ВЛИЯНИЕ АСПЕКТНОГО ОТНОШЕНИЯ УСТАНОВКИ НА ВЫБОР ГЕОМЕТРИИ ВВОДА СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ В ТОКАМАК Т-15МД *)

[1,2]Кирнева Н.А., [1]Кислов Д.А., [1]Борщеговский А.А., [1]Куянов А.Ю., [1]Пименов И.С., [1]Рой И.Н.

[1]НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, nrcki@nrcki.ru,
[2]НИЯУ МИФИ, Москва, Россия, info@mephi.ru

Электронно-циклотронный нагрев (ЭЦН) суммарной мощностью 8 МВт будет использоваться в токамаке Т-15МД для дополнительного нагрева плазмы и генерации неиндукционного тока наряду с другими методами [1]. Для решения широкого круга физических задач ЭЦН может быть использован как в условиях вклада мощности вблизи магнитной оси, так и для нецентрального нагрева. Особенностью Т-15МД является невысокое аспектное отношение, A~2,2, что приводит к усилению эффектов, связанных с запертыми частицами, в том числе и в создании неосевого неиндукционного тока.

Моделирование поглощения ЭЦ мощности и генерации ЭЦ тока для различной геометрии ввода СВЧ-волны (рис. 1) было выполнено с помощью кода OGRAY [2]. Расчеты показали, что в токамаке с аспектным отношением A~2,2 снижение эффективности генерации неосевого тока при смещении зоны резонанса со стороны сильного поля на сторону слабого магнитного поля выражено сильнее, чем в установках с более высоким значением A. Более того, при вкладе мощности на магнитной поверхности с $\rho>0,5$ направление ЭЦ-тока меняет знак. Таким образом, для создания неосевого неиндукционного тока вклад мощности на стороне сильного магнитного поля оказывается предпочтительным. Следует учесть, что малое аспектное отношение токамака Т-15МД приводит к тому, что в некоторых операционных режимах в плазме одновременно существуют резонансные слои на 2 и 3 гармониках ЭЦ частоты. В этих случаях использование экваториальных патрубков для генерации тока на стороне сильного поля на второй гармонике ЭЦ резонанса затрудняется из-за паразитного поглощения (до 100% при $T_e(0)>3$ кэВ) на третьей гармонике. Для решения проблемы предложено использовать ввод СВЧ-волны через верхние патрубки установки (рис. 1). Вертикальная геометрия ввода мощности оказывается благоприятной для реализации нагрева плазмы на третьей гармонике ЭЦ частоты [3], что может быть необходимым в режимах с высокой плотностью, в том числе при одновременном использовании электронно-циклотронного и инжекционного нагрева.

Работа проведена в рамках выполнения государственного задания НИЦ «Курчатовский институт».

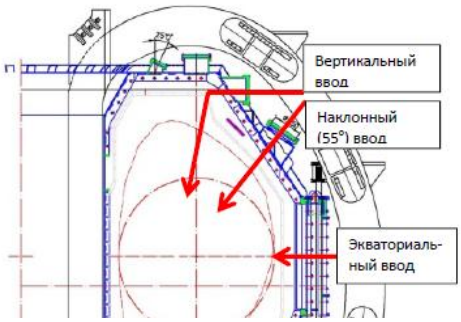

Рис. 1 Возможности реализации ввода СВЧ-мощности в Т-15МД

Литература

[1]. Хвостенко П.П., и др. — ВАНТ. Сер. Термояд. синтез, 2019, т. 42, вып. 1, стр 15-38.
[2]. Zvonkov A.V. et al. — Plasma Phys. Rep., 1998, vol. 24, p.389.
[3]. Кирнева Н.А. и др. — ВАНТ. Сер. Термояд. синтез, 2021, т. 44, вып. 3, стр 24-36.

*) DOI – тезисы на английском