Инициирование перехода в режим улучшенного удержания при колебаниях предельного цикла в токамаке Глобус-М [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Белокуров А.А., 1Аскинази Л.Г., 1Гусев В.К., 1Киселев Е.О., 1Курскиев Г.С., 2Петров А.В., 1Петров Ю.В., 2Пономаренко А.М., 1Толстяков С.Ю., 2Яшин А.Ю.

1ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия, [belokurov@mail.ioffe.ru](mailto:belokurov@mail.ioffe.ru)   
2СПбПУ, Санкт-Петербург, Россия

Исследование возможности инициирования L-Н перехода, т.е. перехода в режим улучшенного удержания с подавленным турбулентным переносом на периферии (Н-моду) в токамаке является важной задачей физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза. Подавление турбулентности достигается за счет сильно неоднородного радиального электрического поля [1].

Помимо инициирования L-H перехода под влиянием внешнего возмущения радиального электрического поля, возможно развитие в плазме процессов, при которых такое поле возникает самосогласованно, например, зональные потоки [2]. При зональных потоках формируются узкие радиальные слои плазмы с полоидальным вращением в противоположные стороны, в результате чего на границе слоёв сильно неоднородное радиальное электрическое поле способно приводить к подавлению турбулентности. Эффект подавления и возможность инициирования L-Н перехода зависят при этом от пространственных и временных характеристик колеблющегося электрического поля [3].

Переходный режим между L-модой и Н-модой, или I-фаза, характеризующийся наличием зональных потоков в виде колебаний предельного цикла (limit cycle oscillations, LCO) наблюдался на многих токамаках [2], в том числе на токамаке Глобус-М [4]. В зависимости от частоты наблюдаемых LCO после I-фазы происходил переход в самоподдерживающуюся Н-моду (при частоте LCO 6 кГц), либо обратный переход в L-моду (при частоте LCO 8.5 кГц). Данный результат согласуется с исследованиями инициирования L-H перехода переменным электрическим полем ГАМ [3], согласно которым меньшая частота переменного во времени Er способствует инициированию перехода в Н-моду.

Для экспериментальных параметров разрядов с LCO в токамаке Глобус-М была построена численная модель, рассчитывающая эволюцию профиля концентрации с нелинейным коэффициентом диффузии, учитывающим подавление турбулентности неоднородным Er. При помощи расчетов, выполненных с помощью данной модели, было показано, что LCO с характеристиками, наблюдаемыми в токамаке Глобус-М, могут приводить к инициированию L-H перехода. При этом действительно реализуется ситуация, соответствующая эксперименту: колебания меньшей частоты (6 кГц) инициируют переход в Н-моду, в то время как колебания большей частоты (8.5 кГц) не приводят к инициированию L-H перехода.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект 18-72-10028).

Литература

1. Itoh S-I. and Itoh K. 1988 Phys. Rev. Lett. 60 2276
2. Schmitz L. et al 2017 Nucl. Fusion 57 025003
3. Askinazi L.G. et al 2017 Plasma Phys. Control. Fusion 59 014037
4. A.Yu. Yashin et al 2018 Nucl. Fusion 58 112009

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Mu/en/BP-Belokurov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)