

ЭВОЛЮЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА ПЛАЗМЫ В ТОКАМАКЕ ТУМАН-3М ПРИ ИНЖЕКЦИИ КРИОГЕННОЙ ТОПЛИВНОЙ МАКРОЧАСТИЦЫ ^{*)}

Белокуров А.А., Абдуллина Г.И., Аскинази Л.Г., Жубр Н.А., Корнев В.А.,
Лебедев С.В., Разуменко Д.В., Смирнов А.И., Тукачинский А.С., Шергин Д.А.,
Шувалова Л.К.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия, belokurov@mail.ioffe.ru

Инжекция макрочастиц (пеллет) в плазму токамака – один из методов управления удержанием плазмы. Топливные криогенные пеллеты позволяют эффективно доставить большое количество частиц в центральную область плазменного шнура; при испарении пеллеты на периферии формируется область с сильными градиентами электронного и ионного давления, что напрямую влияет на удержание плазмы и может способствовать иницированию перехода в Н-моду – режим улучшенного удержания.

В токамаке ТУМАН-3М ($R=0.55$ м, $a=0.22$ м, $V_T < 1$ Тл, $I_p < 180$ кА) была проведена серия экспериментов с инъекцией криогенной топливной макрочастицы (пеллеты). В рамках экспериментов была исследована эволюция потенциала плазмы центральной и периферийной области плазменного шнура с помощью диагностического пучка тяжёлых ионов (ДПТИ) и ленгмюровских зондов [1].

Пневматический инжектор производства фирмы ПЕЛИН [2] на токамаке ТУМАН-3М позволяет запустить в плазму в тангенциальном направлении (прицельный параметр $R_p=54$ см) до четырёх замороженных топливных пеллет со скоростью 200-600 м/с, испарение сосредоточено в периферийной области $r/a < 0.4$. Для наблюдения испарения пеллеты в плазме использован оптический датчик свечения линии H_α/D_α , диаграмма направленности датчика ориентирована вдоль траектории пеллеты.

Поведение параметров плазмы при испарении пеллеты, наблюдаемое в эксперименте, может свидетельствовать о том, что испарение пеллеты в текущей конфигурации эксперимента приводит к кратковременному (длительностью несколько мс) улучшению удержания, характеризующемуся образованием транспортного барьера на периферии, после чего плазма возвращается в состояние обычного омического удержания. Признаками формирования периферийного транспортного барьера, наблюдаемыми в эксперименте, являются: а) спад локальной концентрации на периферии (снаружи от барьера) при одновременном росте среднехордовой концентрации плазмы; б) спад свечения линии D_α на периферии; в) спад интенсивности высокочастотных флуктуаций, в том числе и наблюдаемых быстрыми магнитными зондами (что регулярно наблюдается при L-N переходе на токамаке ТУМАН-3М). Формирование транспортного барьера сопровождается генерацией периферийного отрицательного E_r , что выражается в эволюции потенциала плазмы в сторону отрицательных значений. Измерение с помощью ДПТИ показывает, что после инъекции пеллеты потенциал спадает относительно реперного разряда (без пеллеты) на величину около 200 В.

Работа стандартных диагностик токамака ТУМАН-3М осуществляется при поддержке гос. контракта ФТИ им. А.Ф. Иоффе FFUG-2024-0028. Эксперименты с инъекцией макрочастицы осуществлены при поддержке гос. контракта ФТИ им. А.Ф. Иоффе 0034-2021-0001. Измерения потенциала плазмы в токамаке ТУМАН-3М обеспечиваются РНФ (проект 22-12-00062).

Литература

- [1]. Белокуров А.А. и др. // Письма в ЖТФ 2024 том 50 вып. 21 стр. 51
[2]. Vinyar I. V. et al // Instr. and Experimental Techniques 2006 49 5 717

^{*)} DOI – тезисы на английском