ЗАвисимость ионной теплопроводности от параметров плазмы токамака т-10

Нургалиев М.Р.1, Крупин В.А.1, Ключников Л.А.1, Немец А.Р.1, Земцов И.А.1,2, Днестровский А.Ю.1, Сарычев Д.В.1, Соловьев Н.А.1, Трухин В.М.1, Сергеев Д.С.1, Тугаринов C.Н.1, Науменко Н.Н.3

1НИЦ «Курчатовский Институт»
2Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
3Институт физики НАН РБ, Минск, Республика Беларусь

Работа посвящена изучению процессов переноса тепла в ионной компоненте плазмы токамака Т-10. Определение коэффициента ионной теплопроводности  осуществляется путем решения стационарного уравнения непрерывности потока тепла:

  (1)

где  – передача тепла от электронов ко всем ионам плазмы;  – потери тепла за счет перезарядки ядер дейтерия *nd* на атомах дейтерия *n*0 с температурой *T*0, поступающих в плазму,  – скоростной коэффициент перезарядки;  – потери тепла за счет переноса ионов. Для более точного определения  необходимы надежные измерения профилей температуры и концентрации ионов и электронов плазмы во всех интересующих нас плазменных режимах.

В работе представлены зависимости профиля ионной теплопроводности, определенные из (1) для режимов со средней плотностью =1–5·1019 м-3, с током *Ipl* = 150–300 кА и величиной эффективного заряда *Zeff* = 1–4. Дополнительно исследовано влияние уровня радиационных потерь на вольфраме. Показано, что в омических режимах ионная теплопроводность сильно растет к краю шнура. При этом в центре плазмы величины  находятся на уровне неоклассических значений (), а на периферии существенно их превышают. Таким образом, можно говорить о преобладании аномального переноса тепла в ионной компоненте на периферии плазмы.

Для радиального профиля аномальной теплопроводности ионов, определенного как , построены зависимости в указанном диапазоне изменения параметров плазмы. Таким образом, строится экспериментальный «скейлинг» коэффициента аномальной теплопроводности ионов. Рассматривается корреляция полученных зависимостей с ионной столкновительностью плазмы. Обсуждается возможность применения полученных результатов для описания эффекта насыщения омического удержания (SOC), наблюдаемого в токамаках с ростом плотности [1]. Также приводятся данные об изменении коэффициента аномальной теплопроводности ионов с введением дополнительного СВЧ нагрева электронов.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта
18-32-00100. Эксперименты с СВЧ нагревом выполнены за счет гранта РНФ № 14-22-00193. Эксперименты с вольфрамом выполнены в рамках ГК № Н.4х.241.9Б.17.1011 от 20.02.2017.

Литература.

1. E.E. Simet et.al. Plasma Phys. Control. Fusion 39 (1997) 993–1014.