Механический макет реактора ИТС для оптимизации технологий частотного формирования и доставки криогенных топливных мишеней

И.В. Александрова, Е.Р. Корешева, Е.Л. Кошелев, Б.В. Кутеев\*, А.И. Никитенко, В.Н. Николаев\*\*, И.Е. Осипов\*\*

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, koresh@sci.lebedev.ru
\*Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский Институт», Москва
\*\*Центр Энергоэффективности ИНТЕР РАО ЕЭС

Актуальной проблемой в области управляемого термоядерного синтеза (УТС) становится разработка энергетической станции на основе инерциального термоядерного синтеза (ИТЭС). Планируется, что демонстрация работы первой пилотной установки ИТЭС, работающей в непрерывном режиме выработки электроэнергии, произойдет к 2025 г., а в 2040 г. будет осуществлен запуск первой коммерческой ИТЭС (проект LIFE, США).

Для обеспечения работы ИТЭС, доставка топлива и его облучение в центре реакторной камеры должны осуществляться с частотой 1-15 Гц. Первая мощная лазерная установка (0.3 МДж), которая будет работать в таком режиме, создается в настоящее время в рамках Европейского проекта HiPER. В Военно-Морской Лаборатории США на основе KrF лазера создана установка ELEKTRA, действующая c частотой 5 Гц при энергии лазера 0.5 кДж; к 2020 г. планируется увеличить энергию лазера в 1000 раз. В России, в Физическом институте им. П.Н.Лебедева РАН (ФИАН), разработан уникальный метод *FST*, который является перспективным путем решения проблемы частотного формирования и доставки криогенных топливных мишеней для такого класса установок и реактора.

Важнейшим шагом в программе построения ИТЭС является разработка механического макета реактора (ММР), который планируется создать в рамках научного проекта «Центра энергоэффективности ИНТЕР РАО ЕЭС», совместно с ФИАН и НИЦ «Курчатовский институт» [1]. ММР позволит отработать реакторные технологии, связанные с производством и частотной доставкой криогенных топливных мишеней; решить ряд проблем, связанных с синхронным приходом мишени и импульса лазерного излучения в центр реакторной камеры; провести оптимизацию с целью снижения рисков и удешевления всех перечисленных процессов; разработать технические требования и рекомендации по практическому применению полученных результатов на мощной лазерной установке, работающей в импульсно-периодическом режиме с частотой 1-15 Гц.

В настоящем докладе представлены результаты всестороннего анализа различных научно-технических подходов, необходимых для реализации данного проекта, в том числе:

- Анализ рисков и способы их минимизации при создании ММР

- Компоновка основных блоков ММР и планируемые параметры их работы

- Результаты макетирования условий FST-формирования для мишеней ∅ > 2 мм

- Результаты моделирования условий доставки: время жизни мишени в камере реактора, скорость инжекции, защита крио мишени от тепловых и механических перегрузок

- Результаты предварительного проектирования модуля формирования и устройства частотной сборки мишеней с саботами (т.н. носитель мишени) и защитными крышками

- Оптимизация материала сабота для эффективной доставки мишеней в реактор ИТС

- Предварительные результаты по ускорению и инжекции сабота при крио температурах

- Диагностика полета инжектированной мишени в режиме реального времени

Литература

1. Е.Р.Корешева, В.Н.Николаев. *Перспективы развития термоядерной энергетики и энергетических станций на основе инерциального термоядерного синтеза*. Энергетика и Промышленность России, №21, стр. 48-49, ноябрь 2013 г.