Расчёт магнитных конфигураций с отрицательной треугольностью для токамака Т-15МД [[1]](#footnote-1)\*)

1Горбун М.С., 1Мельников А.В., 2Сычугов Д.Ю.

1НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, [nrcki@nrcki.ru](mailto:nrcki@nrcki.ru)  
2Факультет вычислительной математики и кибернетики Московского  
 государственного университета, г. Москва, Россия, [cmc@cs.msu.ru](mailto:cmc@cs.msu.ru)

Большинство современных токамаков, включая создаваемый токамак-реактор ИТЭР, имеют диверторную магнитную конфигурацию и D-образную форму плазменного шнура. Типичные значения вытянутости сечения плазмы ε = 1.8 – 2.5 и треугольности δ = 0.2 – 0.4.

В 1997 на токамаке TCV был впервые получен разряд с отрицательной треугольностью, характеризующийся некоторым улучшением удержания [1]. В 2019 году на установках TCV и DIII-D были получены режимы со значительным улучшением удержания плазмы в разрядах с отрицательной треугольностью по сравнению с подобными режимами, имеющими положительную треугольность [2,3]. Известно, что поперечный перенос энергии и частиц в токамаке аномалeн и связан с турбулентными процессами. Причины и механизмы влияния отрицательной треугольности на турбулентность плазмы, приводящие к улучшению удержания, на данный момент не изучены и являются актуальной проблемой современных исследований в области магнитного удержания плазмы.

В настоящее время в НИЦ «Курчатовский институт» ведется подготовка к пуску токамака Т-15МД, базовая однонулевая диверторная конфигурация которого будет иметь малый радиус a = 0, 67 м; ε = 1,75; δ = 0,317 [4]. Расчеты показали, что эта установка обладает достаточной гибкостью, возможностью изменять положение Х-точки сепаратрисы, точек пересечения сепаратрисы с дивертором [5] и объем плазмы [6]. Важной частью научной программы Т-15МД является исследование стационарных и переменных электрических полей (зональных течений и ГАМ) и их влияние на турбулентность и перенос плазмы [7].

Вопрос возможности создания на Т-15МД конфигураций с отрицательной треугольностью при помощи имеющейся системы катушек полоидального поля представляет интерес для научной программы установки и является целью данной работы.

Исследование влияния токов в катушках полоидального поля на форму сечения плазмы в Т-15МД с помощью расчетов стационарных магнитных конфигураций по коду TOKAMEQ [8] показало возможность получения конфигураций с различными значениями отрицательной треугольности. Были найдены пары конфигураций, идентичные по основным геометрическим параметрам (объём, малый радиус, вытянутость и др.) и равной по модулю треугольностью, но различающиеся по ее знаку. На основе оценок предельного нагрева полоидальных катушек [9] была оценена возможная длительность разряда для найденных пар конфигураций.

Дальнейшие исследования направлены на анализ устойчивости найденных конфигураций.

Работа поддержана РНФ, проект №19-12-00312, а также РФФИ, проект № 20-07-00391.

Литература

1. Moret J.M. et al. Phys. Rev. Lett. 1997. V. 79 (11), P. 2057–2060.
2. Rubio R. et al. Nucl. Fusion 2019, V. 127 (1), P. 69–73.
3. Austin M.E. et al. Phys. Rev. Lett. 2019. V. 122 (11), 115001.
4. Андреев В.Ф. и др. Вант Сер. Термоядерный Синтез 2014. V. 37 (3), P. 48–55.
5. М.С. Горбун и др. ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез 2019, Т. 42 (4), С. 45-51.
6. М.С. Горбун и др. Прикладная математика и информатика, Т. 64 принято в печать
7. Melnikov A. V. et al. Fusion Eng. Des. 2015. V. 96–97. P. 306–310.
8. Сычугов Д.Ю. ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез 2008, Т.31 (4), С. 85-89.
9. Хвостенко П.П. ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез 2020, Т. 43 (3), С. 60-70.

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