Режим диамагнитного удержания в линейной оCесимметричной ловушке

1,2Беклемишев А.Д., 1,2Христо М.С.

1Институт ядерной физики им.Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск, РФ,
2Новосибирский государственный университет, Новосибирск, РФ, bekl@bk.ru.

Режим диамагнитного удержания плазмы в линейной ловушке представляет собой предельный случай равновесия, когда диамагнитные токи плазмы большого давления уменьшают внутреннее магнитное поле в некотором объёме, т.е. это предел β>>1 по локальному магнитному полю. Особая роль таких равновесий для удержания следует из того, что при ослаблении локального магнитного поля растёт эффективное пробочное отношение ловушки, в пределе – до бесконечности, а значит, должно увеличиваться продольное время жизни. В то же время очевидно, что без специальных ухищрений обеспечить устойчивость такого равновесия невозможно: в рассматриваемом пределе уже давно предсказано и продемонстрировано развитие как баллонных мод, так и мод, связанных с возможной анизотропией функции распределения. Кроме того, давление плазмы на краю шнура не может быть большим, т.е., улучшенное удержание может действовать не во всём объёме. Таким образом, задача распадается на две: можно ли создать конфигурацию, в которой равновесие с диамагнитным «пузырём» было бы устойчивым, и насколько большим может быть выигрыш по эффективности удержания в этой конфигурации. В работе [1] на основании приближённых аналитических моделей показано, что в пробкотроне с длинным участком квази-однородного поля в центральной части можно рассчитывать на создание и поддержание такого равновесия. Выигрыш по качеству удержания при этом оказывается очень значительным: если продольные потери считать газодинамическими, а поперечную диффузию поля по классической проводимости, то, в отличие от классических ловушек, в такой системе длиной 30 м можно достичь зажигания.

Учитывая важность вопроса, опубликованное в [1] теоретическое обоснование концепции диамагнитного удержания явно недостаточно. Данная работа посвящена развитию и усложнению теоретической модели. В частности учтено, что использованная ранее газодинамическая модель продольного удержания не годится для краевой зоны плазменного шнура, где режим неизбежно будет кинетическим. В результате краевые градиенты уменьшатся, а ожидаемое время жизни значительно увеличится по сравнению с МГД моделью режима. Рассматривается также возможность развития дрейфовых неустойчивостей.

Литература.

1. Beklemishev A.D. Diamagnetic “bubble” equilibria in linear traps //Physics of Plasmas. – 2016. – Т. 23. – №. 8. – С. 082506.