



ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЯЕМОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА, УСТАНОВКА «ТОКАМАК»

Выполнил: Бернадский Андрей

УПРАВЛЯЕМЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ

Управляемый термоядерный синтез, процесс слияния лёгких атомных ядер, происходящий с выделением энергии при высоких температурах в регулируемых, управляемых условиях. Скорости протекания термоядерных реакций малы из-за кулоновского отталкивания положительно заряженных ядер. Поэтому процесс синтеза идёт с заметной интенсивностью только между лёгкими ядрами, обладающими малым положительным зарядом и только при высоких температурах, когда кинетическая энергия сталкивающихся ядер оказывается достаточной для преодоления кулоновского потенциального барьера. В природных условиях термоядерные реакции между ядрами водорода (протонами) протекают в недрах звёзд, в частности во внутренних областях Солнца, и служат тем постоянным источником энергии, который определяет их излучение. Сгорание водорода в звёздах идёт с малой скоростью, но гигантские размеры и плотности звёзд обеспечивают непрерывное испускание огромных потоков энергии в течение миллиардов лет.

С несравненно большей скоростью идут реакции между тяжёлыми изотопами водорода (дейтерием ${}^2\text{H}$ и тритием ${}^3\text{H}$) с образованием сильно связанных ядер гелия:



ПРОБЛЕМЫ УТС И УСТАНОВКА «ТОКАМАК»

Сама по себе идея термоядерного синтеза кажется простой. Нужно заставить ядра сойтись на расстояние примерно в 10^{-11} см и синтезироваться в одно ядро. В процессе слияния выделяется избыток энергии. В принципе, синтезироваться способны все элементы начала таблицы Менделеева. Однако легче всего реакции синтеза могут идти между ядрами изотопов водорода - дейтерия и трития. Но для этого нужно ни много ни мало нагреть смесь этих ядер до 100 млн. градусов Цельсия. А для реакции синтеза на чистом дейтерии и того больше - до миллиарда!

В этом-то и состоит главная трудность. Нагреть вещество до таких температур - задача сама по себе фантастическая!

Даже в недрах солнца "прохладней" - не более 20 млн. градусов. Уже при нескольких тысячах градусов вещество становится плазмой - хаосом из электронов и ядер, которые с огромными скоростями мечутся и сталкиваются внутри камеры. И хаос этот становится активнее с ростом температуры. На Солнце этот хаос сдерживается силой гравитации. А как же сдержать его в искусственных условиях?

Плазма также обладает высокой теплопроводности она мгновенно отдает свою энергию стенкам камеры и остывает.

Итак, главная задача - нагреть плазму до нужной температуры и не давать ей коснуться стенок столько времени, сколько нужно для того, чтобы успело прореагировать достаточное количество ядер дейтерия и трития и произошла реакция с выделением огромной энергии

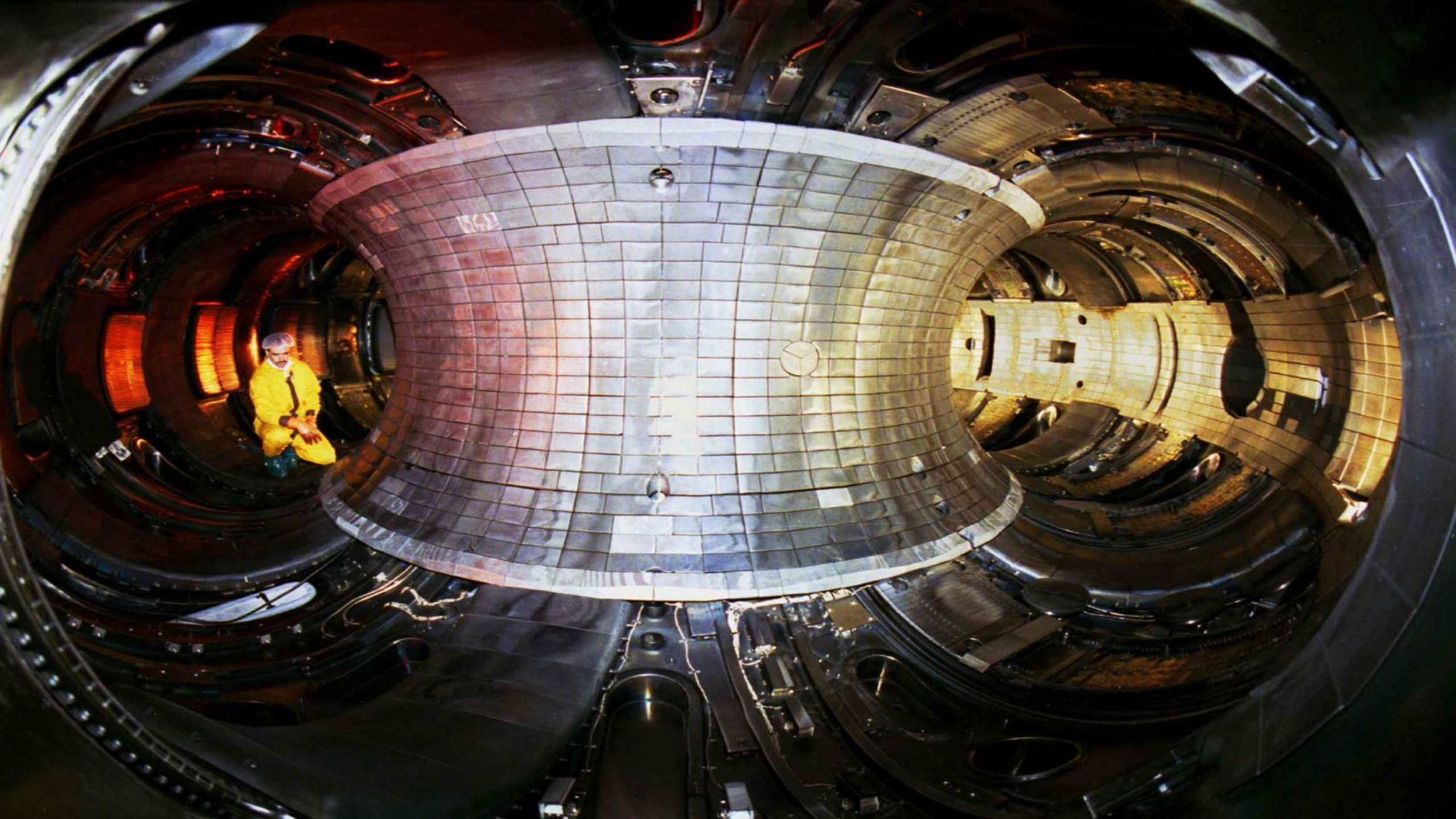
Решению этой задачи и служит идея, которая наилучшим образом работает в установках "Токамак". (Это слово образовано из первых слогов названия установки "ТОроидальная КАмера с МАгнитным полем").

В однородном магнитном поле частицы движутся вдоль силовых линий, закручиваясь вокруг них. Поэтому, если создать систему замкнутых магнитных силовых линий, то в принципе с их помощью можно удерживать плазму в некотором ограниченном объёме.

«ТОКАМАК» КОНСТРУКЦИЯ



Внешне он похож на большой трансформатор с железным замкнутым сердечником и обмоткой, по которой пропускают очень сильный ток. Вместо вторичной обмотки трансформатора пустотелая тороидальная камера, напоминающая большой бублик.



Внутри этой камеры добиваются перехода вещества в плазменное состояние. До необходимой температуры плазму разогревают сильным электрическим разрядом, мощными токами сверхвысокой частоты и другими способами. А сильное магнитное поле сжимает плазму в плотный кольцевой шнур.

На первый взгляд установка «Токамак» кажется простой. Грубо говоря, так оно и есть, если забыть на время о реальном устройстве, о конструкции, требующей уникальных материалов; забыть о том невообразимо горячем веществе, что укрощается в «бублике».

Но не все получалось сразу, плазма никак не желает признавать магнитных стенок. Она просачивалась не успевая нагреться до нужной температуры. На модернизацию, усовершенствование установки и решение многих задач было потрачено три десятилетия. И к каждой задаче, которую надо было решать, можно было применить слово «впервые».

Например, впервые предстояло научиться создавать сверхсильное магнитное поле в довольно больших камерах. Причём поле в высшей степени симметричное.

Был и такой период, когда плазма, надёжно удерживаемая магнитным полем, никак не хотела нагреваться выше всего лишь нескольких миллионов градусов.

А так же проблемы с первой стенкой так называемого реактора.

На создание мощных магнитных полей уходит львиная доля энергии, потребляемой «Токамаком», и пока он больше берёт, чем отдает.

В 1975 году в Институте атомной энергии была пущена установка "Токамак-10". На этой установке удалось получить плазму с рекордной для того времени температурой - 15 миллионов градусов Цельсия. Сейчас новая установка - "Токамак-15" - строится в Институте атомной энергии. Объём плазменного "бублика" в нём будет примерно в пять раз больше, чем в Т-10.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

