Определение коэффициента переноса энергии в самоорганизованной плазме токамака [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Касьянова Н.В., 1Разумова К.А.

1НИЦ «Курчатовский Институт», Москва, Россия, Kasyanova\_NV@nrcki.ru
2МФТИ (ГУ), Долгопрудный, Россия

Многочисленные эксперименты, проведенные на различных токамаках (как с лимитерной, так и с диверторной конфигурацией плазмы) показали, что во всех наблюдаемых режимах (кроме области транспортных барьеров) нормированный профиль давления оказывается одинаковым, вне зависимости от размера установки и способа нагрева плазмы [1]. Существование самосогласованного профиля давления связано с самоорганизацией турбулентной плазмы. Нелокальные процессы переноса тепла и частиц, протекающие в самоорганизованной плазме, не могут быть описаны с помощью линейных зависимостей, связывающих локальные значения градиентов температуры и концентрации с соответствующими потоками тепла и частиц. В настоящей работе для описания самоорганизованной плазмы используется подход неравновесной термодинамики [2]. В рамках этого подхода предполагается, что устойчивые самосогласованные профили давления соответствуют минимуму свободной энергии. При вынужденных отклонениях от равновесия происходит его дальнейшая релаксация к равновесному состоянию, которое описывается уравнением Смолуховского.

Проведенные на токамаке Т-10 эксперименты с напуском примесных газов в режимах с омическим и ЭЦР нагревом показали, что удержание энергии зависит от радиационных потерь на периферии. Энергосодержание плазмы сначала растет с ростом радиационных потерь, а затем выходит на насыщение. Аналогичная зависимость времени удержания от концентрации была получена в омическом режиме (нео-Алкаторный скейлинг), которая также связана с увеличением радиационных потерь в плазме с ростом концентрации [3].

Релаксация профиля давления при возмущении описывается уравнением энергобаланса [2], в котором коэффициент переноса может быть записан в виде: κ = θ(χ0+χ1). Слагаемое χ0 определяет минимальное значение коэффициента переноса, когда нагрев плазмы осуществляется в соответствии с самосогласованным профилем давления. Второе слагаемое χ1(Γ1) зависит от потока тепла Γ1, возмущающего профиль давления. При росте радиационных потерь снижается тепловой поток Γ1 в области охлаждения плазмы, коэффициент переноса на периферии плазмы уменьшается, пока не достигнет минимального значения κ = θχ0. В результате энергосодержание плазмы растет и достигает уровня насыщения Wsat, при этом зависимость уровня насыщения энергосодержания от параметров плазмы определяется коэффициентом θ~p0β0/qL.

В работе определяется коэффициент χ0 в режимах, в которых энергосодержание плазмы достигает уровня насыщения Wsat. Показано, что в основной части плазмы (8 см < r < 21 см) коэффициент переноса χ0 не зависит от радиуса.

Литература

1. Razumova K.A., et al Nucl. Fusion. 49 (2009) 065011
2. Дябилин К.С., Разумова К.А. Физика плазмы, 2015, т. 41, с. 747
3. Разумова К.А, и др. Физика плазмы, 2017, т. 43, с. 879
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Mu/en/AL-Kasyanova_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)