совместное моделирование центральной и диверторной плазмы в проекте демо-тин: первые шаги

Днестровский А.Ю.1, Кукушкин А.С.1,2, Кутеев Б.В.1,2, Сергеев В.Ю.3

1НИЦ ‘Курчатовский институт’, Москва, Россия, dnestrov0@gmail.com
2НИЯУ МИФИ, Москва, РФ
3СПбГУ, Санкт-Петербург, РФ

В данной работе исследуется стационарный режим для нейтронного источника на основе токамака ДЕМО-ТИН с параметрами R/a=3.2м/1м, В=5Тл, Ip=4-5МА, PNBI=30МВт и РECR=6МВт с помощью согласованного моделирования центральной и диверторной плазмы. В нашей постановке задачи состояние диверторной плазмы определяется значениями входящего в нее теплового потока PSOL и давления нейтралов в диверторе pn, а в качестве граничных условий для центральной области используются выходные данные диверторной задачи: значения плотности и температур ионов и электронов на сепаратрисе, а также потока нейтралов через сепаратрису внутрь плазменного шнура. В диверторной области все величины рассчитываются программой SOLPS4.3 для набора рабочих точек (~30 в нашем случае) с различными значениями PSOL и pn, а затем результаты расчёта аппроксимируются аналитическими формулами. Тепловой перенос в центральной плазме рассчитывается с помощью кода ASTRA и задается согласно скейлингу для времени удержания энергии IPB(y,2) с варьированием Н-фактора. Используется упрощенная физическая модель для описания пьедестала в Н-моде внутри сепаратрисы, базирующаяся на скейлингах для ширины и давления в пьедестале. Плотность плазмы (электроны или ионы дейтерия и трития) моделируется с учетом источников нейтралов, поступающих из диверторной области, а также от инжекции быстрых атомов и/или пеллет инжекции.

В результате моделирования определено окно параметров плазмы ДЕМО-ТИН, в котором нагрузки на диверторные пластины остаются на приемлемом уровне, а сама диверторная плазма не переходит в режим глубокого «детачмента». Исследуются зависимости этих условий от мощности излучения энергии из основной плазмы и от доли примесей и альфа-частиц как в центральной, так и в диверторной плазме.