

ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ТОКАМАКА – СИСТЕМ ОТКАЧКИ, ИНЖЕКЦИИ И ОБРАБОТКИ ГАЗА (ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ) НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ ^{*)}

¹Ананьев С.С., ²Савельев Т.А.

¹НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, Ananyev_SS@nrcki.ru

²НИУ «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»

Практически все кандидатные ядерные реакции синтеза предполагают использование изотопов водорода в качестве одного или нескольких компонентов топлива. Тритий будет присутствовать (в качестве компонента топлива и продукта) в реакциях D-T и D-D. Любая перспективная термоядерная установка или реактор, использующий тритий, требует тритиевого топливного цикла (далее – ТЦ) [1, 2], способного перерабатывать весь тритий, который не участвовал в реакции термоядерного синтеза, выделять тритий и дейтерий и удалять примеси, а также обеспечивать разделение дейтерия и трития для выделения компонентов топлива достаточной чистоты и в достаточном качестве для поддержания плазменных операций. Комплекс систем ТЦ также является необходимой составляющей любой установки токамак даже в случае её работы с нерадиоактивными изотопами водорода. В этом случае состав и архитектура ТЦ будут отличаться от случая тритиевого исполнения, однако все ключевые закономерности и принцип организации останутся прежними.

Подходы и решения, используемые в установках TFTR и JET, проектах ИНТОР и ИТЭР, не могут в полной мере быть использованы по причине импульсно-периодического режима работы и экспериментального назначения этих установок. В стационарно работающей установке, использующей тритий в качестве компонента топлива, необходимо непрерывно обрабатывать значительные его количества, не допуская чрезмерного скапливания и потерь в каждой отдельной системе, а также учитывать влияние режимов горения термоядерной плазмы в токамаке и параметров взаимодействия плазма-стенка. Это требует выбора технологических решений (технологий ТЦ) на основании сведений о потоках газа и его изотопном составе, их интеграции и оптимизации для обеспечения целевых параметров плазмы в различных сценариях работы установки.

До настоящего времени авторам не известно ни одной опубликованной методики расчета, которая могла бы связывать параметры плазменного разряда с применяемыми технологиями топливного цикла. В докладе описывается подход, примененный к разрабатываемым в НИЦ «Курчатовский институт» проектам ТИН-СТ и ДЕМО-ТИН. Предложенные решения могут позволить выполнить проектирование инфраструктуры токамака с реакторными технологиями TRT и стационарной установки для управляемого термоядерного синтеза с магнитным удержанием (в рамках федерального проекта 3 комплексной программы ГК Росатом РТТН), и согласовывать эти системы со сценариями плазменного разряда и работы самой установки.

Дальнейшее развитие предложенного автором подхода с применением более сложных и точных моделей и кодов – предмет будущих работ (не столько в интересах самих авторов, сколько в интересах развития направления в РФ), требующих привлечения значительного количества специалистов высокого уровня и создания коллектива.

Литература

- [1]. В.Е. Черковец, В.В. Фрунзе, Тритиевые комплексы термоядерных установок с магнитным удержанием, Москва: Тровант, 2019. - 232 с. : ил. - Библиогр.: с. 218-232.
- [2]. S.S. Ananyev, B.V. Ivanov, and B.V. Kuteev, Analysis of promising technologies of DEMO-FNS fuel cycle, Fusion Eng. Des., 161, 111940 (2020), <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2020.111940>.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)