Моделирование эволюции турбулентных транспортных процессов и энергетического времени жизни в токамаках при включении и выключении ЭЦР нагрева, сравнение с экспериментами на Т-10

В.П. Пастухов, Д.В. Смирнов

НИЦ «Курчатовский институт», г.Москва, Россия, Smirnov\_DV@nrcki.ru

С помощью относительно простой модели турбулентности плазмы в центральной области плазмы токамака, основанной на адиабатически-редуцированных уравнениях магнитной гидродинамики[1-3], исследуется турбулентная конвекция, результирующий недиффузионный транспорт и соответствующее время удержания энергии в режимах токамака Т-10 с дополнительным нестационарным нагревом. В частности, рассматриваются режимы с включением и выключением центрального ЭЦР нагрева.

Показано, что известные скейлинги для глобального энергетического времени жизни плазмы τE можно связать с эффективным временем удержания энергии в SOL (scrape-of-layer). Как правило, эксперименты на токамаках демонстрируют степенную зависимость τE в стационарных состояниях от полной вводимой мощности нагрева QE. Из соотношения *τE ≡3V<nT>/2QE∝(QE)-α*, где V – объём центральной части плазмы, n – плотность плазмы, T – температура плазмы, угловые скобки обозначают усреднение по объёму, следует, что *QE∝(<nT>)1/(1-α)*. Поток тепла через внешнюю границу центральной области qE|ρ=a в стационаре равен вводимой мощности нагрева. Наши предыдущие моделирования показывают, что турбулентная конвекция поддерживает самосогласованный профиль давления, из чего можно предположить, что значение давления на внешней границе центральной области почти пропорционально среднему давлению по объёму. Исходя из этих соображений, в моделировании используются граничные условия *qE|ρ=a∝(nT)1/(1-α)|ρ=a*, которые могут быть интерпретированы, как соответствующие степенные скейлинги для эффективного времени удержания в SOL.

Литература

1. V.P. Pastukhov and N.V. Chudin, JETP Letters, 2009, 90, 651.
2. V.P. Pastukhov, N.V. Chudin and D.V. Smirnov, Plasma Physics and Controlled Fusion, 2011, 53, 054015.
3. V.P. Pastukhov and D.V. Smirnov, Proc. 39 EPS Conf. & 16th Int. Congress on Plasma Physics (Stockholm, Sweden, 2012), ECA vol. 36F, P4.065, http://ocs.ciemat. es/ epsicpp2012pap/pdf/ P4.065.pdf