

## АНАЛИЗ УЛУЧШЕНИЯ УДЕРЖАНИЯ ЭНЕРГИИ В ОМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕ T-10 ПРИ СНИЖЕНИИ НАПУСКА ГАЗА <sup>\*)</sup>

Тимченко Н.Н.

РНИЦ «Курчатовский институт», [ntltrimchenko@gmail.com](mailto:ntltrimchenko@gmail.com)

Эффект улучшения удержания энергии при снижении напуска газа наблюдался ранее в экспериментах на токамаке T-10. Как показали исследования, в том числе и на других токамаках [1], этот режим улучшенного удержания носит переходный характер и в стационарном состоянии самостоятельно не поддерживается. Для получения этого эффекта в квази-стационарном режиме в работе [2] предлагается использовать периодическую инжекцию пеллет рабочего газа. Как показали эксперименты на стеллараторах LHD и W7-X, после инжекции пеллеты релаксация в плазме происходит с пикированием плотности, последующей самоорганизацией плазмы и переходом в режим улучшенного удержания при снижении плотности плазмы. Для оптимизации предложенного способа получения такого квази-стационарного режима улучшенного удержания в работе [2] указывается на необходимость проведения исследований нелинейной динамики профилей основных параметров, которая определяет отклик плазмы после инжекции пеллеты.

В настоящем докладе представляются результаты экспериментов, в которых эффект улучшенного удержания энергии был получен при снижении напуска газа в ОН режимах токамака T-10. После снижения величины газонапуска начинается переход в режим улучшенного удержания, который сопровождается ростом центральных значений плотности  $n_e(0)$  и температуры  $T_e(0)$ ,  $T_i(0)$ , увеличением энергетического времени жизни  $\tau_E$  и увеличением выхода нейтронов. Как показывает анализ эволюции профилей температуры и плотности, снижение газонапуска вызывает возмущение плотности на периферии и нелинейный отклик плазмы. Согласно измерениям характеристик турбулентности с помощью корреляционного рефлектомера, переход в режим улучшенного удержания сопровождается сменой доминирующей неустойчивости ITG на неустойчивость TEM. Дальнейшая эволюция параметров плазмы продолжается более 50 мсек, в течение которых происходит перестройка профилей температуры и плотности, сопровождающаяся увеличением  $\tau_E$ . Перестройка профилей заканчивается бифуркацией режима, сменой доминирующей неустойчивости, снижением плотности и потерей эффекта улучшенного удержания. Анализ показывает нелинейный характер динамики профилей  $T_e(r)$  и  $n_e(r)$  и их самоорганизацию. В докладе приводятся результаты расчетов транспортных потоков и коэффициентов переноса частиц и тепла в ионной и электронной компонентах в рассматриваемом переходном режиме, выполненных с помощью кода ASTRA.

### Литература

- [1]. X. Soldner et al., “Improved Confinement in High-Density Ohmic Discharges in ASDEX”, PRL, **61**, 9 (1988)
- [2]. A.Dinklage, A.Alonso, J.Baldzuhn, H.Bouvain, J.De La Riva Villen, O.Ford, K.Hammond, G.Motojima, R.Sakamoto, N.Tamura, R.C.Wolf, the W7-X team, the LHD experiment team, “Controlling performance bifurcations in laser stellarator” //in Proceedings of 29<sup>th</sup> IAEA FEC conference EX/5-3. London, 2023.

<sup>\*)</sup> [DOI – тезисы на английском](#)