

НАУЧНЫЙ СОВЕТ АН СССР
"ФИЗИКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ"

НАУЧНЫЙ СОВЕТ АН БССР
"ФИЗИКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ"

АКАДЕМИЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ КОМПЛЕКС
"ИНСТИТУТ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА
ИМЕНИ А.В. ЛЬКОВА АН БССР"

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ
ИМЕНИ Б.И. СТЕПАНОВА АН БССР

ФИЗИКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

ЧАСТЬ III

МАТЕРИАЛЫ
VIII ВСЕСОЮЗНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

*Под общей редакцией акад. АН БССР
О. Г. МАРТЫНЕНКО*



Минск 1991

А. А. Кабанцев, В. Г. Соколов, С. Ю. Таскаев, В. Е. Чуприянов

ГАЗОВАЯ САМОИЗОЛЯЦИЯ ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ СТРУИ

Транспортировка интенсивных плазменных потоков в неоднородных магнитных полях приводит к нетривиальным газоплазменным эффектам. Плазма периферийной области струи, взаимодействуя с окружающим газом, может при некоторых условиях сформировать оболочку из быстрых атомов с достаточной поперечной линейной плотностью. Такой экран защищает в дальнейшем плазменный поток от проникновения внутрь холодного газа. Предлагается следующая схема формирования оболочки (рис. 1). Плазменная струя из газоразрядного источника "течет" в магнитном поле. Характерные параметры: $B \sim 5T$, $n \sim 10^{14} \text{ см}^{-3}$, $T_e \sim 10 \text{ эВ}$, $T_i = 10-50 \text{ эВ}$ [1]. Такая плазма, взаимодействуя с молекулами H_2 , приводит к образованию франк-кондоновских атомов ($E \sim 2 \text{ эВ}$) в результате диссоциации электронным ударом. Длина диссоциации тепловых молекул $n_1 \sim 10^{13} \text{ см}^{-2}$, длина ионизации Ф-К атомов $n_2 \sim 3 \times 10^{14} \text{ см}^{-2}$, а перезарядки на ионах плазмы $n_3 \sim 5 \times 10^{13}$.

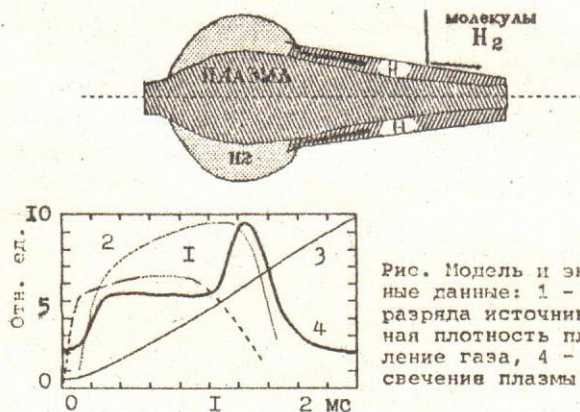


Рис. Модель и экспериментальные данные: 1 - ток дугового разряда источника, 2 - линейная плотность плазмы, 3 - давление газа, 4 - интенсивность свечения плазмы на линии H_{α}

При уменьшении ведущего магнитного поля сечение потока воз-

растает, и, если это расширение плазмы происходит адиабатически ($\lambda_i \gg a$ — характерной длины области расширения), функция распределения ионов $f_i(V)$ анизотропизуется, т.е. $V_{\parallel} \gg V_{\perp}$. В такой ситуации ион плазмы после перезарядки на Φ -К атоме будет лететь вдоль струи (r и s) и формировать оболочку. Длина рассеяния молекулы H_2 на быстрой атоме (т.е. достаточная толщина оболочки) $\lambda_{\alpha 1} = V_{\text{из}} / \sigma V_{\text{и}} \sim 10^{13} \text{ см}^{-2} / 2$. Для струи диаметра ~ 10 см количество вещества в оболочке составляет $< 10\%$ количества плазмы в потоке, и при достаточной плотности молекул водорода ($> 5 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$) в области расширения плазма "наработает" экранирующую оболочку.

Проведено экспериментальное подтверждение предложенного механизма формирования экранирующего атомарного потока. Плазменная струя [1] с вышеприведенными параметрами распространялась в магнитном поле. В области источника $B \sim 8$ Т, через 40 см поле уменьшается до ~ 1 Т и затем равномерно возрастает до 6 Т на длине 150 см. Источник генерирует плазму 1.5 нс, давление водорода в этот момент в области расширения $5 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$. На расстоянии 175 см от источника производились измерения давления окружающего газа, свечения плазмы на линии H_{α} по хордам в поперечном сечении и линейной плотности плазмы по тем же хордам; контролировались также плотность, ионная и электронная температуры. Из приведенных на рисунке кривых видно: интенсивность свечения с появлением плазмы нарастает, затем выходит на плато, в то время как давление газа стремительно растет, т.е. наблюдается эффект экранировки (параметры плазмы не меняются). После выключения в источнике разряда заканчивается генерация быстрых атомов в районе расширения, исчезает защитная оболочка и холодный газ, окружающий плазму, устремляется в её центральную область, что отражено всплеском на приведенной осциллограмме свечения H_{α} .

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кабанцев А.А., Таскаев Э.О. Неравновесная струя газоразрядной плазмы с $T_i > T_e$ // См. наст. сб. С. 11-12.
2. Чернетский А.В., Зиновьев О.А., Козлов О.В. Аппаратура и методы плазменных исследований. — М.: Атомиздат, 1965.