ОТЛИЧИЯ профилей электронНоЙ плотности плазмы стелларатора Л-2М в случае ЦЕНТРАЛЬНОго И НЕЦЕНТРАЛЬНОго ЭЦР-нагрева при высоких вводимых мощностях

Летунов А.А., Воронова Е.В., Гребенщиков С.Е., Логвиненко В.П.

Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия, let@fpl.gpi.ru

В стеллараторе Л-2М для измерения распределения плотности используется субмиллиметровый интерферометр Майкельсона на основе HCN-лазера (337мкм) с семью сферическими зеркалами в вакуумной камере [1]. Любое из этих зеркал может быть включено в оптическую схему интерферометра поворотом внешнего зеркала, позволяя осуществлять измерение фазового набега по определяемой им измерительной хорде. Центральная хорда проходит вблизи магнитной оси, а периферийная углубляется в плазму только до эффективного радиуса r/a  0.8. Изолиниями плотности плазмы в стеллараторе являются достаточно хорошо расчитываемые магнитные поверхности, не имеющие осевой симметрии. Восстановление профилей плотности производилось путём подбора параметров аппроксимирующих функций из некоторого четырехпараметрического семейства[2].

При стандартных для стелларатора Л-2М значениях средней концентрации плазмы 1,5-2,5·1013см-3, при мощности ЭЦР-нагрева 100 - 150 кВт профиль плотности электронов является монотонным и хорошо приближается «параболой» - . При таких малых мощностях нагрева средняя по хорде плотность монотонно спадает к периферии. С увеличением мощности профиль уплощается, чему соответствует рост величины p. При центральном нагреве для мощностей > 200 кВт могут проявляться признаки немонотонной зависимости плотности от эффективного радиуса. При мощностях 500  кВт и более средняя плотность, почти одинаковая для центральных хорд, ближе к периферии растет вплоть до последней седьмой хорды. К середине импульса нагрева этот рост становится вполне достоверным, оканчиваясь резким спадом после окончания нагрева. Рост средней по хорде плотности ближе к краю плазмы является однозначным свидетельством наличия «ямы» в центре. С ростом мощности нагрева центральная часть профиля плотности плазмы становится все более плоской и расширяется, а при дальнейшем увеличении вкладываемой мощности профиль становится немонотонным, образуя «яму» в центре [3].

Подобный эффект при центральном ЭЦР нагреве, названный «pump out» эффектом, обнаружен в настоящее время на нескольких установках (в частности, на токамаке Т-10). Но наиболее сильно этот эффект проявляется на Л-2М, что связано, по-видимому, с очень высокими удельными мощностями ЭЦР нагрева.

Эксперименты по нецентральному нагреву при ЭЦР мощности до 750 кВт показали, что смещение зоны резонанса внутрь тора на 1/3 радиуса шнура приводит к существенным изменениям профиля плотности плазмы. Если при центральном нагреве таким мощностям соответствовали распределения с глубоким провалом плотности плазмы в центре, то здесь данные хордовых измерений допускают плоские профили радиального распределения, профили с небольшим центральным провалом или небольшим локальным минимумом в зоне ЭЦР нагрева. Но по семи хордовым измерениям с имеющимися пространственным разрешением и точностью нельзя достоверно различить эти варианты.

Литература

1. Князев А.В., Летунов А.А., Логвиненко В.П., ПТЭ 2004, вып.2, с. 105.
2. Косарев Е.Л., Методы обработки экспериментальных данных. Физматлит 2008.
3. Летунов А.А, Воронова Е.В., Гребенщиков С.Е., Логвиненко В.П.,
4. XLI Международная Звенигородская конференция, Тезисы докладов, стр.73 (2014)