

UDC 621.039.634:669.884

## COMPARISON OF LITHIUM DIVERTOR OPTIONS FOR DEMO-FNS TOKAMAK (short message)

V.G. Skokov<sup>1</sup>, V.Yu. Sergeev<sup>1</sup>, E.A. Anufriev<sup>1</sup>, B.V. Kuteev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29, Politechnicheskaya str. St. Petersburg 195251, Russia

<sup>2</sup>NRC «Kurchatov Institute», 1, Akademika Kurchatova sq., Moscow, 123182, Russia

The issues of heat loads into the tokamak divertor still remain unresolved engineering and physical problems of a thermonuclear reactor development. Several approaches are being discussed and studied to reduce the heat flux onto divertor plates below 10 MW/m<sup>2</sup>. Among them, the attractive approaches proposed by Y. Nagayama [1] and R. Goldston [2] are based on a liquid lithium evaporation in a limited amount of divertor boxes. They are relatively simple in practical applications and allow one to achieve necessary steady-state regimes both for heat fluxes and for plasma effluxes from a plasma column to the divertor region. In order to choose one of them for prospective tokamaks the comparative analysis was conducted and presented in this report. The design of the divertor zone for the DEMO-FNS tokamak is proposed. The superconductive tokamak DEMO-FNS [3] that is currently being developed in Russia will operate in the regime of fusion neutron source (fusion power during a steady-state regime up to 40 MW, neutron production rate above  $1 \cdot 10^{19} \text{ s}^{-1}$ ). It was shown that the system with «cold» box walls (about 200 °C) which can condense Li (like in [1]) looks more suitable compared with «hot» (up to 800 °C) box wall system [2]. Both approaches fit the criterion for heat loads onto the divertor walls. Both approaches also fit the criterion for the lithium flow into the main plasma, but the cold wall approach is on the verge of being applicable because of the lithium flow value into SOL. The «cold» box walls design is preferable due to an engineering simplicity of realization as well. It was demonstrated that lithium efflux into the main plasma is suppressed mainly due to the ionization process within SOL which exponentially depends on its width. It is necessary to perform detailed 2D-modeling of SOL and divertor construction with lithium for DEMO-FNS plasma parameters determination in divertor and SOL. Engineering and technological study of such design is also required. Acknowledgments. This work was supported by the Ministry of science and higher education of Russian Federation in the framework of the state contract in the field of science under project No. 0784-2020-0020 using the Federal Joint Research Center Material science and characterization in advanced technology» (project RFMEFI62119X0021), including the unique scientific facility «Spherical tokamak Globus-M».

**Key words:** divertor, lithium, heat loads, DEMO-FNS.

DOI: 10.21517/0202-3822-2021-44-2-161-162

## СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ЛИТИЕВОГО ДИВЕРТОРА ДЛЯ ТОКАМАКА ДЕМО-ТИН (краткое сообщение)

В.Г. Скоков<sup>1</sup>, В.Ю. Сергеев<sup>1</sup>, Е.А. Ануфриев<sup>1</sup>, Б.В. Кутеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251 Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29, Россия

<sup>2</sup>НИИЦ «Курчатовский институт», 123182 Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1, Россия

Вопросы тепловых нагрузок на дивертор токамака продолжают оставаться нерешённой инженерно-физической проблемой в ходе разработки термоядерного реактора. Было предложено несколько подходов к снижению теплового потока на пластины дивертора до значений ниже 10 МВт/м<sup>2</sup>. В их число входят привлекательные подходы, предложенные Ю. Нагаёмой [1] и Р. Голдстоном [2], которые основаны на испарении жидкого лития в ограниченном количестве диверторных секций. Они относительно просты в практическом применении и позволяют достичь необходимых стационарных режимов как для тепловых потоков, так и для потоков плазмы из плазменного шнура в область дивертора. С целью выбора одного из них для перспективных токамаков был проведён сравнительный анализ. Предложена конструкция диверторной зоны для токамака ДЕМО-ТИН. Разрабатываемый в настоящее время в России

сверхпроводящий токамак ДЕМО-ТИН [3] будет работать в режиме термоядерного источника нейтронов (мощность термоядерного синтеза в стационарном режиме до 40 МВт, скорость выработки нейтронов свыше  $1 \cdot 10^{19} \text{ c}^{-1}$ ). Было показано, что система с «холодными» стенками секции (около 200 °C), способная конденсировать Li (как в [1]), выглядит более подходящей по сравнению с системой с «горячими» (до 800 °C) стенками секций [2]. Оба подхода соответствуют критерию тепловых нагрузок на стенки дивертора. Критерию по потоку лития в основную плазму также удовлетворяют оба подхода, но подход с конденсирующими стенками находится на грани применимости по потоку лития в SOL. Конструкция «холодных» стенок секций предпочтительна также из-за инженерной простоты реализации. Показано, что выход лития в основную плазму подавляется, в основном, за счёт процесса ионизации внутри SOL, экспоненциально зависящего от его ширины. Для определения параметров плазмы ДЕМО-ТИН в диверторе и SOL необходимо выполнить детальное 2D-моделирование конструкции SOL и литиевого дивертора. Требуется также инженерно-технологическая проработка такой конструкции.

Настоящая работа поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания в сфере науки по проекту № 0784-2020-0020 с использованием Федерального центра коллективного пользования «Материаловедение и диагностика в передовых технологиях» (проект RFMEFI62119X0021), включающего уникальную научную установку «Сферический токамак Глобус-М».

**Ключевые слова:** дивертор, литий, тепловые нагрузки, ДЕМО-ТИН.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nagayama Y. — Fusion Eng. Des., 2009, vol. 84, p. 1380.
2. Goldston R.J. et al. — Phys. Scr., 2016, vol. 167, p. 014017.
3. Shpanskiy Yu.S. et al. — Nucl. Fusion, 2019, vol. 59, p. 076014.

V.Skovov@spbstu.ru