

ГЕНЕРАЦИЯ МАГНИТНО-ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ В ТОКАМАКЕ ТО-1

Н. В. Иванов, И. А. Кован, Е. В. Лось

В связи с перспективой применения магнитно-звукового резонанса [1] для дополнительного нагрева плазмы в Токамаке изучается возможность возбуждения собственных колебаний плазменного шнура с использованием высокочастотного усилителя, охваченного обратной связью через плазму. В отличие от методов, в которых источником колебаний служит независимый генератор с фиксированной частотой, данный способ позволит вводить энергию в плазму при достаточно широкой перестройке собственной частоты.

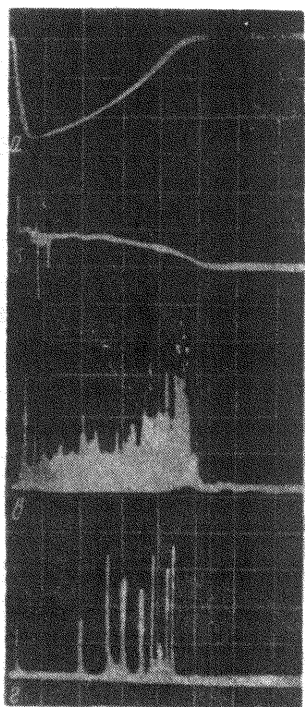


Рис. 1. Осциллограмма разряда в водороде, скорость развертки 2 мсек/дел: а — ток разряда, максимальное значение тока 10 кА; б — напряжение на разряде, чувствительность 20 в/см; в — сигнал с магнитного зонда; г — сигнал с выхода усилителя

Эксперименты по генерации магнитно-звуковых колебаний проводились на Токамаке ТО-1 [2]. Для раскачки колебаний в плазме использовался петлевой возбудитель, введенный через боковой патрубок лайнера и создающий продольную по отношению к оси шнура компоненту высокочастотного магнитного поля. Петля не охватывала плазменный шнур и располагалась в тени диафрагмы. Обратная связь осуществлялась с помощью магнитного зонда той же поляризации, размещенного в диаметрально противоположном сечении лайнера.

Предварительно был исследован спектр собственных колебаний плазменного шнура. Для этого на возбудитель подавалось напряжение от независимого генератора, работающего в стационарном режиме на

частоте 50 МГц . Сигнал, принимаемый магнитным зондом, после усиления и детектирования поступающий на осциллограф. При изменении во времени концентрации плазмы, контролируемой интерферометрами на длинах волн 2 и 8 мкм , наблюдалось последовательное возбуждение линий спектра пространственных гармоник. Осциллограмма сигнала с магнитного зонда, иллюстрирующая этот результат, показана на рис. 1, а совместно с осциллограммами тока и напряжения разряда.

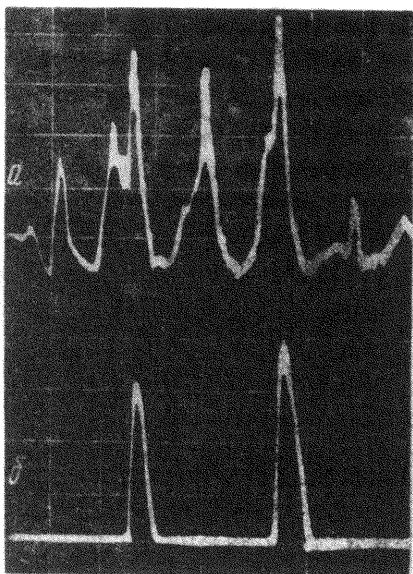


Рис. 2. Развертка участка спектра после задержки на 8 мек относительно начала разряда, скорость развертки 100 мсек/дел . а — сигнал с магнитного зонда; б — сигнал с выхода усилителя

По ширине линий спектра определялась добротность плазменного резонатора, которая зависела от параметров плазмы и типа колебаний. Участок спектра, полученный при большей скорости развертки, приведен на рис. 2а. В этом спектральном интервале величина добротности отдельных резонансных максимумов достигает значения $Q \approx 250$ при амплитуде высокочастотного магнитного поля, не превышающей $0,1 \text{ э}$.

Большая величина добротности плазменного резонатора позволила осуществить самовозбуждение колебаний с применением обратной связи. С этой целью магнитный зонд и возбудитель соединялись между собой через узкополосный усилитель, работающий на частоте 50 МГц и имеющий полосу пропускания 100 кГц . Сигнал генерации, возникающий на выходе усилителя, после детектирования подавался на осциллограф.

Эффект генерации показан на рис. 1, а и 2, б. Как видно из этих осциллограмм самовозбуждение происходит не на всех линиях спектра. Это объясняется тем, что для генерации даже при достаточном усилении в цепи обратной связи должны выполняться фазовые соотношения.

Применение широкополосного усилителя позволяет поддерживать генерацию выбранного типа колебаний при значительном изменении его частоты. Результаты этих экспериментов будут приведены в следующей нашей работе.

Поступила в редакцию
28 июля 1971 г.

Литература

- [1] И.А.Кован, А.М.Спектор. ЖЭТФ, 53, 1278, 1967.
 - [2] Л.И.Артеменков и др. Эксперименты по равновесию в Токамаке ТО-1 без кожуха с применением обратных связей. Труды IV Международной конференции МАГАТЭ по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу 1971 г., С-28/с-з.
-