КОНЦЕПЦИЯ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ТОКАМАКА ДЕМО-ТИН

Ананьев С.С., Спицын А.В., Кутеев Б.В.

НИЦ Курчатовский институт, г.Москва, Россия, Ananyev\_SS@nrcki.ru

В России разрабатывается концепция стационарного термоядерного источника нейтронов (ТИН) на основе токамака для научных исследований (нейтронная дифракция и пр.), тестирования конструкционных материалов будущих термоядерных реакторов, утилизации ядерных отходов, наработки топлива и управления подкритическими ядерными системами. Для установки принципиальной является система топливного цикла, которая обеспечивает оборот и переработку топливной смеси во всех системах термоядерного реактора: вакуумной камере, системе нейтральной инжекции, криогенных насосах, системах очистки, разделения и хранения трития, а также в тритий-воспроизводящем бланкете.

Существующие тритиевые технологии нуждаются в существенном развитии, так как технические решения, проекта ИТЭР, могут быть использованы в (ТИН) лишь частично, учитывая значениея коэффициента использования установленной мощности более 0,3 потоков трития до 200 м3Па/с и высоких температур элементов реактора до 650 С. В работе рассматривается концепция дейтерий-тритиевого топливного цикла стационарного ТИН.

Создан расчётный код TC-FNS для оценки распределения трития в системах гибридного реактора и элементах «тритиевого завода» [2]. Код позволяет осуществлять расчёт тритиевых потоков и запасов в системах токамака, таких, как вакуумная камера, крионасосы, система нейтральной инжекции, системы очистки топливной смеси и разделения изотопов, а также в системе хранения трития. Код учитывает механизмы потери трития в топливном цикле, связанные с термоядерным выгоранием и β-распадом во всех системах.

Для рассмотренных вариантов ТИН-СТ [3] и ДЕМО-ТИН количество топливной смеси, необходимой для бесперебойной работы всех систем топливного цикла, составляет 0,9 и 1,4 кг. Расход трития для осуществления термоядерной реакции и потери составят 0,3 и 1,8 кг в год, включая распад трития во всех системах ТИН — 35 и 55 г в год.

Полная циркуляция топлива в системе происходит за 1—3 ч в зависимости от размера установки. Топливо, прошедшее через вакуумную камеру токамака, подвергается очистке и обогащениюв стационарном режиме. Система разделения изотопов используется только для удаления из топливной смеси примести протия, поскольку все системы ТИН используют смесь дейтерия и трития с равным содержанием D и Т, что позволяет снизить нагрузку на систему разделения изотопов, которая перерабатывает от 0,5 до 5% общего потока, и уменьшить общее количество трития в топливной системе. Уменьшение количества трития в системе, в свою очередь, позволяет снизить потери трития.

Литература

1. B.V. Kuteev et.al., Development of DEMO-FNS Tokamak for Fusion and Hybrid Technologies, In: 25th Fusion Energy Conference (FEC 2014), Saint Petersburg, Russia, 13 -18 October 2014
2. Anan’ev S.S. et al.Concept of DT fuel cycle for a fusion neutron source. — Fusion Science and Technology (in press).
3. B.V. Kuteev et.al., *Plasma Phys. Rep. 36* 2814 (2010).