**Судьба термоядерного синтеза**

Виктор Лаврус

Идея создания термоядерного реактора зародилась в 1950-х годах. Тогда от нее было решено отказаться, поскольку ученые были не в состоянии решить множество технических проблем. Прошло несколько десятилетий прежде, чем ученым удалось «заставить» реактор произвести хоть сколько-нибудь термоядерной энергии.

Схема Международного термоядерного реактора (ИТЭР)

Решение о проектировании Международного термоядерного реактора (ИТЭР) было принято в Женеве в 1985 году. В проекте участвуют СССР, Япония, США, объединенная Европа и Канада [1]. После 1991 года к участникам присоединился Казахстан. За 10 лет многие элементы будущего реактора удалось изготовить на военно-промышленных предприятиях развитых стран. Например, в Японии разработали уникальную систему роботов, способных работать внутри реактора. В России создали виртуальный вариант установки [2].

В 1998 году США по политическим мотивам прекратили финансирование своего участия в проекте. После того, как к власти в стране пришли республиканцы, а в Калифорнии начались веерные отключения электроэнергии [3, 4], администрация Буша объявила об увеличении вложений в энергетику. Участвовать в международном проекте США не намеревались и занимались собственным термоядерным проектом. В начале 2002 года советник президента Буша по технологиям Джон МарбургерIII заявил, что США передумали и намерены вернуться в проект [5, 6].

Проект по числу участников сравним с другим крупнейшим международным научным проектом – Международной космической станции. Стоимость ИТЭР, прежде достигавшая 8 миллиардов долларов, потом составила менее 4 миллиардов. В результате выхода из числа участников Соединенных Штатов было решено уменьшить мощность реактора с 1,5ГВт до 500МВт. Соответственно «похудела» и цена проекта.

В июне 2002 года в российской столице прошел симпозиум «Дни ИТЭР в Москве». На нем обсуждались теоретические, практические и организационные проблемы возрождения проекта, удача которого способна изменить судьбу человечества и дать ему новый вид энергии, по эффективности и экономичности сравнимый только с энергией Солнца [7].

Если участники договорятся о месте строительства станции и о начале ее строительства, то, по прогнозу академика Велихова, к 2010 году будет получена первая плазма. Тогда можно будет приступать к строительству первой термоядерной электростанции, которая, при благоприятном стечении обстоятельств, может дать первый ток в 2030 году.

В декабре 2003 года ученые, участвующие в проекте ИТЭР, собрались в Вашингтоне, чтобы окончательно определить место его будущего строительства. Агентство новостей ФрансПресс передало со ссылкой на одного из участников встречи, что принятие решение перенесено на 2004 год [8]. Очередные переговоры по этому проекту пройдут в мае 2004 года в Вене. Реактор начнут создавать в 2006 году и планируют запустить в 2014.

**Принцип работы**

Термоядерный синтез\* – это дешевый и экологически безопасный способ добычи энергии. На Солнце уже миллиарды лет происходит неуправляемый термоядерный синтез – из тяжелого изотопа водорода дейтерия образуется гелий. При этом выделяется колоссальное количество энергии. Однако на Земле люди пока не научились управлять подобными реакциями.

Плазма в термоядерном реакторе

В качестве топлива в реакторе ИТЭР будут использоваться изотопы водорода. В ходе термоядерной реакции энергия выделяется при соединении легких атомов в более тяжелые. Чтобы добиться этого, необходимо разогреть газ до температуры свыше 100 миллионов градусов – намного выше температуры в центре Солнца. Газ при такой температуре превращается в плазму. Атомы изотопов водорода при этом сливаются, превращаясь в атомы гелия с выделением большого количества нейтронов. Электростанция, работающая на этом принципе, будет использовать энергию нейтронов, замедляемых слоем плотного вещества (лития) [9].

Термоядерный синтез, научно-техническая проблема осуществления синтеза легких ядер с целью производства энергии. Решение проблемы будет достигнуто в плазме при температуре Т>108К и выполнении критерия Лоусона (nτ>1014см–3с, где n – плотность высокотемпературной плазмы; τ – время удержания ее в системе). Исследования проводятся в квазистационарных системах (τ>1с, n+>1014см–3) и импульсных системах (τ≈108с, n>1022см–3). В первых реакторах (токамаки, стеллараторы, зеркальные ловушки и т.д.) удержание и термоизоляция плазмы осуществляются в магнитных полях различной конфигурации. В импульсных системах плазма создается при облучении твердой мишени (крупинки смеси дейтерия и трития) сфокусированным излучением мощного лазера или электронными пучками: при попадании в фокус пучка малых твердотельных мишеней происходит последовательность термоядерных микровзрывов.

На строительство станции уйдет как минимум 10 лет и 5млрд долларов. За престижное право быть родиной гиганта энергетики соревнуются Франция и Япония.

**Место стройки**

С предложениями разместить реактор на своих территориях выступили Канада, Япония, Испания и Франция.

Канада обосновывает необходимость разместить реактор на своей территории тем, что именно в этой стране находятся значительные запасы трития, являющегося отходом атомной энергетики. Строительство термоядерного реактора позволит их утилизировать.

В Японии, по сообщениям агентства «Киодо цусин», три префектуры вели отчаянную борьбу за право строительства реактора у себя. В то же время жители северного острова Хоккайдо выступали против возведения его на их земле.

В ноябре этого года Европейский союз рекомендовал французский город Кадараш в качестве будущего места строительства. Однако как пойдет голосование, предсказать трудно. Ожидается, что эксперты будут принимать решение на основе сугубо объективных научных фактов, однако политическая подоплека может также сказаться на голосовании. США уже высказались против того, чтобы отдать строительство реактора Франции, припоминая ее раскольническое поведение во время конфликта в Ираке.

«У нас есть уже существующая научная и техническая структура, компетентность и опыт, что является гарантом выполнения намеченных сроков», – сказал министр исследований Франции.

Япония также имеет ряд преимуществ – Роккашо-мура находится рядом с портом и рядом с военной базой США. К тому же японцы готовы вложить в проект куда больше денег, чем Франция. «Если будет выбрана Япония, мы покроем все необходимые расходы», – заявил министр науки и образования Японии.

Представитель правительства Франции рассказал журналистам, что перед встречей он провел «очень интенсивные переговоры на высоком уровне». Однако, по некоторым данным, все страны, кроме Евросоюза, предпочтительней относятся к Японии, чем Франции.

**Экологическая безопасность**

Новая установка, по оценке ученых, экологически более безопасна, нежели работающие сегодня ядерные реакторы. В качестве отработанного топлива в установке ITER образуется гелий, а не его изотопы, которые нужно хранить в специальных хранилищах десятки лет.

Ученые считают, что запасы топлива для таких электростанций практически неисчерпаемы – дейтерий и тритий легко добываются из морской воды. Килограмм этих изотопов может выделить столько же энергии, сколько 10млн кг органического топлива.

**Список литературы**

Международный термоядерный реактор (ИТЭР).

Ардаев В. Решается судьба первого термоядерного. Русская служба Би-би-си. Технологии, 2002.

Коляндр А. «Сверхдержава с энергетикой третьего мира». НиТ, 2003.

Ардаев В. Термоядерный реактор к 2010 году? Русская служба Би-би-си. Технологии, 2001.

Захарченко А. Предварительные итоги расследования энергозатмения августа 2003. НиТ. 2003.

Уайтхаус Д. Китай и США вошли в термоядерный проект. Русская служба Би-би-си. Технологии, 2003.

Уайтхаус Д. Термоядерный реактор: США передумали? Русская служба Би-би-си. Технологии, 2002.

Судьбу уникального реактора не решили. Русская служба Би-би-си. Технологии, 2003.

Термоядерная реакция в пробирке. Русская служба Би-би-си. Технологии, 2002.