О роли крупномасштабных неустойчивостей в стимулировании транспортных переходов

Щепетов С.В., Васильков Д.Г., Хольнов Ю.В.

Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия, shch@fpl.gpi.ru

Работа состоит из двух частей. В первой части аналитически решена задача о пилинг-моде в плазме, устойчивой относительно критерия Мерсье, с магнитным бугром на краю плазменного шнура [1]. Показано, что корректный учет вакуумной области приводит к тому, что аналитически рассчитанные внутренние пилинг-моды оказываются устойчивыми, а у внешней моды появляется порог по градиенту давления. Аналитические расчеты соответствуют численным расчетам [2]. На основе экспериментов на стеллараторе Л-2М мы указываем на внешнюю пилинг-моду как на неустойчивость, инициирующую переход [3].

Во второй части обсуждается, какие модели наиболее адекватно описывают наблюдаемые в экспериментах явления. В настоящее время принято считать, что большинство неустойчивостей в магнитных ловушках при наличии магнитного бугра и устойчивых в рамках идеальной МГД (магнитной гидродинамики) хорошо описываются в рамках теории резистивных МГД-мод. Здесь показано, что данное мнение не универсально. В ходе экспериментов на стеллараторе Л-2М обнаружена пороговая высокочастотная (70 – 90 кГц) внутренняя электромагнитная мода имеющая пороги по плотности и давлению плазмы. Данная неустойчивость наблюдается при n(0) > 1,5 × 1013 см–3 и <*β*> > 0,12%, где n(0) —значение плотности плазмы, усредненное по центральной хорде и <*β*> — отношение газокинетического давления плазмы к магнитному давлению, усредненное по объему плазменного шнура. Мода наблюдается в разрядах, в которых как встречаются, так и отсутствуют транспортные переходы. В более низкочастотной области спектра также найдены явления, не укладывающиеся в рамки теории резистивных перестановочных мод. Данные эксперименты анализируются на основе упрощенных оценок и моделей.

Литература

1. Shchepetov S.V. Plasma Phys. Control. Fusion. 2016. V. 58. P114002
2. Михайлов М.И., Щепетов С.В., Нюренберг К. и Нюренберг Ю. Физика плазмы. 2014. Т. 40. C. 887.
3. Shchepetov S.V., Kholnov Yu.V., Fedyanin O.I., Kuznetsov A.B., Vasilkov D.G., Akulina D.K., Batanov G.M., Gladkov G.A., Grebenshchikov S.E. and Meshcheryakov A.I. Plasma Phys. Control. Fusion. 2008. V. 50. P. 045001.