Режим с улучшенным удержанием при инжекции дейтериевых пеллет в плазму токамака т-10 с вольфрамовой и литиевой диафрагмами

Рыжаков Д.В., Павлов Ю.Д., Борщеговский A.A., Горшков А.В., 1Капралов В.Г., Ключников Л.А., Крылов С.В., Мальцев С.Г., Сергеев Д.C.

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва,
 Россия, ryjakovdv@gmail.com
1Санкт-Петербургский политехнический университет им. Петра Великого,
 г. Санкт-Петербург, Россия, kapralov@phtf.stu.neva.ru

Исследования плазменных режимов по улучшенному удержанию энергии и частиц при инжекции дейтериевых пеллет на токамаке Т-10 проводятся в течение длительного времени. За последние несколько лет были проведены ряд экспериментов с пеллет инжекцией с диафрагмами из разных материалов. В экспериментальную кампанию 2015 – 2016 гг. графитовая кольцевая и подвижная диафрагмы были заменены на вольфрамовые и дополнительно была установлена литиевая диафрагма.

В данной работе представлены первые экспериментальные результаты исследования режимов с улучшенным удержанием плазмы в токамаке Т-10 при инжекции дейтериевых пеллет в условиях с вольфрамовой диафрагмой и сравнение их с результатами экспериментов при графитовой диафрагме. В экспериментах использовался модернизированный многоствольный пеллет инжектор (МПИ-8) фирмы Пелин. После модернизации МПИ-8 позволяет инжектировать до 5-ти пеллет диаметром 1 мм и до 3-х диаметром 0,7 мм за разряд, со скоростью пеллет ~0,5 – 0,8 км/с. Вакуумный тракт системы пеллет инжекции был оснащен системой хордовой инжекции, разработанной в СПбПУ, которая позволяет менять полоидальный угол влета пеллет.

Эксперименты с пеллет инжекцией проводились при уже неработающей литиевой диафрагме. Несмотря на это в камере установки присутствовало некоторое количество лития, которое улучшало параметры плазмы по сравнению с плазмой в разрядах при наличии только вольфрамовой диафрагмы. Как и в более ранних экспериментах с графитовой диафрагмой, инжекция дейтериевых пеллет во время дополнительного СВЧ нагрева приводит к улучшению удержания энергии, даже несмотря на значительно более высокий уровень содержания примесей, чем при графитовой диафрагме. Энергетическое время жизни ***τE***, определенное по диамагнитным измерениям, после инжекции пеллет увеличивается в ≥1,5 раза по сравнению с ***τE*** до инжекции. Такое же увеличение энергетического времени наблюдалось и при графитовой диафрагме. На профиле электронной температуры имеются области с повышенным градиентом, что также характерно для внутренних транспортных барьеров, образование которых удалось показать в экспериментах с графитовой диафрагмой. Поведение основных параметров плазмы при вольфрамовой диафрагме аналогично их поведению с графитовой диафрагмой, что, по-видимому, позволяет предполагать наличие внутренних барьеров.

Работа выполнена в рамках контракта с ГК «Росатом» от. 28.03.2016 № Н.4х.44.9Б.16.1021. Работы по системе хордовой инжекции выполнены при поддержке гранта РФФИ №14-02-00697-а.

Литература

1. Yu.D. Pavlov et all. 18th Fusion Energy Conference, IAEA-CN77/EXP/5/17, Sorrento, Italy 2000.
2. Yu.D. Pavlov et all. 28th EPS Conference on Controlled Fusion and Pl.Phys., p4.020, Madera, Portugal, 2001.
3. Yu.D. Pavlov et all. 21th Fusion Energy Conference, IAEA06/EX.P3-11.p.46, China 2006.