Эволюция турбулентных флуктуаций плотности при нестационарном ЭЦР нагреве плазмы в последовательности микроволновых импульсов на стеллараторе Л-2М

Батанов Г.М.1, Борзосеков В.Д.1,2, Колик Л.В.1, Кончеков Е.М.1,2, Малахов Д.В.1,2, Петров А.Е.1,2, Сарксян К.А.1, Степахин В.Д.1,2, Харчев Н.К.1,3

1Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия,  
 [borzosekov@fpl.gpi.ru](mailto:borzosekov@fpl.gpi.ru)  
2Российский национальный исследовательский медицинский университет   
 им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия  
3НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, [nrcki@nrcki.ru](mailto:nrcki@nrcki.ru)

Эксперименты по нестационарному электронно-циклотронному резонансному (ЭЦР) нагреву плазмы последовательностью микроволновых импульсов были выполнены на стеллараторе Л-2М при центральном ЭЦР нагреве при импульсной мощности 0.4 МВт. В этих экспериментах варьировалась как длительность импульсов нагрева (1.0, 2.5 или 4.0 мс) так и длительность интервалов между импульсами (2.5 или 4.0 мс). Средняя плотность плазмы составляла 2.0-2.2⋅1013 см-3, а температура электронов в центре порядка 0.5 кэВ. Турбулентные флуктуации плотности с *k* = 30 см-1 регистрировались по обратному рассеянию излучения греющего плазму гиротрона – источника мощного микроволнового излучения. Флуктуации с *k* = 20 см-1 регистрировались по рассеянию излучения гиротрона на угол *π*/2, а длинноволновые флуктуации с *k* = 1 см-1 по малоугловому рассеянию излучения гиротрона [1-3].

Рассеяние назад необыкновенной (Х-) волны показывает, что в начале каждого импульса ЭЦР нагрева существует всплеск турбулентных флуктуаций плотности продолжительностью 1-2 мс, а затем регистрируется падение уровня флуктуаций в 2-3 раза. Аналогичную картину эволюцию уровня флуктуаций демонстрирует и брэгговское рассеяние на *π*/2 и малоугловое рассеяние. В случае измерения рассеяния на π/2 обыкновенной (О-) волны вслед за первыми всплесками продолжительностью 1-2 мс регистрируется дополнительный всплеск длительностью 1 мс, а далее наблюдается падение уровня флуктуаций. Увеличение интервала между импульсами ЭЦР нагрева хотя и уменьшает температуру электронов в начале следующего импульса нагрева, но не меняет картину эволюции флуктуаций плотности. Сопоставление эволюции флуктуаций плотности с поведением температуры электронов и энергии плазмы показывает, что всплески флуктуаций приходятся на период роста температуры и энергии, когда возможны сильные возмущения плотности плазмы из-за увеличения давления в области энерговыделения и образование в этой области крутых градиентов плотности, что должно вести к росту инкрементов дрейфово-градиентных неустойчивостей. Таким образом, временная эволюция турбулентных флуктуаций плотности различного масштаба при нестационарном ЭЦР нагреве, по-видимому, определяется возмущениями плотности, вызванными процессом нагрева. Это находит подтверждение в различиях эволюции рассеяния Х- и О-волн.

Работа выполнена в рамках Программы РАН № I.11 П «Фундаментальные проблемы удержания и нагрева плазмы в магнитных ловушках» и Государственного задания   
№ 01200953485 «Исследование удержания высокотемпературной плазмы в стеллараторах».

Литература.

1. Г.М. Батанов, В.Д. Борзосеков и др. // Инженерная физика, 2013, №10, С.56.
2. G.M. Batanov, M.S. Berezhetskii, V.D. Borzosekov et al. // 44th EPS Conference on Plasma Physics, 26—30 June 2017, Belfast, Northern Ireland (UK), proceedings, P2.154, http://ocs.ciemat.es/EPS2017PAP/pdf/P2.154.pdf.
3. Д.К. Акулина, Г.М. Батанов, М.С. Бережецкий и др. // Физика плазмы, 2008, Т.34, С.1059.