

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕРМОЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Михайлов Алексей Алексеевич

студент

Смирнова Мария Юрьевна

студентка

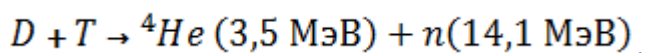
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары

Аннотация. Прошло более 60 лет с тех пор, как впервые был осуществлен термоядерный синтез. Сегодня пришло время, когда нам открывается путь к промышленному внедрению термоядерной энергетики. Эйфория, охватившая общество после успехов в создании термоядерного оружия и освоения первых атомных реакторов деления, коснулась и ученых-плазмистов, обещавших старт термоядерной энергетики через 20 лет. Однако практика научного развития еще раз показала, как осторожно надо подходить к такого рода предсказаниям. Статья рассматривает современное состояние и перспективы термоядерной энергетики, ее достоинства, проблемы и возможное место в энергетической системе мира.

Ключевые слова: ИТЭР, ТОКАМАК, основы термоядерного синтеза, проблемы и перспективы термоядерного синтеза.

Введение. Создание полностью автономного термоядерного синтеза на Земле было явно недооценено. Ушли десятилетия, а вместе с ними и множество исследований процессов, происходящих в плазме, до того, как возникла новая область физики – физика горячей плазмы. Именно она способствовала развитию термоядерных установок, а также помогла привести их показатели к достаточно близким для того, чтобы создавать термоядерные реакторы.

Основы термоядерного синтеза. За основу термоядерной энергетики взяты реакции слияния некоторых ядер. Наиболее отличительным эффектом обладает слияние ядер изотопов водорода – дейтерия и трития [1]:



Под температурой 50млн °С они превращаются в плазму, что приводит к образованию 17,6 МэВ энергии. Благодаря стольким высоким показателям дейтерий и тритий являются топливом для термоядерного реактора.

В 1951 году А.Д. Сахаров и В.Е. Тамм предположили возможность удержания плазмы в тороидальной камере, которая в свою очередь помещена в продольное магнитное поле. А уже в 1954 году, на основе их предложения, в Курчатовском институте начали активно развиваться плазменные системы с незамудренным названием «ТОКАМАК» (ТОроидальная КАмера с

МАгнитными Катушками), которые после начали применяться во всем мире повсеместно для создания термоядерного синтеза.

ТОКАМАК. К 1969 году уже насчитывалось несколько возможных разнообразных способов удержания плазмы, но именно токамак был явным лидером на фоне остальных. Этот фактор сыграл роль важную роль в истории токамака. На сегодняшний день в мире существует уже более 300 таких установок [6].

Одним из наиболее весомых достижений токамаков стало изобретение сверхпроводящих соленоидов. Изначально, такой метод был опробован на токамаке Т-7, а потом и на Т-15 под руководством Н.А. Черноплекова. Результатом стало получение стационарных режимов индукционных электрических полей длительностью до нескольких часов на малом токамаке «ТРИАМ-М» (Япония) и до нескольких минут – на «Тор Супра» (Франция).

Сегодня, рекорд по удержанию плазмы принадлежит корейскому токамаку KSTAR, который удержал ее на 70 секунд [4].

ИТЭР. 2001 год навсегда войдет в историю науки о термоядерном синтезе, как год, в котором впервые, в результате огромной и непомерно тяжелой, но очень эффективной работы объединения физиков и инженеров разных стран (Россия, США, ЕС, Япония), была окончена разработка ИТЭР. А уже в 2007 году, на юге Франции, был дан старт началу строительства наимасштабнейшего проекта в истории человечества [5].

150 миллионов градусов – именно при такой температуре будет происходить реакция внутри этой машины. А магнитное поле будет приблизительно в сотни тысяч раз больше, чем у нашей родной планеты [3].

В основу этого проекта легли многочисленные эксперименты и исследования в области токамаков. ИТЭР имеет следующие проектные задачи: тестирование системы самообеспечения реактора тритием, выход на мощности 500-700 МВт в течение 400-3000с, диагностика возможности осуществления стационарного поддержания работы реактора, испытания возможности осуществления стационарного поддержания работы реактора.

Предположительно к 25 году строительство установки будет окончено.

Проблемы и перспективы термоядерного синтеза. Многолетние исследования, а также мощнейшая база физических и технологических данных предоставляют нам возможность сделать определенные выводы о минусах и плюсах возможности существования термоядерных реакторов.

Термоядерная энергетика, на фоне уже известных нам способов добычи энергии, смотрится более чем бодро. Достаточно будет лишь упомянуть, что 86 грамм дейтерия-тритиевой смеси производят такое же количество энергии, сколько и при сжигании 1000 тонн угля. К достоинствам термоядерной энергетики можно отнести следующее [1]:

1. Отсутствие эмиссии парниковых газов.
2. Станцию можно размещать в непосредственной близости от населенного пункта. Расчёты показывают, что даже при раскрытии камеры реактора в атмосферу поступит не более 50 г трития.
3. До 60-80% предполагаемых конструкционных материалов могут быть подвергнуты ручной переработке менее чем через 100 лет выдержки.
4. Практическая неограниченность ресурсов топлива (дейтерий, тритий) и материалов для сооружения реактора снижает опасность межгосударственных политических конфликтов в борьбе за энергообеспечение своих стран.

Но не смотря на свои плюсы, термоядерный синтез, как любой процесс, имеет за собой ряд некоторых минусов. К таким можно отнести малую проблему разрушения первой стенки реактора в токамаке и дивертора. Из-за чего, реактору необходимо иметь внушительные размеры. Не говоря уже о том, что в ходе процесса удержания плазмы, стенки камеры и дивертора будут, скорее всего, подвергаться частым износам и замене.

Также, важным фактором, который следовало бы отнести к минусам, является то, что мощность термоядерной электростанции должна быть не ниже 1–1,5 ГВт. Станции такой мощности не имеют эффективности в обеспечении районов с малым населением.

Поэтому, рассуждая о будущем, нельзя сказать, что вся энергетика сведется к термоядерным источникам.

Заключение. Создание термоядерной энергетики – беспрецедентное событие в истории человечества. Эксперименты на ИТЭР дадут ответ на ключевые физические вопросы термоядерного реактора и позволят возвести первый демонстрационный термоядерный реактор DEMO – последний шаг перед сооружением промышленных термоядерных электростанций. Задачами DEMO является опытно-промышленная демонстрация работоспособности термоядерной электростанции, а также уточнение физико-технологических и экономических характеристик проектируемых промышленных реакторов. А уже опыт работы на DEMO послужит основанием для проектирования первой промышленной станции. Её сооружение ожидается в 2045-2050 гг. [2]

Список литературы:

1. Термоядерная энергетика. URL: <https://goo-gl.ru/5h2N>
2. Ближайшее будущее УТС. URL: <http://lib.convdocs.org/docs/index-84444.html?page=9>
3. Международный экспериментальный термоядерный реактор. URL: <https://goo-gl.ru/5h2P>
4. На токамаке KSTAR поставили мировой рекорд по удержанию плазмы. URL: <https://nplus1.ru/news/2016/12/20/verylongfusion>

5. ИТЭР — международный термоядерный реактор (ITER). URL: <https://spacegid.com/iter-mezhdunarodnyiy-termoyadernyyi-reaktor-iter.html>
6. Tokamak. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tokamak>