Стабилизация винтовой неустойчивости токонесущей плазмы со сверхкритической плотностью тока в установке ГОЛ–3

А.В. Судников1,2, А.В. Бурдаков1,3, В.С. Бурмасов1, Л.Н. Вячеславов1,2, Д.Е. Гавриленко1,3, И.А. Иванов1,2, А.А. Касатов1,2, К.И. Меклер1, С.В. Полосаткин1, С.С. Попов1,2, В.В. Поступаев1,2, А.Ф. Ровенских1, С.Л. Синицкий1,2, В.Д. Степанов1,2

1Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск  
2Новосибирский национальный исследовательский государственный университет  
3Новосибирский государственный технический университет, [A.V.Sudnikov@inp.nsk.su](mailto:A.V.Sudnikov@inp.nsk.su)

Установка ГОЛ–3 является многопробочной открытой ловушкой, нагрев плазмы в которой осуществляется за счёт коллективной релаксации релятивистского электронного пучка. Как было показано в [1], возбуждаемая пучком турбулентность приводит к появлению аномальной резистивности плазмы и появлению зоны, формально неустойчивой по Крускалу-Шафранову с *q*(0) = 0.35 – 0.5, в приосевой области плазмы. Критическая плотность тока для условий ГОЛ–3 составляет 400 А/см2. Плазма в целом остаётся устойчивой.

Для диагностики возмущений распределения токов применялся набор локальных датчиков азимутального магнитного поля, установленных в трёх различных точках по длине установки. В одном из сечений определялся модовый состав азимутальных возмущений магнитного поля. Продольные волновые числа возмущений определялись по корреляции сигналов в различных сечениях установки.

Был проанализирован большой массив экспериментальных данных, относящихся к разным режимам работы установки. Было обнаружено 4 выстрела, завершившихся быстрым развитием МГД-неустойчивости и срывом. Во всех четырёх случаях ток пучка не был в достаточной степени скомпенсирован обратным плазменным током; такой режим работы установки был вызван случайными сбоями в работе экспериментальной аппаратуры. В этих выстрелах амплитуда возмущений нарастает до величины 2 см, вплоть до касания плазменным шнуром стенки вакуумной камеры.

В стандартном экспериментальном режиме амплитуда возмущений не превосходит 0.3 – 0.5 см. При этом приосевая область плазмы имеет *q(r)* < 1, но развитие неустойчивости стабилизируется широм магнитного поля.

Динамика фазы наиболее крупномасштабных «медленных» возмущений в целом остаётся неизменной в сравнении с инжекцией пучков в предварительную плазму. За время инжекции пучка производится порядка одного оборота токовых возмущений вокруг оси установки. Характерные угловые скорости при рассмотрении одинаковых газовых условий и ведущих магнитных полей совпадают для выстрелов с предварительной плазмой и без таковой.

Была обнаружена хорошая продольная корреляция возмущений, соответствующих первой азимутальной моде. Сдвиг фазы составляет 0,57 м-1 , что при длине системы 12 м отвечает продольному волновому числу *n* = 1.

Указанное поведение позволяет сделать вывод о развитии изгибной неустойчивости во всех режимах инжекции сильноточного релятивистского электронного пучка; шир магнитного поля снижает максимальную амплитуду данной неустойчивости до безопасных величин.

Литература

1. Postupaev V.V., et al., Fus. Sci. Technol. 2005. Vol.47, No.1T. P.84-91.