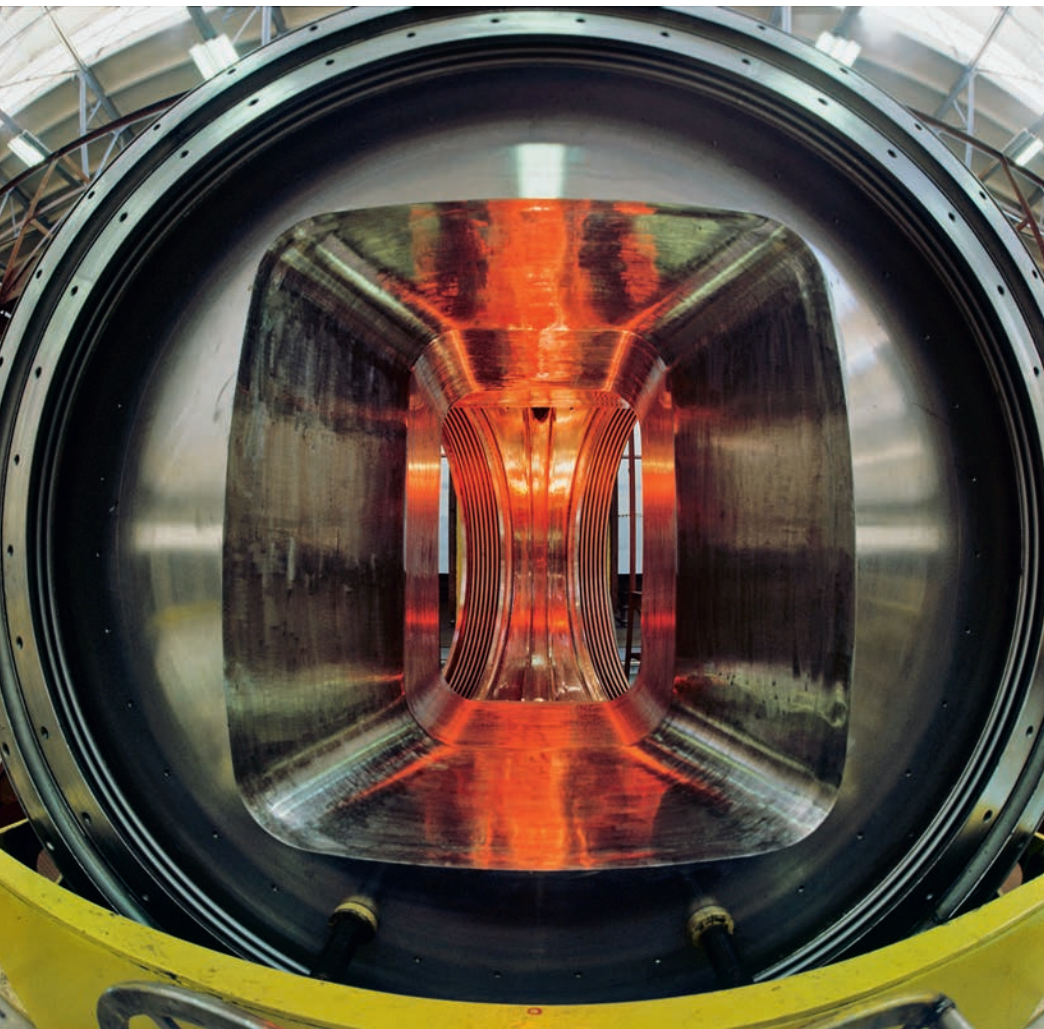




ЮРИ МАКАРОВ

чего можно ожидать, — появления в окружающей среде небольшого количества короткоживущего трития. Эвакуация населения не потребует.

Кроме работ, проводимых в Курчатковском институте в области УТС, направленных в конечном итоге на создание промышленной термоядерной электростанции, важным перспективным направлением является создание термоядерного источника нейтронов для гибридного реактора «синтез-деление». В гибридном реакторе с помощью термоядерных нейтронов с энергией 14 МэВ, образующихся в процессе реакций синтеза дейтерия и трития, можно будет производить топливо для тепловых атомных реакторов — уран-233 из тория-232, а также «дожигать» радиоактивные отходы из реакторов деления, то есть улучшать экологию существующей атомной энергетики.

КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ — РОДОНАЧАЛЬНИК ТОКАМАКОВ

Описанная технология УТС работает на токамаках (тороидальных камерах с магнитными катушками) — установках, принцип которых был предложен курчатовскими учеными Андреем Сахаровым и Игорем Таммом (Тамм в ИАЭ не работал) в начале 1950-х годов. В Курчатковском же институте была построена и первая исследовательская установка ТМП (тор с магнитным полем) — в 1955 году под руководством Игоря Головина и Натана Явлинского. Игорь Головин стал и автором названия «токамак».

В 1955–1965 годах в Курчатковском институте было построено девять установок.

На установке Т-3А, усовершенствованной версии установки Т3, под руководством академика Льва Арцимовича в 1968 году была получена рекордная температура электронов — 1 кэВ (10 млн °С), а также впервые — термоядерные нейтроны.

В сентябре 1969 года в Дубне прошел международный симпозиум по тороидальным системам — он ознаменовался триумфом токамаков, после него токамаки стали основными устройствами для развития термоядерных технологий.

В 1978 году в Курчатковском институте на самом крупном в тот момент токамаке Т-10 при мощности электронно-циклотронного нагрева плазмы 2 МВт была впервые в мире получена плазма с электронной температурой в центре плазменного шнура 10 кэВ (100 млн °С) — такая, какая и ожидается в термоядерном реакторе.

ТОКАМАК Т-15, ВИД ИЗНУТРИ

В 1979 году в Курчатковском институте появился и первый в мире токамак Т-7 со сверхпроводящей обмоткой тороидального поля — на основе ниобий-титанового сверхпроводника. Эта идея была развита на токамаке Т-15, одном из крупнейших в мире, который начал работу в 1988 году: он обладал сверхпроводящей обмоткой тороидального поля на основе ниобий-оловянного сверхпроводника с циркуляционным охлаждением. Благодаря успешной работе сверхпроводящей обмотки Т-15 в международном реакторе ITER будут также использоваться магниты с применением ниобий-оловянного сверхпроводника. Особенно важно, что Т-15 показал техническую возможность создания токамака со сверхпроводящей обмоткой с размерами и характеристиками, соответствующими требованиям уже промышленных энергетических термоядерных и гибридных установок.

ПЕРСПЕКТИВЫ УТС И ТЕРМОЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В январе 2016 года программа «Развитие управляемого термоядерного синтеза и плазменных технологий на период 2019–2025 годов и на перспективу до 2035 года», инициированная в Национальном исследовательском центре «Курчатковский институт», получила одобрение президента России Владимира Путина. Вместе с госкорпорацией «Росатом» и организациями Российской академии наук Курчатковский центр к 2035 году создаст гибридную реакторную установку, в которой плазма с термоядерными параметрами будет удерживаться не менее 24 часов, к этому же году Курчатковский центр предложит проект промышленной термоядерной электростанции.

Курчатковский центр участвует от России в международном проекте ITER, идею его создания инициировал и всеми силами продвигал в 1980-е годы один из главных мировых специалистов в области УТС — академик Евгений Велихов. Задача ITER заключается в демонстрации возможности коммерческого использования термоядерного реактора и решении физических и технологических проблем, которые могут встретиться на этом пути. Должна быть получена плазма с выделением термоядерной мощности на уровне 500 МВт (затраченная мощность — 50 МВт). ■

ПРОЕКТ ITER — ПОВТОРИТЬ СОЛНЦЕ



На сегодняшний день один из наиболее масштабных научно-технических проектов, в котором НИЦ «Курчатковский институт» осуществляет научное руководство от России, — это сооружение первого международного экспериментального термоядерного реактора нового поколения ITER. В инициированном Россией проекте участвуют: Европейский союз, Китай, Индия, Япония, Республика Корея, Российская Федерация и США.

Российским специалистам поручено изготовление 25 уникальных систем будущей установки, в этом процессе задействовано более 30 ведущих научно-технических учреждений, предприятий и комплексов со всей страны: от Санкт-Петербурга до Новосибирска. В их числе — НИЦ «Курчатковский институт».

12 февраля 2008 года в НИЦ «Курчатковский институт» было подписано первое Соглашение о поставках сверхпроводника для катушек тороидального поля ITER. С того момента кооперацией российских предприятий было произведено 28 штатных длин сверхпроводника общим весом более 120 тонн, высочайшее качество и стабильность характеристик которого не раз подтверждались испытаниями.

Специалисты НИЦ «Курчатковский институт» проводили серию уникальных вакуумных испытаний сверхпроводника тороидального поля магнитной системы ITER на специальном оборудовании, став победителем международного конкурса в этой области. Производство проводника тороидального поля осуществлялось с 2011 года кооперацией российских предприятий и организаций: ВНИИМ им. А. А. Бочвара, АО ТВЭЛ, Чепецкий механический завод, ВНИИП, ИФВЭ НИЦ «Курчатковский институт».

Всего за пять лет российские предприятия изготовили 28 штатных (единичных) длин проводника общим весом более 120 тонн.

Современно оснащенная линия джекетирования была построена на территории ИФВЭ НИЦ «Курчатковский институт» в Протвино.

Токонесущие элементы для катушек ТП производятся посредством затягивания сверхпроводящего кабеля в трубную стальную оболочку длиной до 800 м.

Изготовленные токонесущие элементы проходили заключительные испытания на площадке НИЦ «Курчатковский институт» в Москве.

В середине 2015 года в ИФВЭ НИЦ «Курчатковский институт» завершили джекетирование последней единичной длины проводника тороидального поля для ITER.

Всего до конца 2015 года было выпущено около 18 км таких элементов.

После серии испытаний сверхпроводник был отправлен в Италию для изготовления катушек тороидального поля магнитной системы для ITER. Таким образом, российская сторона завершила выполнение обязательств по производству данного компонента установки.



ЮРИ МАКАРОВ

АКАДЕМИК Е. П. ВЕЛИХОВ, КРУПНЕЙШИЙ СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ И УТС, ПОЧЕТНЫЙ ПРЕЗИДЕНТ НИЦ «КИ»