Ко- и контр-пеллет-инжекция топливных макрочастиц в токамак Т-10

Капралов В.Г., 1Павлов Ю.Д., Боровов А.Е., 1Дремин М.М., 1Крылов С.В., 1Рыжаков Д.В., 1Трубников А.С., Скоков В.Г., Елагин В.В., Харфуш Х.А., Седов К.С.

Санкт-Петербургский политехнический университет им. Петра Великого,
 г. Санкт-Петербург, Россия, kapralov@phtf.stu.neva.ru
1НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, Dremin\_MM@nrcki.ru

В изучении процессов переноса и режимов удержания высокотемпературной плазмы существенное внимание уделяется областям с большими значениями градиентов концентрации и температуры, которые в свою очередь приводят к возникновению сильного радиального электрического поля и увеличивают шир полоидального вращения, что приводит к подавлению определенных механизмов радиального переноса [1 – 3].

Для формирования областей с сильным градиентом концентрации с помощью инжекции макрочастиц необходимо обеспечить длительное и интенсивное испарение макрочастицы вблизи одной и той же магнитной поверхности. Такая ситуация реализуется в случае нецентральной инжекции макрочастиц - по хорде в полоидальном или тангенциальном направлении.

Для токамака Т-10 была разработана система хордовой инжекции, которая устанавливается в диагональный порт +30° (порт подключения инжектора топливных макрочастиц) и позволяет вылетевшие из инжектора макрочастицы отклонять на заданный угол в вертикальной плоскости. Это позволяет осуществить инжекцию с прицельным параметром в диапазоне от –ri до +ri, где ri — радиус для максимального отклонения макрочастиц, приблизительно соответствующий радиусу последней замкнутой магнитной поверхности. Знак прицельного параметра определяет соотношение направлений инжекции и полоидального вращения плазмы. Минус соответствует инжекции в направлении против полоидального вращения (случай контр-пеллет-инжекции), а положительные значения прицельного параметра характеризуют ко-пеллет-инжекцию.

В мае 2016 года на токамаке Т-10 были выполнены первые эксперименты с использованием системы хордовой инжекции. Были выполнены инжекции по центральной хорде, т.е. так, как они выполнялись и ранее, и с отклонением макрочастиц на половину малого радиуса и на максимальное значение. Часть инжекций осуществлялась в режим с ЭЦР нагревом плазмы.

Эксперименты показали более длительное свечение линии Dα в случае инжекции по периферийной хорде по сравнению с центральной инжекцией.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-02-00697-а. Авторы благодарят коллектив установки Т-10 за предоставленные данные и поддержку.

Литература

1. Дрёмин М.М. и др., ВАНТ, Сер. Термоядерный синтез, 2012, вып. 4, с. 58.
2. Капралов В.Г. и др., Письма в Журнал технической физики. 1995. Т. 21. № 6. с. 57.
3. Kapralov V.G. et al., Fusion Science and Technology. 2005. v. 47. № 2. p. 221.