

## Глава 522. Выбрать нестандартный путь

Главный инженер Ван покинул научно-исследовательский институт STAR с чертежом. В тот же день он вылетел обратно в штаб-квартиру Китайской национальной ядерной корпорации в Пекине и связался с экспертами по феррожидкости из инженерной академии. Они начали обсуждать целесообразность применения технологию электроэнергии из феррожидкости на термоядерном устройстве.

Однако, хотя их руководитель уехал, группа из Китайской национальной ядерной корпорации все еще оставалась в Цзиньлине. Они работали с исследователями института STAR и обсуждали технические вопросы.

В то же время на стеллараторе проводили эксперименты.

После того как институт получил достаточное финансирование исследований, он проводил эксперименты почти каждые три дня, используя водород и гелий в качестве объектов исследования для наблюдения за различными свойствами плазмы в стеллараторе.

Чтобы собрать ценные данные, Лу Чжоу даже потребовал добавить миллиграмм драгоценной смеси дейтерия с тритием в камеру реакции, что создавало риск повредить материал первой стенки.

Фактически, этот эксперимент действительно вызвал некоторые повреждения стелларатора. К счастью, они оказались исправимы. Но даже в таком случае потребовался месяц ремонта.

Конечно, даже если цена высока, результаты того стоили.

Они не только подтвердили возможность зажигания термоядерной реакции, но и получили лист лития, который поразил пучок нейтронов, несущий энергию 14 МэВ.

Научно-исследовательскую ценность листа лития нельзя измерить деньгами.

Они, вероятно, единственный институт в Китае, который мог проводить такие экстравагантные эксперименты.

Этот с трудом добытый лист лития спокойно лежал на специально обработанном кислородном предметном стекле под микроскопом, а работник в защитной одежде смотрел на него.

В изолированной лаборатории Лу Чжоу и другие исследователи стояли перед компьютером. На экране компьютера они наблюдали цифры и графики, полученные с помощью сканирующего

электронного микроскопа.

Как они и ожидали, первоначальная гладкая металлическая поверхность покрылась дырками.

Через инфракрасный спектрометр они даже смогли увидеть следы трития и гелия в металле.

К счастью это доказывало, что пучок нейтронов с энергией 14 МэВ действительно реагирует с литием-3. Это означало, что они смогли успешно восстановить часть трития, использованного в эксперименте.

К несчастью...

Они столкнулись с бесчисленными проблемами.

Профессор Ли Чанся посмотрел на графики на экране и тихо вздохнул.

— Готов поспорить, что он сломается, как только кто-нибудь к нему прикоснется.

Лу Чжоу посмотрел на с трудом полученные данные и ответил:

— Даже если бы в него не попал нейтронный луч, он не был бы таким прочным.

Шэн Сяньфу покачал головой:

— Проблема не только в уроне радиацией, но и в том, что восстановленного трития слишком мало. И самая главная проблема — даже не извлечение трития. Энергия, которую несет пучок нейтронов, слишком высока. Реагировала не только поверхность лития-3, но и внутренние слои. Даже если бы нужный нам тритий останется в материале, мы не сможем его извлечь.

Пучок нейтронов, несущий 14 МэВ энергии, был подобен ракете, металлы не могли справиться с этим монстром.

Кроме того, пучок нейтронов не только пробил отверстие в первой стенке, но и создал полое пространство внутри материала первой стенки, словно надул воздушный шар. Это может в конечном итоге привести к набуханию, охрупчиванию и даже осыпанию материала первой стенки, что способно привести к серьезным авариям.

Это одна из главных причин, почему материал оболочки стандартных реакторов нельзя использовать в термоядерном реакторе.

Материалы имели на пару порядков разницу в устойчивости к радиационным повреждениям.

С этого момента их исследования перешли в неизвестную область. Это означало, что больше не было никакой литературы, на которую они могли опираться. Все проблемы, начиная с этого момента, должны будут решаться ими самостоятельно.

Профессор Ли Чанся немного подумал и предложил:

— А что, если вместо этого мы используем молибден?

— Молибден не поможет, — Лу Чжоу тут же отверг эту идею. Он покачал головой и добавил, — молибден обладает хорошей термостойкостью, но он начинает производить радиоактивные элементы, когда подвергается нейтронному облучению.

Другой исследователь предположил:

— А как насчет вольфрама? Вольфрам обладает хорошими термостойкими свойствами, а его побочными продуктами являются осмий и рений, поэтому радиации нет!

Лу Чжоу даже не пришлось говорить самому. Уже Ли Чанся покачал головой:

— Это распространенное заблуждение. Вольфрам обладает хорошей термостойкостью, но он недостаточно пластичен. Тепловое напряжение приведет к появлению трещин на поверхности... Когда я проводил академический обмен в эксперименте токамака DIII-D, был конкретный исследовательский проект, касающийся этой проблемы. Короче говоря, вольфрам использовать нельзя.

В лаборатории снова воцарилась тишина.

Лу Чжоу, который все это время смотрел на данные на экране, внезапно спросил:

— Если мы не можем удержать пучок нейтронов внутри стелларатора, почему бы нам не пропустить его?

— Пропустить? — Шэн Сяньфу помолчал секунду и улыбнулся, качая головой. — Если мы позволим им пройти через стенку, то как мы восстановим нейтроны, полученные в результате реакции?

Утилизация дейтерий-тритиевых нейтронов, образующихся при термоядерной реакции, ключевая часть технологии термоядерного синтеза. В конце концов, цена трития в десятки тысяч долларов выше, чем у дейтерия, и продавался он по граммам, по цене 30 000 долларов за грамм. (Цена 2017 года)

Если бы они не смогли восстановить нейтроны, генерируемые реакцией, они не только потеряли бы большое количество энергии, но и реактор также "остановится" из-за потери трития.

В идеальном термоядерном реакторе и тритий, и нейтроны должны сохраняться в качестве промежуточного продукта. Конечными отходами должны быть только гелий и тепло.

Поэтому они не должны просто пропускать нейтроны, они должны сохранять их, несмотря ни на что.

Лу Чжоу улыбнулся на слова Шэн Сяньфу.

— Позволить им пройти через стенку не значит отпустить их. Теоретически, независимо от конструкции первой стенки, мы не можем избежать повреждений металлических связей пучком нейтронов. Кроме того, способность металлов к самовосстановлению слишком мала, не говоря уже о проблеме метаморфоза.

— Следовательно, почему бы не сделать материал первой стенки из чего-то, что позволяет нейтронам проходить сквозь него и обладает сильной способностью к самовосстановлению. Затем мы можем использовать жидкий литий для восстановления нейтронов за первой стенкой. Что касается стороны за пределами жидкого лития, мы можем использовать слой металлического бериллия для отражения непрореагировавших нейтронов, проникающих в слой жидкого лития.

Эта конструкция эквивалентна помещению жидкого лития между первой стенкой и бериллием.

Шэн Сяньфу опустил голову и некоторое время размышлял над этим предложением. Он посчитал, что этот метод кажется осуществимым, но он также чувствовал, что присутствовали проблемы.

Он немного подумал и пришел к двум наиболее очевидным проблемам.

— Но где мы можем найти материал, который пропускает нейтроны и обладает большими возможностями самовосстановления? Даже после использования лития в качестве материала первой стенки, мы все еще не можем решить проблему радиационных повреждений. Кроме того, как вы только что сказали, после того, как мы восстановим тритий, как мы перенесем тритий обратно в реактор?

Когда Лу Чжоу услышал эти два вопроса, он улыбнулся:

— Вторую проблему легко решить. При температуре жидкого лития и трития, гелий находится в газообразном состоянии. Они несовместимы друг с другом. Мы просто должны приложить слабую силу к нейтронам внутри жидкого лития и транспортировать нейтроны к верхней части реактора. Потом нам просто нужно переработать газ, который вышел из реактора.

Образовавшийся тритий и отработавший газ гелия будут затем впрыскиваться в камеру реакции для ионизации. Что касается удаления гелия из реактора, то это работа дивертора.

Что касается выбора дивертора водяного охлаждения, вольфрам-медного дивертора или любого другого дивертора, то этот выбор будет зависеть от конкретных потребностей. Даже при том, что эта часть решающая, это не что-то такое, что они не могли решить.

Лу Чжоу помолчал секунду и заговорил вновь:

— Что касается первого вопроса, мы не найдем нужный материал в сплавах. Так как насчет того, чтобы отказаться от металла вообще?

Все в лаборатории, включая Ли Чанся и Шэн Сяньфу, впали в ступор.

Избавиться от металла?

Это...

Это же слишком прогрессивно?

— Мы не будем использовать металл? — Профессор Ли Чанся удивленно посмотрел на Лу Чжоу, — Тогда что же мы будем использовать?

Керамику?

Несмотря на то, что другие исследовательские институты пытались использовать керамику и добились хороших результатов, убийственным фактором являлась плохая теплопроводность керамики.

Если они не смогут выделить тепло из реактора, у них возникнут другие проблемы.

— Используем углерод, — Лу Чжоу помолчал немного и уверенно заявил, — Если точнее, то композиты из углеродного волокна!

Лу Чжоу не прямо сейчас пришла такая мысль. Он думал об этом уже давно, еще тогда, когда работал с профессором Кербером в Научно-исследовательском институте Венделштейн 7-Х.

Ядро углерода относительно стабильное. Оно не так легко реагировало с нейтронами. Кроме того, оно может выступать в качестве буфера для нейтронного пучка, поэтому, когда нейтронный пучок будет контактировать с жидким литием, большая часть пучков нейтронов не разрушится его напрямую.

Энергия, уменьшенная слоем углеродного волокна, будет высвобождаться в виде тепловой энергии. Благодаря хорошей теплопроводности тепловую энергию, генерируемая внутри реактора, можно легко отвести.

Он также обладал хорошими термостойкими свойствами.

Когда оно не подвергался воздействию воздуха и окислителей, углеродное волокно могло выдерживать температуру свыше 3000 градусов. Это сравнимо с температурой плавления вольфрама, что отвечало требованиям к материалу!

Лу Чжоу посмотрел на людей в лаборатории:

— Уберите металл с первой стенке. Используйте углеродное волокно в качестве основного материала. Затем залейте жидкий литий в средний слой и используйте бериллий на внешнем слое, чтобы отразить нейтроны. Защитный слой изготовим из смеси парафина и карбида бора, покрытую специальным цементом. Если все это будет успешно, мы решим проблему с удержанием трития!

Что касается разработки композита из углеродного волокна и самовосстанавливающегося компонента, то этот исследовательский проект будет проводиться отделом исследований материалов Института перспективных исследований.

Несмотря на то, что проблема серьезная, у Лу Чжоу возникло чувство, что он сможет ее решить!

Профессор Ли Чанся не мог удержаться и сказал:

— Это слишком...

Он хотел сказать, что это слишком прогрессивно.

Однако, прежде чем он успел закончить, Шэн Сяньфу перебил его:

— Нет, может быть... это работает!

Шэн Сяньфу потер подбородок пальцем, и его глаза загорелись.

— Я читал статьи по замене вольфрамовых и стальных конструкций углеродными волокнами. Международное научное сообщество с оптимизмом смотрит на этот технический маршрут, как и на нанокерамику! Однако использование композитов из углеродного волокна для полной замены металла в качестве основного материала реактора и для того, чтобы позволить пучку нейтронов вступить в реакцию с литием за пределами первой стенки, а затем восстанавливать тритий... Впервые я слышу о чем-то подобном.

Трудность, связанная с чем-то подобным, высока. Им придется столкнуться с проблемами композитных материалов из углеродных волокон. Например, с проблемой температуры. Композитный материал из углеродного волокна имел рабочую температуру около 3000 градусов, в то время как температура кипения металлического лития составляла всего 1340 градусов.

Если они не смогут вовремя отвести тепло, жидкий литий может испариться из-за чего может попасть в реактор вместе со смесью трития и гелия. Это может взорвать весь реактор...

Существовала также проблема изменения объема из-за затвердевания жидкого лития во время остановки устройства...

Однако, как и сказал Лу Чжоу, эта идея вполне осуществима.

По крайней мере, стоило попробовать!

Внимание! Этот перевод, возможно, ещё не готов.

Его статус: перевод редактируется

<http://tl.rulate.ru/book/26441/1124602>