

## **РАЗРАБОТКА ПЛАЗМОФИЗИЧЕСКИХ И РЕАКТОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКИМИ НАУЧНЫМИ ЦЕНТРАМИ, ВНОСЯЩИМИ СУЩЕСТВЕННЫЙ ВКЛАД В ТЕРМОЯДЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ ITER, TRT И BEST<sup>\*)</sup>**

Красильников А.В., Кащук Ю.А., Коновалов С.В.

*Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»  
«Проектный центр ИТЭР», Москва, Россия, [a.krasilnikov@iterrf.ru](mailto:a.krasilnikov@iterrf.ru)*

Кооперация научных центров ГК Росатом и Российской академии наук, государственных и частных технологических предприятий глубоко вовлечена в разрешение ключевых научных и технологических проблем в рамках выполнения российских обязательств в международном проекте ITER. Предприятия созданной кооперации активно участвуют в разработке и проектировании Токамака с Реакторными Технологиями (TRT) в России и начали научное и технологическое сотрудничество на китайских токамаках EAST и BEST. ITER и BEST будут квазистационарными токамаками с электромагнитной системой (ЭМС) из низкотемпературных сверхпроводников (LTS, Nb<sub>3</sub>Sn и Nb-Ti), с дейтерий-третиевой плазмой и термоядерной мощностью 500 (Q=10) и 200 МВт (Q=5), соответственно. TRT проектируется как квазистационарный токамак с ЭМС из высокотемпературных сверхпроводников (HTS, REBCO), высоким магнитным полем (8Тл), дейтериевой плазмой с добавлением небольшого количества трития. Все три машины будут полномасштабными плазменными и инженерными прототипами будущих чистого термоядерного и гибридного реакторов. Вместе они составят технологическую платформу будущего термоядерного реактора.

Для создания термоядерного реактора необходимо решить ряд проблем: экспериментальная демонстрация квазистационарного термоядерного горения (создание стационарных профилей тока, температуры, плотности основной плазмы, создание и поддержание оптимальных профилей параметров плазмы на её периферии для снижения взаимодействия плазма-стенка, включая подавление неустойчивостей на границе плазмы, оптимизация работы дивертора, разработка технологий подавления срывов плазмы (DMS)); генерация неиндуктивного квазистационарного тока; разработка плазменных технологий и материалов первой стенки и дивертора; разработка комплексных методов диагностики плазмы и управления.

Основные компоненты и технологии, которые необходимо разработать и создать для сооружения термоядерного реактора: ЭМС из высокотемпературных сверхпроводников, вакуумная камера (двуслойная, охлаждаемая), первая стенка и дивертор (W, В<sub>4</sub>С, Li ...), системы дополнительного нагрева и генерации тока (0,5МэВ D НИ, 230ГГц ЭЦН, 60-80МГц ИЦН, ~1ГГц геликоны для генерации тока), бридерные и гибридные модули blankets, совместимые с реактором системы диагностики и интегрального управления.

Работы по разрешению основных проблем в создании термоядерного реактора, разработкам его ключевых компонентов и технологий и соответствующий вклад кооперации российских научных и технологических центров представлен в докладе на базе их участия в проектах ITER и TRT и, потенциально, в китайском проекте BEST. Возглавляемая ГК Росатом термоядерная кооперация включает Проектный центр ИТЭР, НИИЭФА, НИКИЭТ, ТВЭЛ, НИЦ «Курчатовский институт», ГНЦ РФ ТРИНИТИ, ФТИ РАН, ИЯФ СО РАН, ИПФ РАН, МИФИ, ВНИИКП, ГКМП, УТС-Центр и др. Ряд технологий BEST/CRAFT (ASIPP, Китай) (HTS и LTS сверхпроводники, криогеника, системы питания, ИЦН, роботы и др.) могут быть применены на TRT с большим экономическим эффектом.

Сооружение и эксперименты ITER, TRT и BEST, в сумме с опытом с других термоядерных проектов партнеров по ITER обеспечат в будущем успешное создание как чистого термоядерного, так и гибридного (синтез – деление) реакторов.

Работа выполнена в рамках работ по государственным контрактам с ГК «Росатом» от 20.03.2024 № Н.4а.241.19.24.1024 и от 17 апреля 2023 № Н.4к.241.09.23.1060.

<sup>\*)</sup> [DOI – тезисы на английском](#)