о природе осесимметричных осцилляций, инициированных отрицательным током в стеллараторе л-2м

Д.Г. Васильков1,2, Ю.В. Хольнов1, С.В. Щепетов1

1Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия,
 vasilkov@fpl.gpi.ru,
2Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва,
 Россия

В работе исследовалось влияние индукционного тока на удержание плазмы, создаваемой ЭЦР-импульсом в магнитной ловушке стеллараторного типа. В плазменных разрядах с мощностью ЭЦ-нагрева ~200 кВт и средней концентрацией 1 – 2⋅1019 м–3 при возбуждении индукционного тока 5 кА ≤ │*J*│ ≤ 16 кА возникают многоосевые магнитные структуры. Направление и величина тока были выбраны таким образом, чтобы суммарный угол вращательного преобразования µ уменьшался и менял знак внутри плазменного шнура (так называемый отрицательный ток). При увеличении амплитуды индуцированного тока поверхность с нулевым значением µ увеличивает свой радиус, перемещаясь от магнитной оси к краю плазмы. В тороидальной геометрии такая магнитная конфигурация топологически неустойчива. В плазме конечного давления происходит дальнейшая модификация магнитной конфигурации с возможностью образования магнитных островов с размерами, соизмеримыми с малым радиусом поверхностей [1].

Измерения магнитными зондами показали, что при значениях «отрицательного» тока больше 10 кА наблюдаются вспышки интенсивных МГД колебаний в области частот несколько кГц. Обнаружено, что отрицательный ток как средство уменьшения электромагнитной турбулентности за счет увеличения шира полезен лишь при малых значениях (│*J*│ ~ 6 кА). При увеличении │*J*│ средний уровень магнитных флуктуаций на стационарной части разряда медленно растет. При выключении ЭЦ нагрева и неизменном полном токе (при остывании плазмы) наблюдается отрезок времени, когда амплитуда флуктуаций магнитного поля возрастает [2].

На начальной стадии разряда, когда полный ток еще не установился и возрастает по абсолютной величине, обнаружено достаточно большое возмущение *m* = 0, *n* = 0 в диапазоне частот 1 – 3 кГц. Когерентных трехмерных мод (например, двойных тиринг-мод), которые могут сопровождать быстрое проникновение тока в плазму, не наблюдается. Аксиально-симметричные возмущения с *m* ≠ 0 возникают в части разрядов при │*J*│ = 9 кА, а при │*J*│≥ 10 кА осцилляции наблюдаются в каждом разряде. Их частота оказывается порядка 10 кГц, длительность 4 – 6 мс. Аксиально-симметричных возмущений в диапазоне 5 кА ≤ │*J*│ ≤ 16 кА с *m* = 1 не обнаружено. Отсутствие осцилляций с *m* = 1 и малая величина внешнего магнитного поля для возмущения *m* = 2 приводят к выводу, что магнитный остров в радиальном направлении оказывается субсантиметрового размера. Показано, что при достаточно большом по модулю отрицательном токе область неустойчивости (по отношению к идеальным и резистивным перестановочным модам) возникает в центральной области плазменного шнура. Оцениваются изменения топологии магнитных поверхностей. Рассматриваются различия во влиянии отрицательного тока на удержание в токамаках и стеллараторах.

Литература

1. Д.К. Акулина и др., 2008,Физика плазмы, т.34, с.1059-1070.
2. С.В. Щепетов, Ю.В. Хольнов, Д.Г. Васильков, 2015, Физика плазмы, т. 41, с.758-766.