

ВЛИЯНИЕ КОНФИГУРАЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА НАГРЕВ
И УДЕРЖАНИЕ ПЛАЗМЫ В ПРОБКОТРОНЕ

П.И.Блинов, Л.П.Закатов, А.Г.Пляков,
Р.В.Чикин, В.В.Шапкин

Ранее было обнаружено [1], что нагрев плазмы электронным пучком в пробкотроне сильно растет с увеличением пробочного отношения. Дальнейшие эксперименты показали, что нагрев и удержание плазмы существенно зависят от распределения магнитного поля вдоль оси пробкотрона. Эксперимент проводился на установке [2], которая давала возможность работать при двух различных конфигурациях магнитного поля (рис.1).

Пробочное отношение и поле в центре в обоих случаях оставались неизменными.

Плазма с начальной концентрацией 10^{12} см⁻³ готовилась титановым инжектором. В эту плазму инжектировался импульсный пучок

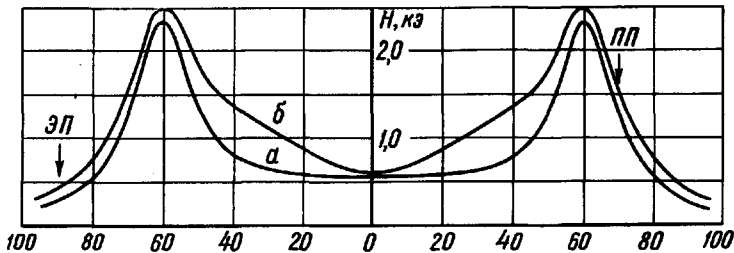


Рис. 1. График распределения магнитного поля ловушки. Стрелками указаны местоположения пучков: электронной (ЭП) и плазменной (ПП)

электронов силой тока I_a , с энергией 10 кВ и длительностью 500 мксек.

Нагрев и распад плазмы изучались по временному ходу энерго- содержания (nT) и концентрации n .

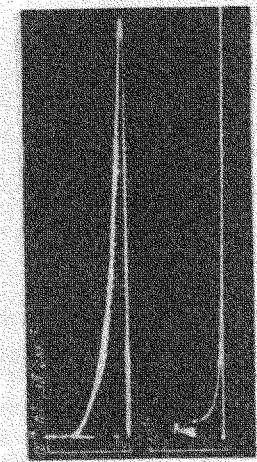


Рис. 2. Сигнал диа- магнитного зонда. Длительность развертки: а - 10 мсек, б - 50 мсек

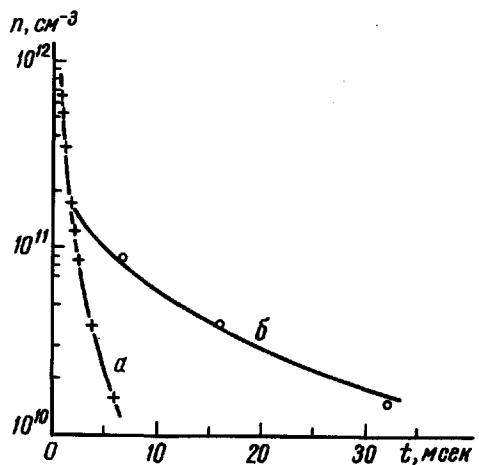


Рис. 3. Распад плазмы при различ- ных конфигурациях магнитного поля

Из рис. 2 видно, что максимальное значение nT при переходе от конфигурации поля с локальными пробками (а) к конфигурации поля

с протяженными пробками (б) возрастает в 1,5 раза. После прекращения инъекции электронного пучка nT для обеих конфигураций поля падает за 50 мксек примерно на одну и ту же величину. Этот быстрый спад связан с уходом холодной плазмы из ловушки. Оставшаяся часть nT , приписываемая горячим электронам, в дальнейшем спадает значительно медленнее, причем влияние конфигурации проявляется еще сильнее.

Давление (nT) горячих электронов для конфигурации поля с протяженными пробками в три раза больше давления горячих электронов для конфигурации с локальными пробками, а спад в 6 раз происходит за 20 мсек, тогда как во втором случае его длительность не превышает 2 мсек.

Электронная концентрация во времени (рис.3) ведет себя аналогично временному ходу nT . После сравнительно быстрого распада холодной плазмы происходит замедление спада концентрации. Медленный спад концентрации от уровня 10^{11} см⁻³ до уровня 10^{10} см⁻³, обусловленный уходом горячих электронов, происходит за 6 мсек в случае конфигурации с локальными пробками (а). При поле с протяженными пробками (б) это время удлиняется до 30 мсек. Истинное значение концентрации горячих электронов отличается от значения концентрации на рис. 3, так как горячие электроны, ионизуя нейтральный газ, создают заметное количество вторичных электронов. Поэтому наблюдаемая электронная концентрация превышает концентрацию горячих электронов в $(n_0 \langle \sigma v \rangle_{\text{иониз}} \tau_{\text{втор}} + 1)$ раз, где $\tau_{\text{втор}}$ - время ухода вторичных электронов из ловушки, а n_0 - концентрация нейтралов.

О длительном удержании горячих электронов в ловушке с протяженными пробками свидетельствует также тормозное рентгеновское излучение, наблюдаемое в течение 100 мсек.

Таким образом, при переходе от пробкотрона с локальными пробками к пробкотрону с протяженными пробками нагрев и удержание плазмы импульсным электронным пучком возрастает.

Это может быть вызвано не только более эффективной передачей энергии пучка плазме, но и улучшением удержания горячих электронов в поле с протяженными пробками.

В заключение авторы выражают искреннюю признательность А.В.Гордееву и Г.В.Шолину за полезное обсуждение, а также Г.А.Кудинцевой и Г.М.Кузнецовой за любезно предоставленные катоды.

Институт атомной энергии
им. И.В.Курчатова

Поступило в редакцию
6 февраля 1966 г.

Литература

[1] П.И.Блинов и др. Письма ЖЭТФ, 2, 426, 1965.