

УДК 621.039.6

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР ITER

Гуторов М.С.

Научный руководитель – Седнин В.А.

Управляемый термоядерный синтез (УТС) — синтез более тяжёлых атомных ядер из более лёгких с целью получения энергии. Энергия синтеза рассматривается многими исследователями в качестве «естественного» источника энергии в долгосрочной перспективе. Для инициирования (зажигания) реакции синтеза необходимо нагреть газ из смеси дейтерия и трития до температуры выше 100 миллионов градусов Цельсия. Для решения этой задачи были придуманы «магнитные бутылки», получившие название «Токамак».

ITER (ИТЭР) — проект международного экспериментального термоядерного реактора. Намеченная проектировщиками мощность установки составляет 500 МВт (при затрате энергии на входе системы всего около 50 МВт). Как итог, проект позволяет получить десятикратный выигрыш в энергии, по сравнению с затрачиваемой на поддержание реакции. Реактор ITER создается консорциумом, в который входят Европейское Сообщество, Япония, Россия, США, Китай, Южная Корея и Индия. ITER относится к термоядерным реакторам типа «токамак». Два ядра: дейтерия и трития сливаются, с образованием ядра гелия (альфа-частица) и высокоэнергетического нейтрона.

Сооружения ITER будут располагаться на 180 га. Наиболее важная часть — сам токамак и все служебные помещения — будут располагаться на площадке в 1 километр длиной и 400 метров шириной. В целом, сооружения ITER будут представлять собой 60-метровый колосс массой 23 тыс. тонн.

Стройку, стоимость которой первоначально оценивалась в 5 миллиардов евро, первоначально планировалось закончить в 2016 году, однако затем срок начала экспериментов сдвинулся к 2020 году.

Основной целью постройки реактора ITER является демонстрация уже достигнутых успехов в управлении плазмой и возможности реального получения энергии в термоядерных устройствах на основе существующей аппаратуры.

Испытания должны подтвердить, что непрерывная работа реактора в устойчивом режиме может быть обеспечена реально (с экономической и технической точек зрения это требование представляется очень важным), а запуск установки можно будет осуществлять без огромных затрат энергии.

Создание материалов для термоядерной установки является очень сложной задачей, поскольку они должны работать в течение многих лет при непрерывной бомбардировке интенсивным потоком нейтронов. В 1990-х годах было обнаружено, что высокой стойкостью при этих условиях могут обладать также некоторые сорта стали, имеющие специфический тип кристаллической решетки. Испытания на реакторах подтвердили, что детали, изготовленные из таких типов стали, действительно могут работать в требуемых условиях в течение примерно пяти лет без замены. С учетом далекой перспективы, необходимо разрабатывать композиты из карбида кремния, способные выдерживать очень высокие температуры (возможно, выше 1000°C). Это позволит значительно повысить термодинамическую эффективность установок, что является основной целью конструкторов.

Стоимость производимой электроэнергии, по оценкам самих авторов проектов, изменялась в широких пределах: от 9 евроцентов/кВт до 5 евроцентов/кВт, но предполагается, что эта цена будет уменьшаться по мере развития технологий. Можно сделать

общий вывод, что создание термоядерных станций вполне разумно с точки зрения экономики, особенно если учесть их важность для сохранения окружающей среды.

Уже сейчас выработана вполне разумная и упорядоченная программа действий, которая должна привести к созданию прототипа термоядерной электростанции. В этом случае, примерно через 30 лет мы сумеем впервые подать электрический ток от нее в энергетические сети.