Анализ уровня готовности технологий тритиевого цикла в России для гибридного реактора ДЕМО-ТИН [[1]](#footnote-1)\*)

Иванов Б.В., Ананьев С.С.

НИЦ "Курчатовский институт", г. Москва, РФ, kapjicohh@gmail.com

Одной из основных систем, обеспечивающих работу термоядерного или гибридного реактора является тритиево-дейтериевый топливный цикл (ТЦ). В рамках программы развития термоядерных и гибридных технологий в РФ разрабатывается проект ДЕМО-ТИН, направленный на отработку гибридных технологий и их интеграцию [1]. Особенностями реактора на базе токамака являются стационарный режим работы, Q ~ 1 и бланкет с делящимися веществами – именно эти факторы в значительной степени определяют конфигурацию и основные технологии ТЦ [2].

В данной работе проведено сравнение степени готовности выбранных ранее кандидатных технологий тритий-дейтериевого ТЦ [2] в РФ и в мире. Проект ДЕМО-ТИН предусматривает использование отработанных решений [1], [3], в том числе тритиевых технологий, некоторые их которых входят в перечень двойного назначения и не могут быть импортированы из других стран. Технологии обращения с тритием и другими изотопами водорода в России применяют в различных областях, что облегчает задачу их использования в ТЦ ДЕМО-ТИН, однако, до настоящего времени системный подход для оценки степени их готовности для применения в термоядерных установках не был проведен.

Для оценки уровня готовности технологий авторами используется методология Technology readiness level (TRL). В узком смысле, методология TRL позволяет оценить готовность отдельной технологии для использования в конкретном устройстве или технической системе, в широком - для выполнения целей научной или технологической программы. Этот же подход позволяет формально оценить технологические разрывы, планировать необходимые исследования и инвестиции, определить возможные риски. Методология TRL получила широкое распространение и в последнее время активно применяется в научной сфере - в частности, она была использована для оценки готовности технологий в термоядерной сфере: для промышленного термоядерного реактора [4]; для топливного цикла реактора DEMO [5]; для диагностик плазмы [6]. В этих работах продемонстрирована эффективность методологии TRL для оценки различных термоядерных технологий и для планирования исследовательских программ.

Показано, что технологий, которые будут использованы в ТЦ ДЕМО-ТИН, отработаны в РФ и используются в других направлениях промышленности и науки. Отсутствие специализированной стендовой базы для отработки технологий применительно к ТЦ ТЯР или гибридных систем, позволяет нам оценить их готовность на уровене TRL 2 – 5. Это в целом соответствует уровню технологий в мире для большинства технологий тритиевого ТЦ. Для дальнейшего развития и повышения уровня готовности необходима отработка технологий в операционных условиях.

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

Литература

1. B.V. Kuteev, E.A. Azizov, et al., *Nucl. Fusion*, vol. 55, no. 7, p. 073035, Jul. 2015.
2. S.S. Ananyev, B.V. Ivanov, and B.V. Kuteev, *Fusion Eng. Des.*, vol. 161, no. December 2019, p. 111940, 2020.
3. B.V. Kuteev and Y.S. Shpanskiy, *Nucl. Fusion*, vol. 57, no. 7, p. 076039, Jul. 2017.
4. M.S. Tillack *et al.*, *Fusion Sci. Technol.*, vol. 56, no. 2, pp. 949–956, 2009.
5. Y.N. Hörstensmeyer, B. Butler, C. Day, and F. Franza, *Fusion Eng. Des.*, vol. 136, no. January, pp. 314–318, 2018.
6. F.P. Orsitto *et al.*, *Nucl. Fusion*, vol. 56, no. 2, 2016.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Mu/en/AE-Ivanov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)