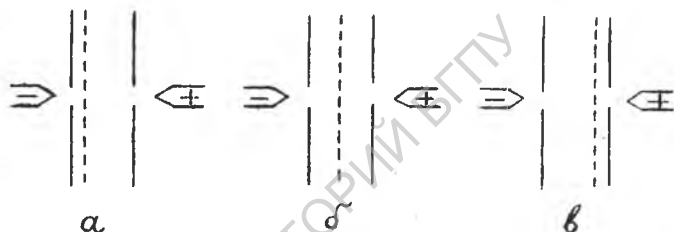


Рис. 1. Схема расположения электродов и капилляров.
Пунктирная линия - линия наблюдения.

Расстояние между локализирующими пластинами было 1 мм, расстояние от электрода до капилляра - 1,5 мм.

На рис. 2 представлено распределение интенсивности спектральных линий ионов кислорода для различных зон наблюдения. Как видно из рисунка, характер высвечивания различных спектральных линий в разных зонах наблюдения не одинаков. Особенно существенными являются изменения для линии $\text{OI } 3390$. Эта линия имеет максимум, расположенный на границе канала, при наблюдении по центру. Область высвечивания линии $\text{OI } 3390$ далеко выходит за пределы канала ($z \approx 3,6$ мм). При приближении к положительному электроду максимум интенсивности этой линии смещается к оси канала и уменьшается по величине, область высвечивания ее сокращается ($z \approx 3,0$ мм). Вблизи катода максимум интенсивности линии $\text{OI } 3390$ равно уменьшается и становится размытым. Свечение этой

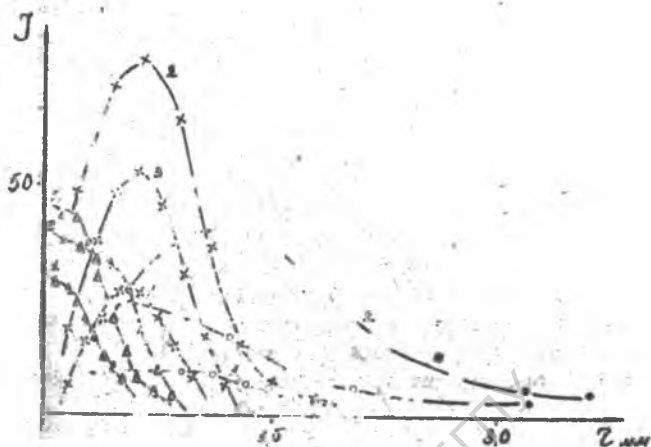


Рис. 2. Распределение интенсивности спектральных линий OII 3047 (—•—), OIY 3063 (---△---) и OII 3047 (· · ·). Кривые (1) - вблизи катода; (2) - в центре; (3) вблизи анода.

линии обрывается сразу же за каналом ($Z \approx 1,5$ мм). Положение максимумов линии OII 3047 почти не изменилось, лишь уменьшилось по величине. Аналогичные изменения имеют место и для линии OIY 3063. Все это говорит о том, что во всех этих трех зонах различий температурный режим. Очевидно, температурный режим в канале зависит от физических процессов, имеющих место за пределами канала.

Сверхзвуковые плазменные струи, выброшенные из капилляров, сталкиваются и образуют ударно сжатые области плазмы, отличающиеся от других зон повышенной плотностью. Такие области обладают сильной поглощательной способностью. На рис. 3 представлены кривые распределения интенсивности SN 3883 для различных зон наблюдения.

Во всех зонах наблюдения имеет место максимум интенсивности молекулярных полос ($Z \approx 7 + 8$ мм). При приближении к каналу наблюдается сильное поглощение молекулярных полос. Интенсивность их падает практически к нулю. Зоны поглощения в различных областях пространства разные. В центральной части полное поглощение наблюдается на расстоянии $Z \approx 2,60$ мм от оси канала, вблизи катода -

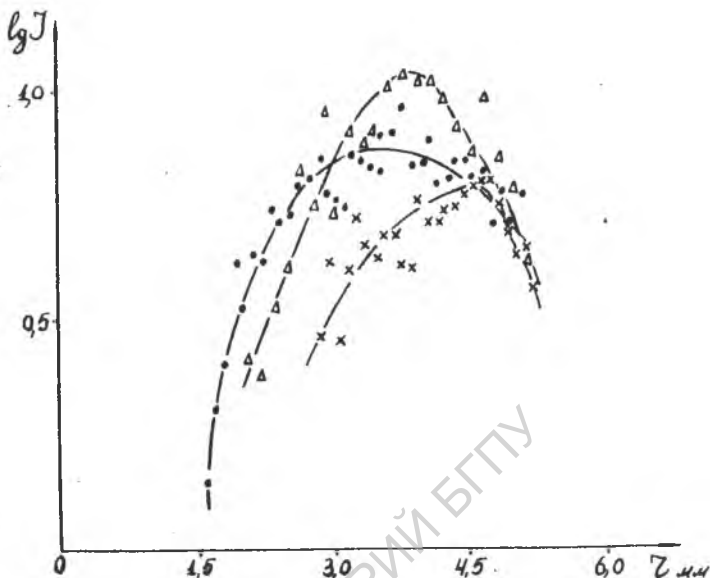


Рис. 3. Распределение интенсивности канта полосы CN 3883. (•) - вблизи катода; (x) - по центру; (Δ) - вблизи анода.

$z \approx 1,53$ мм, возле анода - $z \approx 2,08$ мм. Аналогичная картина наблюдается и для линии Cn 3247. Эти результаты говорят о том, что области повышенной плотности располагаются на различных расстояниях от канала. Вблизи катода они ближе примыкают к каналу. Этим самым обеспечивается более интенсивный отвод тепла от канала в этой зоне, что приводит к понижению температуры плазмы внутри канала. Положение ударно сжатых областей оказывает влияние на максимальную температуру плазмы, а также на градиент ее внутри канала.

Л и т е р а т у р а

1. Вондарь В.А., Киселевский Л.И. ЖПС, 5, 568, 1966.
2. Вондарь В.А., Киселевский Л.А. ЖПС, 5, вып. 3, 1966.
3. Огурцова Н.Н., Подмоленский И.В. Опт. и спектр., 4, 539, 1958.
4. Султанов М.А., Киселевский Л.И. ТЭТ, 4, 392, 1966.
5. Снопко В.Н., Киселевский Л.А. ЖПС, 5, 148, 1966.
6. Снопко В.Н., Киселевский Л.И. ЖПС, 5, 421, 1966.