О возможности применения электрохимического водородного насоса в топливном цикле ТЯР [[1]](#footnote-1)\*)

Иванов Б.В., Иванова Н.А., Меншарапов Р.М., Синяков М.В., Шкандыбина В.В., Ананьев С.С., Фатеев В.Н.

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва, РФ, [kapjicohh@gmail.com](mailto:kapjicohh@gmail.com)

Одной из важнейших систем термоядерных установок является топливный цикл (ТЦ), который представляет собой совокупность подсистем, направленных на подготовку топлива (изотопы водорода), инжекцию топлива в плазму и последующую переработку и очистку топлива, извлеченного из камеры токамака; примером таких систем могут служить ТЦ JET [1], ИТЭР [2], CFETR [3] и ДЕМО-ТИН [4].

Электрохимический водородный насос (ЭВН) является новой, активно развивающейся технологией, которая, несмотря на широкую область применения, высокий КПД, возможность очищать и компримировать водород в одну стадию, в настоящее время применяется только в ограниченной сфере [5]. В первую очередь ЭВН интересен для водородной энергетики. Другой возможной областью применения ЭВН является термоядерная энергетика, а состав разделяемых газовых смесей в ТЦ термоядерных установок во многом похож на газовые смеси, образующиеся при производстве и использовании водорода [5].

ЭВН может быть применен в различных частях ТЦ для выделения, очистки или компримирования водорода, а также в аналитических целях для концентрирования малых количеств водорода. В настоящее время для разделения водородсодержащих смесей в ТЦ термоядерных установок, кроме ЭВН, рассматриваются: мембранные реакторы на основе палладий-серебряного сплава, криоадсорбционные колонны, адсорбционные колонны на основе гидридообразующих материалов. Наиболее разработанным является метод разделения в мембранных реакторах, который позволяет получить высокочистый водород в одну стадию и устойчив к радиационному воздействию трития. Однако он требует значительного перепада давления с разных сторон мембраны для осуществления процесса разделения с заметной скоростью, что, во-первых, приводит к необходимости в дополнительном оборудовании (компрессоры и вакуумные насосы) и, во-вторых, к увеличению количества дорогостоящего и радиационно-опасного трития в системе.

В работе будет рассмотрено использование устройств на основе электрохимического водородного насоса различных типов в следующих системах ТЦ:

* откачка токамака;
* выделение водорода из «выхлопных» газов;
* выделение трития из водородсодержащих соединений (Н2О, СН4 и др.);
* выделение водорода из «бланкетного газа».

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 22–29–01367

Литература

1. R. Lässer et al., Fusion Eng. Des., vol. 47, no. 2–3, pp. 173–203, 1999.
2. M. Glugla et al., Fusion Eng. Des., vol. 82, no. 5–14, pp. 472–487, Oct. 2007.
3. X. Wang, et al., J. Fusion Energy, vol. 38, no. 1, pp. 125–137, Feb. 2019.
4. S.S. Ananyev, et al., Fusion Eng. Des., vol. 161, no. December 2019, p. 111940, 2020.
5. L. Vermaak, et al, Membranes (Basel)., vol. 11, no. 2, pp. 1–32, 2021

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