Пространственные и спектральные характеристики электронно‑циклотронных потерь в токамаках с сильным магнитным полем (ТРТ, Игнитор и др.) [[1]](#footnote-1)\*)

1Минашин П.В., 1,2Кукушкин А.Б.

1НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, [Minashin\_PV@nrcki.ru](mailto:Minashin_PV@nrcki.ru)  
2НИЯУ «МИФИ», Москва, Россия

Прогресс в разработке коммерческого термоядерного реактора на основе тороидальных магнитных ловушек связан с необходимостью увеличения размеров установок и напряженности удерживающего магнитного поля [1]. Это необходимо для достижения условий зажигания плазмы, когда потери энергии из плазмы за счет переноса тепла компенсируется энергией, выделяемой альфа-частицами при термоядерной реакции. Создание таких условий, согласно критерию Лоусона, требует того, чтобы тройное произведение плотности плазмы, энергетического времени жизни плазмы и ее температуры было больше некоторого порогового значения для того, чтобы частота реакций термоядерного синтеза обеспечивала условие возникновения самоподдерживающейся термоядерной реакции в высокотемпературной плазме. Преодоление этого порогового значения возможно при увеличении размеров установки, величины магнитного поля и температуры плазмы. Вместе с тем с ростом электронной температуры и величины удерживающего магнитного поля резко возрастают потери на электронное циклотронное (ЭЦ) излучение.

Для строящегося токамака ИТЭР увеличение (по сравнению с действующими установками) большого радиуса тора, величины магнитного поля на оси тора и температуры плазмы в т.н. стационарных сценариях работы приводит к тому, что, как ожидается, в локальном электронном энергобалансе плазмы возрастает роль потерь на ЭЦ-излучение [2, 3]. Достижение условий зажигания плазмы в относительно компактных токамаках возможно только при существенном увеличении напряженности магнитного поля (2 - 4 раза больше магнитного поля в современных установках и в ИТЭР). Эта идея лежит в основе таких токамаков как ALCATOR и проект ИГНИТОР [4], а также будет реализована в Токамаке с Реакторными Технологиями (ТРТ) [5, 6]. Существенное увеличение напряженности магнитного поля в этих установках требует детального анализа влияния этого эффекта на выбор рабочих режимов работы этих установок.

Проведён сравнительный анализ роли энергетических потерь на ЭЦ-излучение в токамаках c сильным магнитным полем ТРТ, ИГНИТОР и других проектах. Показано, что несмотря на сильное магнитное поле потери на ЭЦ-излучение в токамаках ИГНИТОР и ТРТ не сильно влияют на локальный электронный энергобаланс и не создают препятствий для поддержания термоядерного горения.

Литература

1. Zohm H., Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 2019, 377, 20170437.
2. Albajar F., Bornatici M., Cortes G., Dies J., et al., Nuclear Fusion, 2005, 45, 642-648.
3. Kukushkin A.B., Minashin P.V., Polevoi A.R., Plasma Physics Reports, 2012, 38, 211-220.
4. Coppi B., Airoldi A., Bombarda F., Genacchi G., et al., Nuclear Fusion, 2001, 41, 1253-1257.
5. Красильников А.В., Коновалов С.В., Бондарчук Э.Н., Мазуль И.В. и др., Физика плазмы, 2021, 47, 970-985.
6. Леонов В.М., Коновалов С.В., Жоголев В.Е., Кавин А.А. и др., Физика плазмы, 2021, 47, 986–997.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIX/Mu/en/BY-Kukushkin_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)