ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА «DENSITY PUMP-OUT» ПРИ ЦЕНТРАЛЬНОМ ЭЦР НАГРЕВЕ НА ТОКАМАКЕ Т-10

В.Ф. Андреев, А.А. Борщеговский, Е.П. Горбунов, Т.Б. Мялтон, И.Н. Рой, Д.С. Сергеев, В.В. Чистяков

ИФТ КЦЯТ НИЦ “Курчатовский институт”, Москва, Россия, roma@nfi.kiae.ru

Дополнительный вынос частиц из зоны ЭЦР нагрева на периферию, так называемый эффект “density pump-out”, наблюдался экспериментально в разных режимах на многих токамаках [1, 2] и стеллараторах [3, 4]. Однако физические механизмы, которые бы объяснили этот эффект до сих пор не выяснены.

В данной работе приводятся результаты экспериментов по исследованию эффекта «density pump out» от параметров плазмы при центральном ЭЦР нагреве (2 гиротрона 130 ГГц, магнитное поле BT=2.33 Тл) на установке Т-10 (*a*=0,3м, *R*0=1,5м). Схема экспериментов была следующей. При фиксированном токе плазмы и плотности на стационаре включался ЭЦР нагрев. Находилось максимальное изменение плотности плазмы (хордовой, локальной) на омической стадии и после включения нагрева. Плотность измерялась с помощью микроволнового интерферометра (8 каналов) и лазерного интерферометра (7 каналов). Локальная плотность восстанавливалась из решения задачи абелизации.

Эффект “density pump-out” исследовался от следующих параметров плазмы.

1) Средней плотности плазмы. Фиксировался ток плазмы IP=180 кА, IP=220 кА, IP=250 кА и мощность ЭЦР нагрева PECRH~1.1 МВт и от разряда к разряду изменялась средняя плотность в диапазоне <ne>1.43.3·1019 m-3. Показано, что с ростом средней плотности эффект “density pump-out” растет до некоторого критического значения плотности <necr>, начиная с которого вынос плотности из зоны ЭЦР нагрева уменьшается.

2) Мощности центрального ЭЦР нагрева. Фиксировался ток плазмы IP=180 кА, IP=220 кА, IP=250 кА, мощность ЭЦР нагрева PECRH~0.55 МВт и PECRH~1.1 МВт и от разряда к разряду изменялась средняя плотность плазмы в диапазоне <ne>1.53.3·1019 m-3. Показано, что с ростом мощности центрального ЭЦР нагрева эффект “density pump-out” возрастает.

3) Полного тока плазмы (величины коэффициента запаса устойчивости на границе). Фиксировалась средняя плотность плазмы на стационарной стадии разряда перед включением центрального ЭЦР нагрева <ne>2.7 и <ne>3.5, мощность нагрева PECRH~1.1 МВт, а полный ток в плазме изменялся от разряда к разряду в диапазоне IP=180300 кА. Было показано, что с ростом полного тока плазмы эффект “density pump-out” уменьшается.

4) От величины газонапуска на границе плазмы. Показано, что дополнительный газонапуск влияет только на амплитуду изменения плотности, но не влияет на функциональную зависимость эффекта “density pump-out” от параметров плазмы.

5) От состояния стенок токамака и диафрагмы. Показано, что состояние стенок камеры и диафрагмы влияет только на амплитуду изменения плотности, но не влияет на функциональную зависимость эффекта “density pump-out” от параметров плазмы.

Работа выполнена при поддержке Росатома ГК №Н.4х.44.90.13.1101 от 13.05.2013 г.

Литература

1. TFR Group – Nucl. Fusion, 1985, vol.25, p.1011.
2. Erckmann V. and Gasparino U. – Plasma Phys. Control. Fusion, 1994, vol.36, p.1869.
3. Renner H. et al – Plasma Phys. Control. Fusion, 1989, vol.31, p.1579.
4. Stroth U. et al – Phys. Rev. Lett., 1999, vol.82, p.928.