Численное моделирование LH-перехода в токамаке ТУман-3м, инициированного геодезической акустической модой

Л.Г. Аскинази, А.А. Белокуров

ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия, belokurov@mail.ioffe.ru

Геодезическая акустическая мода (ГАМ, GAM) представляет собой специфический вид низкочастотных колебаний радиального электрического поля и электронной концентрации, возникающих в тороидальной плазме. ГАМ, не участвуя непосредственно в переносе вещества и энергии, тем не менее, создает сильную неоднородность радиального электрического поля (т.н. «шир») и скорости поперечного вращения, и тем самым влияет на аномальный перенос, контролируя уровень турбулентности. В отличие от квазистационарного радиального электрического поля, шир *E*r, возникающий под воздействие ГАМ, не постоянен во времени, поэтому возможность инициирования LH-перехода в этом случае не очевидна и требует отдельного исследования.

На токамаке ТУМАН-3М колебания ГАМ регистрировались непосредственно перед омическим LH-переходом с помощью HIBP-диагностики [1] и доплеровской СВЧ-рефлектометрии [2]. После перехода в Н-моду колебания ГАМ не наблюдаются. Является ли ГАМ триггером, запускающим процесс перехода из L- в H-моду, или наоборот, задерживает этот переход, до сих пор однозначно не выяснено.

В ходе численного моделирования эволюции профиля плотности плазмы (для геометрии и характерных параметров токамака ТУМАН-3М) с учетом зависимости коэффициента диффузии от шира радиального электрического поля D=k().D0(r)продемонстрирована возможность инициирования перехода в режим улучшенного удержания локализованной во времени и в пространстве вспышкой геодезической акустической моды. Для этого требуется, чтобы основные параметры ГАМ, такие как частота, амплитуда, радиальная длина волны, находились в определенных пределах. Эти пределы взаимосвязаны и зависят от параметров плазмы, в первую очередь – от ионной температуры. Если параметры ГАМ находятся вне этих пределов (например, амплитуда ГАМ ниже соответствующего порога), инициирования перехода в самоподдерживающуюся Н-моду не происходит, и после завершения вспышки ГАМ происходит возврат системы в исходное состояние плохого удержания – L-моду.

Сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными наблюдений ГАМ в разряде токамака ТУМАН-3М непосредственно перед переходом свидетельствует о том, что параметры ГАМ, наблюдаемые в эксперименте, лежат в области, где возможно инициирование LH-перехода вспышкой ГАМ.

Литература

1. Л.Г. Аскинази, М.И. Вильджюнас, Н.А. Жубр, А.Д. Комаров, В.А. Корнев, С.В. Крикунов, Л.И. Крупник, С.В. Лебедев, В.В. Рождественский, М. Tendler, А.С. Тукачинский, С.М. Хребтов, Эволюция колебаний геодезической акустической моды в разряде с омическим переходом в режим хорошего удержания в токамаке ТУМАН-3М // Письма в ЖТФ − 2012 − Т. 38 − Вып. 6 − Стр. 29-36
2. V.V.Bulanin et al, ГАМ observation in the TUMAN-3M tokamak using Doppler Reflectometry, to be presented on 40th EPS Conference on Plasma Phys, Helsinki, 2013