Транспортная модель с разными каноническими профилями для ионов и электронов

Днестровский Ю.Н., Данилов А.В., Днестровский А.Ю., Ключников Л.А., Лысенко С.Е., Мельников А.В., Нургалиев М.Р., Соловьев Н.А., Субботин Г.Ф., Сушков А.В., Черкасов С.В.

НИЦ Курчатовский институт, г. Москва, Россия, [Dnestrovskiy\_YN@nrcki.ru](mailto:Dnestrovskiy_YN@nrcki.ru)

Транспортная модель канонических профилей была описана в [1]. Там предполагалось, что канонические профили электронной *Te* и ионной *Ti* температуры одинаковы. В последние годы на Т-10 удалось наладить систематическое измерение профилей *Ti*, и появилась возможность сравнения профилей температур в разных режимах [2]. Анализ экспериментальных данных показал, что нормированные профили  в разрядах с омическим и СВЧ нагревом более плоские, чем нормированные профили , рис. 1. Для количественной оценки вида профиля введем понятие пикированности профиля температуры *pT* следующим образом: *pT*=*T*(0)/*T*(*a*/2), где *T*(0) и *T*(*a*/2) – температура в центре и на половине радиуса шнура. В качестве примера мы рассмотрим импульс № 73197 (ток *I* = 0,23 МА, магнитное поле *B* = 2,2 T, плотность‾*n* = 1,3 × 1019 м–3). СВЧ нагрев производится тремя гиротронами, два из которых (A и C с суммарной мощностью 1.7 МВт) вкладывают мощность на ρ=*a*/2, а гиротрон B с мощностью 0,5 МВт − на ρ=*a*/6. В омическом режиме (ОН) *pTe*=1,67, *pTi* = 1,33, λ = *pTe*/*pTi* = 1,26. Близкие значения λ типичны и для режимов с СВЧ нагревом. Отсюда следует однозначный вывод о том, что для нашей транспортной модели канонические профили для *Ti* должны быть более плоскими, чем для *Te*. В модели [1] граничное условие в точке  = 0 для функции μ(ρ) = 1/*q*() выглядит следующим образом: . Обычно в расчетах 0=1, для более плоских профилей 0<1. На рис. 2 показаны канонические профили для температуры при значениях 0 = 1 и 0,5. На рис. 3 проведено сравнение результатов расчета (сплошные кривые) и эксперимента (пунктир) температуры электронов и ионов для импульса № 73197 при нагреве всеми тремя гиротронами ABC. Здесь 0*e*=0,6, 0*i*=0,55, хотя =1,14 > 1. В омическом режиме расчет дает μ0*e*=1 и μ0*i*=0,55. Профиль *T*e при переходе от ОН к АВС сильно уплощается из-за пилообразных колебаний и нецентрального нагрева гиротронами А и С. Рисунок 3 показывает, что модель хорошо описывает разряды с мощным СВЧ нагревом (ошибки *d*2*T*<8%), что позволяет использовать ее для предсказаний параметров плазмы в будущих установках.

Работа поддержана ГК Росатом, договор № 1/15470-Д/230/1040-18.

fig2.tiffig3.tiffig1.tif

Рис. 1. Рис. 2. Рис. 3.

Литература

1. Dnestrovskij Yu.N., Connor J.W., et al., Plasma Phys. Control. Fusion, 2007, 49, 1477.
2. Крупин В.А. и др. Физика плазмы, 2013, 39, 712.