Расчет компонентного состава продуктов вакуумной откачки токамака, сравнение с экспериментом [[1]](#footnote-1)\*)

Иванов Б.В., Ананьев С.С.

НИЦ "Курчатовский институт", г. Москва, РФ, [kapjicohh@gmail.com](mailto:kapjicohh@gmail.com)

Для моделирования и разработки тритий-дейтериевого топливного цикла (ТЦ) гибридного реактора на основе токамака ДЕМО-ТИН используется созданный в НИЦ «Курчатовский институт» расчетный код FС-FNS [1]. Модель ТЦ развивают в соответствии с изменениями и совершенствованием проекта ДЕМО-ТИН. В текущем состоянии код FС-FNS позволяет осуществлять согласованные расчеты потоков топливных изотопов и их накопления во всех системах ТЦ. Результаты проводимого моделирования необходимы для анализа, выбора и обоснования технологий для применения в топливном цикле реактора ДЕМО-ТИН.

В рамках работ по модернизации кода FС-FNS планируется расширить номенклатуру рассматриваемых компонентов. Для этого был создан модуль расчёта компонентного состава продуктов вакуумной откачки токамака. Это позволит рассчитать состав потока газов в системах топливного цикла установки ДЕМО-ТИН с учетом примесей (O2, N2, CO2 и др.) и водородсодержащих соединений (H2O, CH4, NH3 и др.), в том числе изотопомеров водорода (H2, HD, D2, DT, T2) и других молекул. В дальнейшем все расчетные модули кода будут дополнены алгоритмами расчета молекулярных соединений и переведены на новую программную платформу. Это упростит интеграцию отдельных модулей систем в ТЦ, а также обеспечит более удобный интерфейс для пользователей.

Для расчётов была применена статистически-равновероятностная модель образования химических соединений на основе компонентного состава инжектируемых в плазму газов, примесных соединений, поступающих в плазму и систему откачки, а также в процессе натекания атмосферных газов. Результаты расчетов были сопоставлены с данными экспериментальных работ на токамаках JET [2] и JT-60 [3] и расчётами, проведенными для ITER [4]. В результате этого сопоставления было показано, что компонентный состав «выхлопа» токамаков JET и JT-60 (экспериментальные измерения) и ITER (расчетные значения) отличается от равновероятностного на величину до нескольких десятков процентов. Для соответствия экспериментальным данным необходим подбор поправочных коэффициентов, а также величин потоков натекания атмосферных и примесных газов. Такая процедура нормировки выполняется в настоящее время и будет продолжена в процессе проведения экспериментах на токамаке Т-15МД и специализированных стендах для отработки технологий ТЦ. Полученный алгоритм планируется использовать для анализа влияния состава инжектируемых, примесных и атмосферных газов на работу систем тритий-дейтериевого топливного цикла установки ДЕМО-ТИН, а также на накопления трития в них.

Работа поддержана НИЦ «Курчатовский институт» (28.09.2020 № 1934а).

Литература

1. S.S. Ananyev, A.V. Spitsyn, and B.V. Kuteev, “Electronic model «FC-FNS» of the fusion neutron source DEMO-FNS fuel cycle and modeling hydrogen isotopes flows and inventories in fueling systems,” *Fusion Eng. Des.*, vol. 138, no. December 2018, pp. 289–293, Jan. 2019.
2. S. Grünhagen Romanelli *et al.*, “Gas analyses of the first complete JET cryopump regeneration with ITER-like wall,” *Phys. Scr.*, vol. T159, no. May 2013, p. 014068, 2014.
3. Y. Kobayashi *et al.*, “Analysis of exhaust gas in JT-60U tokamak operation,” *Proc. - Symp. Fusion Eng.*, vol. 00, no. C, pp. 1–4, 2005.

R.J.H. Pearce *et al.*, “Gas species, their evolution and segregation through the ITER vacuum systems,” *Vacuum*, vol. 86, no. 11, pp. 1725–1730, 2012.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](../en/BN-Ivanov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)