ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ТЕПЛОПРИЁМНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДИВЕРТОРНОЙ КАССЕТЫ УСТАНОВКИ ITER [[1]](#footnote-1)\*)

Арсланова Д.Н., Белов А.В., Гапионок Е.И., Кухтин В.П., Ламзин Е.А., Люблин Б.В., Родин И.Ю., Сычевский С.Е.

Акционерное общество «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова», Санкт‑Петербург, Российская Федерация, sytch@sintez.niiefa.spb.su

Доклад посвящен некоторым особенностям численного моделирования электромагнитных (ЭМ) нагрузок, действующих на обращенные к плазме теплоприёмные элементы (PFU) компонентов центральных диверторных кассет (CDC), расположенных непосредственно перед нижними патрубками тороидальной вакуумной камеры установки ITER. Работа проводилась в соответствии с техническим заданием центральной команды проекта ITER. В результате численного моделирования [1] были проанализированы десять аварийных событий, представляющих собой как отдельные срывы тока плазмы трех различных категорий, так и их комбинации с быстрым выводом тока из катушек тороидального магнитного поля (*TFC MFD‑II*)).

В данной работе речь идет о двух наиболее опасных, с точки зрения механической прочности PFU CDC, аварийных событиях, которыми по результатам анализа [1] были признаны быстрые неуправляемые уходы плазмы по вертикали вниз второй категории (*FD VDE‑II*) и третьей категории (*FD VDE‑III*) с 36‑миллисекундными линейными законами спада тока (36*ms Linear Current Quench*). Исходные данные для этих двух событий, были предоставлены центральной командой проекта ITER.

Численное моделирование аварийных событий осуществлялось с помощью комплекса программ TORNADO [2], разработанного в АО "НИИЭФА" для моделирования переходных ЭМ процессов, протекающих в массивных 3D проводящих элементах.

Результаты численного моделирования включают эволюции ЭМ нагрузок, действующих на теплоприёмные элементы CDC, в виде общих интегральных сил и моментов, их пиковые значения и соответствующие моменты времени. Согласно им наибольшие ЭМ нагрузки действуют на крайние PFU вертикальных мишеней и коллекторов купола CDC. Эти нагрузки, главным образом, являются результатом взаимодействия полного тока, протекающего в полоидальном направлении, с тороидальным магнитным полем установки.

Симметричная компонента тока даёт примерно равные интегральные нагрузки на PFU CDC. Наибольшие значения этих нагрузок наблюдаются в середине токового срыва, когда гало ток, протекающий через кассету дивертора, максимален.

Интегральные нагрузки, обусловленные антисимметричной компонентой тока, противоположны по направлению на крайних PFU и спадают до нуля по мере приближения к плоскостям симметрии вертикальных мишеней и купола диверторной кассеты. Данные нагрузки максимальны в конце токового срыва и существенно превосходят максимальные (за весь сценарий) значения нагрузок от симметричной компоненты тока.

Литература

1. [D.Arslanova, A.Belov, E.Gapionok, M.Kaparkova, N.Krylova, V.Kukhtin, E.Lamzin, N.Maksimenkova, S.Sytchevsky, “Design Supporting Analysis of the Full-W Divertor”, Part 2 “Electromagnetic Analysis” of Final Report to Phase 1 “3D Global Electromagnetics, Thermal and Stress analysis of the Divertor”, IDM UID HDVF5E v.1.4, date 16/05/2014](https://user.iter.org/?uid=HDVF5E)
2. V. Amoskov, D. Arslanova, A. Belov, V. Belyakov, T. Belyakova, E. Gapionok, N. Krylova, V. Kukhtin, E. Lamzin, N. Maximenkova, I. Mazul, S. Sytchevsky “Global computational models for analysis of electromagnetic transients to support ITER tokamak design and optimization”, Fusion Engineering and Design, 87, Issue 9, Sept. 2012, pp. 1519-1532
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/E/en/IV-Arslanova_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)