**ОГЛАВЛЕНИЕ**

### Введение 3

Глава I: элементарные частицы и история

Немного истории 5

Строение атома 6

Глава II: термоядерные реакции

Виды термоядерных реакций 8

Протон-протонная реакция 9

Углеродно-азотный цикл 10

Глава III: солнечная энергия

Термоядерные реакции на более тяжёлых элементах 14

Первые опыты использования солнечной энергии 15

Преобразование солнечной энергии в теплоту, работу

и электричество 15

Заключение 18

Список используемой литературы 19

**ВВЕДЕНИЕ**

Рождение энергетики произошло несколько миллионов лет тому назад, когда люди научились использовать огонь. Огонь давал им тепло и свет, был источником вдохновения и оптимизма, оружием против врагов и диких зверей, лечебным средством, помощником в земледелии, консервантом продуктов, технологическим средством и т.д.

На протяжении многих лет огонь поддерживался путем сжигания растительных энергоносителей (древесины, кустарников, камыша, травы, сухих водорослей и т.п.), а затем была обнаружена возможность использовать для поддержания огня ископаемые вещества: каменный уголь, нефть, сланцы, торф.

Прекрасный миф о Прометее, даровавшем людям огонь появился в Древней Греции значительно позже того, как во многих частях света были освоены методы довольно изощренного обращения с огнем, его получением и тушением, сохранением огня и рациональным использованием топлива.

Сейчас известно, что древесина - это аккумулированная с помощью фотосинтеза солнечная энергия. При сгорании каждого килограмма сухой древесины выделяется около 20 000 к Дж тепла, теплота сгорания бурого угля равна примерно 13 000 кДж/кг, антрацита 25 000 кДж/кг, нефти и нефтепродуктов 42 000 кДж/кг, а природного газа 45 000 кДж/кг. Самой высокой теплотой сгорания обладает водород 120 000 кДж/кг.

Человечеству нужна энергия, причем потребности в ней увеличиваются с каждым годом. Вместе с тем запасы традиционных природных топлив (нефти, угля, газа и др.) конечны. Конечны также и запасы ядерного топлива - урана и тория, из которого можно получить в реакторах-размножителях плутоний. Практически неисчерпаемы запасы термоядерного топлива - водорода, и вот, в "атомный" век, учёные смогли контролировать ядерный распад атомов и использовать большую энергию, выделяющуюся при этом процессе.

Эти реакции называются термоядерные. О них в дальнейшем и пойдёт речь. Само название уже говорит за себя, ведь слово "термоядерные" произошло от thermos, что означает температура. Таким образом, термоядерные реакции - это реакции, протекающие при большой температуре, когда кинетическая энергия атомов играет значительную роль. Как дальше будет показано энергия, которая выделяется при термоядерных реакциях, достигает колоссальных величин. Сейчас уже достоверно известно, что термоядерные реакции являются основным источником энергии в звёздах. Именно в них природа создаёт такие условия, при которых имеют место эти реакции. Основные примеры термоядерных реакций: ***протон-протонная цепочка*** (pp -цикл) и ***углеродно-азотный цикл*** Г. Бёте (CNO - цикл). В pp-цикле четыре протона образуют одно ядро гелия (при этом два протона должны превратиться в нейтроны). Такое соединение протонов в ядро гелия может идти различными путями, но результат один и тот же. Энергия, выделяющаяся при одной реакции:

Е = m\*c;



где m - это избыток массы четырех протонов над массой одного ядра гелия:

Е = (4\*1,00727647 - 4,002603267)\*931,5016 = 24,687 МэВ на одно ядро.

Эта энергия достаточно впечатлительная величина, если учесть, что интенсивность протекания рр-цепочки в звёздах очень велика.

В CNO-цикле ядро атома углерода, с массовым числом 12, является катализатором, т. е. в результате нескольких реакций ядро углерода последовательно захватывает 4 протона и, испытывая ядерный распад, опять становится С, испуская ядро He.



***ГЛАВА I. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ И ИСТОРИЯ***

**НЕМНОГО ИСТОРИИ**

В 1926 г. Эддингтон опубликовал свою книгу "The Internal Constitution of the Stars" ("Внутреннее строение звёзд"). В этой книге были блестяще изложены представления того времени о физических основах процессов, происходивших в звёздах. Сам Эддингтон внёс существенный вклад в формирование этих представлений. Ещё до него в принципе было ясно, как функционируют звёзды. Однако не было точно известно, откуда берётся энергия, которая поддерживает излучение звёзд.

Уже тогда было понятно, что богатое водородом звёздное вещество может быть идеальным источником энергии. Учёные знали, что при превращении водорода в гелий освобождается столько энергии, что Солнце и другие звёзды могут светить миллиарды лет. Таким образом, было ясно, что если разобраться, в каких условиях идёт слияние атомов водорода, то был бы найден великолепный источник энергии звёзд. Однако наука тех лет была ещё очень далека от того, чтобы осуществить превращение водорода в гелий в экспериментальных условиях.

Астрофизикам того времени оставалось только верить, что звёзды представляют собой гигантские ядерные реакторы. Действительно, нельзя было бы представить никакого другого процесса, который мог бы обеспечить энергией Солнца в течение миллиардов лет. Наиболее последовательно это мнение выразил Эддингтон. Он исходил из многочисленных и многократно повторённых измерений светимости звёзд, которые проводили астрономы-наблюдатели. К сожалению, физики того времени считали, что атомные ядра в звёздах не могут реагировать друг с другом.

Эддингтон уже тогда смог рассчитать, какая температура должна наблюдаться в недрах Солнца. По его расчётам она должна составлять примерно 40 миллионов градусов. Такая температура, на первый взгляд очень высокой, но ядерщики считали, что её недостаточно для протекания ядерных реакций. При этой температуре атомы во внутренних областях солнца перемещаются относительно друг друга со скоростями около 1000 километров в секунду. При таких высоких температурах атомы водорода уже теряют свои электроны, протоны уже свободно перемещаются в пространстве. Представим себе, что два протона налетают друг на друга и, в следствия взаимодействия, взаимно отталкиваются. При скоростях 1000 километров в секунду протоны могут приблизится на очень малое расстояние, но под действием силы электрического отталкивания они разлетятся прежде чем смогут объединиться в одно ядро. Как показали расчёты, только при температуре свыше 10 миллиардов градусов частицы движутся с такими скоростями, что, несмотря на силы электрического отталкивания, они могу приблизится друг другу и слиться. Солнце с температурой 40 миллионов градусов казалось физикам слишком холодным, чтобы в его недрах могло происходить превращение водорода в гелий. Однако Эддингтон был убеждён, что только ядерная энергия может поддерживать излучение звезд, и оказался прав.

**СТРОЕНИЕ АТОМА**

Всё что нас окружает, - горные породы, и минералы, вещества в атмосфере и морях, клетки растений и животных, газовые туманности и звёзды во Вселенной во всём их многообразии - всё это состоит из 92 элементарных кирпичиков - химических элементов.Это было установлено наукой 19-го столетия, которая тем самым упростила картину окружающего мира. Как показывают опыты, существует 3 основных типа элементарных частиц, из которых состоят атомы: электроны, протоны и нейтроны.

Например, ядро водорода состоит из протона, а вокруг него вращается электрон.

**Протон** - это положительно заряженная частица, масса которой 1,672\*10 кг. **Электрон** - это отрицательно заряженная частица. Его масса на три порядка меньше массы протона, а заряд электрона равен заряду протона. Таким образом, атом в целом нейтрален. Электрон удерживается в атоме кулоновскими силами взаимодействия и поэтому его удерживает ядро. В следующем элементе - гелии, ядро состоит иначе, в нём есть ещё одна новая частица (точнее две) - **нейтрон**. Нейтрон - это частица не имеющего заряда (нейтральная). Как мы дальше выясним, она необходима в ядре для связи протонов в ядре, т. к. протоны стремятся оттолкнуться друг от друга. Целиком ядро гелия представлено двумя протонами и двумя нейтронами, а вокруг ядра вращаются два электрона. Все атомы и ядра состоят из определенного количества протонов и нейтронов. Сколько протонов находится в ядре, столько же электронов обращается вокруг ядра в электронных оболочках. Поэтому положительный заряд протонов ядра в точности компенсируется отрицательным зарядом электронов. Собственно говоря, дело обстоит ещё проще. Если быть более точным, то атомы состоят не из трёх типов элементарных частиц: протонов, нейтронов и электронов, а всего из двух. В атомных ядрах нейтрон может превратиться в протон и электрон, испустив последний за пределы ядра (т. к. при распаде нейтрона энергия избытка масс нейтрона над протоном и электроном переходит в кинетическую энергию и распределяется между двумя последними частицами). Последний процесс физики называют - распад. Так как при - распаде в ядре количество протонов увеличивается на 1, а следственно и заряд, то порядковый номер ядра увеличивается и оно становится уже ядром нового элемента. Кстати, именно таким образом были синтезированы многие последние элементы таблицы Менделеева. Но возвратимся к нашему нейтрону. Если каким-то образом, в ходе эксперимента будет получен свободный нейтрон, то он нестабилен и через 17,3 минут распадается по выше указанному правилу. Поэтому можно считать, что окружающий нас мир во всём своём многообразии построен только из протонов и электронов. Интересно заметить, что химическое свойство атома определяет заряд ядра. Это объясняется, прежде всего, тем, что электроны в атоме образуют электронные оболочки согласно заряду ядра, а именно они (оболочки) и определяют химические связи в молекулах. Поэтому ядра с разным массовым числом, но с одинаковым зарядом ядра называются изотопами, т. к. они имеют одинаковые химические, но разные физические свойства. Так, например, кроме обычного водорода существует так называемый тяжёлый водород. В ядре этого изотопа кроме одного протона есть ещё и один нейтрон. Такой изотоп называется дейтерием. Он в небольшом количестве встречается в природе. Однако количество изотопов для данного вещества ограниченно. Это связанно с тем, что протоны и нейтроны в ядре создаю свою своеобразную структуру, т. е. существуют некоторые подуровни, которые заполняются нуклонами (нуклоны - это протоны и нейтроны, т. е. те которые в ядре) и, если количество некоторых (протонов или нейтронов) больше критического значения, то ядро претерпевает ядерную реакцию. Более тяжёлые элементы, такие как железо, имеют в ядре 26 протонов и 30 нейтронов. Как видно нейтронов больше, чем протонов. Всё дело в том, что 26 положительно заряженных частиц за счёт кулоновского отталкивания стремятся разлететься в разные стороны, а их удерживает так называемые ядерные силы. Эти силы обуславливаются взаимными превращениями нуклонов в ядре. Нейтрон, в ядре, испускает новую частицу - -мезон и превращается в протон, а протон захватывает эту частицу, превращаясь в нейтрон. Так происходит взаимопереход одних частиц в другие и ядро не распадается. В лёгких ядрах силы отталкивания не очень велики и на каждый протон хватает по одному нейтрону, а в более тяжёлых элементах, для стабильного ядра нужен избыток нейтронов.



Классическая теория не может описать теорию строения ядра, т. к. частицы микромира не подчиняются законам Ньютона. Это, прежде всего, связано с исключительным свойством материи, о чём гласит один из законов квантовой механики - энергия принимает дискретные значения. Так же трудность состоит в том, что частицу микромира невозможно описать как материальную точку. Об этом гласит уравнение Шрёдингера. Т. е. можно лишь с некоторой вероятностью предсказать в какой точке пространства находится исследуемый объект, имея скорость, заключённую в некоторый интервал скоростей.

***ГЛАВА II. ТЕРМОЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ***

**ВИДЫ ТЕРМОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ**

В 1939 г. известный американский физик Бете дал количественную теорию ядерных источников звёздной энергии. Что же это за реакции? Как уже и упоминалось, это ***термоядерные реакции***. Как известно, звёзды по большей части состоят из водорода, (правда есть и исключения) поэтому вероятность столкновения двух протонов очень велика. При столкновении протона с другим протоном (или другим ядром) он может притянуться к ядру за счёт ядерных сил. Ядерные силы действуют на расстояниях порядка размеров самого ядра (т. е. 10 м). Для того чтобы приблизится к ядру на столь малое расстояние, протону необходимо преодолеть весьма значительную силу электростатического отталкивания («кулоновский барьер»). Ведь ядро тоже заряжено положительно. Простые расчеты показывают, что энергия соответствующая этому переходу - 1000 кэВ. Между тем независимые оценки показывают, что в Солнце протоны имеют энергию около 1 кэВ, т. е. в 1000 раз меньшую. Протонов с нужной энергией в недрах звёзд практически не будет. Казалось бы, при такой ситуации никаких ядерных реакций там происходить не может. Но это не так. Дело в том, что согласно законам квантовой механики протоны, энергия которых даже незначительно меньше 1000 кэВ, всё же, с некоторой небольшой вероятностью, могут попасть в ядро. Эта вероятность быстро уменьшается с уменьшением энергии протона, Но она не равна нулю. В то же время число протонов по мере приближения их энергии к средней тепловой будет стремительно расти. Поэтому должна существовать такая «компромиссная» энергия протонов, при которой малая вероятность их проникновения в ядро «компенсируется» их большим количеством. Оказывается, что в условиях звёздных недр эта энергия близка к 20 кэВ. Только приблизительно одна стомиллионная доля протонов имеют такую энергию. И всё же этого оказывается как раз достаточно, чтобы ядерные реакции происходили с такой скоростью, что выделяющаяся энергия точно соответствовала бы светимости звёзд.



Я остановил своё внимание на реакциях с протонами не только потому, что они - самая обильная составляющая вещества звёздных недр. Если сталкиваются более тяжелые ядра, у которых заряды значительно больше элементарного заряда протона, кулоновские силы отталкивания существенно увеличиваются, и ядра при Т 10 К уже не имеют практически никакой возможности проникнуть друг в друга. Только при значительно более высоких температурах, которые в некоторых случаях реализуются внутри звёзд, возможны ядерные реакции на тяжёлых элементах.



Как уже и указывалось, сущность ядерных реакций внутри Солнца и звёзд состоит в том, что через ряд промежуточных этапов четыре ядра водорода (протоны) объединяются в одно ядро гелия (-частицы), причём избыточная масса выделяется в виде энергии, нагревающей среду, в которой происходят реакции.



Рассмотрим более подробно эти реакции.

**ПРОТОН - ПРОТОННАЯ РЕАКЦИЯ**

Эта реакция начинается с таких столкновений между протонами, в результате которых получается ядро тяжёлого водорода - дейтерия. Даже в условиях звёздных недр это происходит очень редко. Как правило, столкновения между протонами являются упругими: после столкновения частицы просто разлетаются в разные стороны. Для того чтобы в результате столкновения два протона слились в одно ядро дейтерия, необходимо, чтобы при таком столкновении выполнялись два независимых условия. Во-первых, надо, что у одного из сталкивающихся протонов кинетическая энергия раз в двадцать превосходила бы энергию тепловых движений при температуре звёздных недр. Как уже говорилось выше, только одна стомиллионная часть протонов имеет такую относительно высокую энергию, необходимую для преодоления «кулоновского барьера». Во-вторых, необходимо чтобы за время столкновения один из двух протонов успел бы превратиться в нейтрон, испустив позитрон и нейтрино. Ибо только протон с нейтроном могут образовать ядро дейтерия. Заметим, что длительность столкновения всего лишь около 10 секунды (оно порядка классического радиуса протона, поделённого на его скорость). Если всё это учесть, то получится, что каждый протон имеет реальные шансы превратиться таким способом в дейтерий только раз в течение несколько миллиардов лет. Но так как протонов в недрах звёзд достаточно много, такие реакции, и притом в нужном количестве, будут иметь место.



По-другому складывается судьба вновь образовавшихся ядер дейтерия. Они «жадно», всего через несколько секунд, «заглатывают» какой-нибудь близкий протон, превращаясь в изотоп He. После этого изотоп гелия будет взаимодействовать с подобным себе ядром, в результате чего образуется ядро «обыкновенного» гелия и два протона. Так как концентрация изотопа He чрезвычайна мала, то это произойдёт через несколько миллионов лет. Далее представлена последовательность этих реакций и выделяющаяся при них энергия.



Таблица 1.

|  |
| --- |
| H + H D + + + 1,44 МэВ (десятки миллиард. лет);  D + H He + + 5,49 MэВ (несколько секунд);  2He He + 2H + 12,85 MэВ (несколько млн. лет). |

Здесь буква - означает нейтрино, а  - гамма-квант.

Не вся освободившаяся в результате этой цепи реакций энергия передаётся звезде, так как часть этой энергии уносится нейтрино. С учётом этого обстоятельства энергия, выделяемая при образовании одного ядра гелия, равна 26,2 МэВ.

Вторая ветвь протон - протонной реакции начинается с соединения ядра He с ядром "обыкновенного" гелия He, после чего образуется ядро бериллия Be. Ядро бериллия в свою очередь может захватить протон, после чего образуется ядро бора B, или захватить электрон и превратиться в ядро лития. В первом случае образовавшийся радиоактивный изотопB претерпевает бета-распад: В Be +  + . Заметим, что нейтрино, образовавшиеся при этой реакции, как раз и обнаружили при помощи уникальной, дорогостоящей установки. Радиоактивный бериллийBe весьма неустойчив и быстро распадается на две -частицы. Наконец, последняя, третья ветвь протон - протонной реакции включает в себя следующие звенья: Ве после захвата электрона превращается в Li, который, захватив протон, превращается в неустойчивый изотоп Ве, распадающийся, как во второй цепи, на две альфа - частицы.



Да, кстати, нужно ещё отметить, что подавляющее большинство реакций идет по первой цепи, но роль «побочных» цепей отнюдь не мала, что следует хотя бы из знаменитого нейтринного эксперимента, который впервые дал возможность практически наблюдать процессы, протекающие внутри звёзд.

**УГЛЕРОДНО-АЗОТНЫЙ ЦИКЛ**

Перейдём теперь к рассмотрению углеродно-азотного цикла. Этот цикл состоит из шести реакций.

Таблица 2

|  |
| --- |
| 1. С + H N + + 1,95 MэВ (десятки млн. лет);  2. N С + + + 2,22 MэВ (7 минут);  3. С +H N + + 7,54 МэВ (несколько млн. лет);  4. N + H O + + 7,35 МэВ (сотни млн. лет);  5. O N + + + 2,71 МэВ (82 сек);  6. N + H С + He + 4,96 МэВ (сотни тыс. лет); |

Поясним содержание этой таблицы. Протон, сталкиваясь с ядром углерода, превращается в радиоактивный изотоп N. При этой реакции излучается квант. Изотоп N, претерпевая  - распад с испусканием позитрона и нейтрино, превращается в обычное ядро азота N. При этой реакции так же испускается  - квант. Далее, ядро азота сталкивается с протоном, после чего образуется радиоактивный изотоп кислорода О и -квант. Затем этот изотоп путём  - распада превращается в изотоп азота N. Наконец, последний, присоединив к себе во время столкновения протон, распадается на обычный углерод и гелий. Вся цепь реакций представляет собой последовательное «утяжеление» ядра углерода путем присоединением протонов с последующими- распадами. Последним звеном этой цепи является восстановление первоначального ядра углерода и образованием нового ядра гелия за счёт четырёх протонов, которые в разное время один за другим присоединились к C и образующимся из него изотопам. Как видно, никакого изменения числа ядер C в веществе, в котором протекает эта реакция, не происходит. Углерод служит здесь «катализатором» реакции.



Из таблицы видно, какая энергия выделяется на каждом этапе углеродно-азотной реакции. Часть этой энергии выделяется в форме нейтрино, возникающих при распаде радиоактивных изотопов N и O. Нейтрино свободно выходит из звёздных недр наружу, следовательно, их энергия не идёт на нагрев вещества звезды. Например, при распаде O энергия образующегося нейтрино составляет в среднем около 1 МэВ. Окончательно при образовании одного ядра гелия путём углеродно-азотной реакции выделяется (без учёта нейтрино) 25 МэВ энергии, а нейтрино уносят около 5% этой величины. В третьем столбце таблицы 2 приведены значения скорости различных звеньев углеродно-азотной реакции. Для процессов это просто период полураспада. Значительно труднее определить скорость реакции, когда происходит утяжеление ядра путём присоединения протона. В этом случае надо знать вероятности проникновение протона через кулоновский барьер, а также вероятности соответствующих ядерных взаимодействий, так как само по себе проникновение протона в ядро ещё не обеспечит интересующего нас ядерного превращения. Вероятности ядерных реакций получаются из лабораторных экспериментов либо вычисляются теоретически. Для их надёжного определения потребовались годы напряжённой работы физиков - ядерщиков, как теоретиков, так и экспериментаторов. Числа в третьем столбце дают «время жизни» различных ядер для центральных частей звезды с температурой в 13 миллионов кельвинов и плотности водорода 100 г/см. Например, для того чтобы при таких условиях ядро C, захватив протон, превратилось в радиоактивный изотоп углерода, надо «подождать» 13 миллионов лет. Следовательно, для каждого «активного» (т. е. участвующего в цикле) ядра реакции протекают чрезвычайно медленно, но всё дело в том, что ядер достаточно много.



Как неоднократно подчёркивалось выше, скорость термоядерных реакций чувствительным образом зависит от температуры. Это понятно – даже небольшие изменения температуры очень резко сказываются на концентрации необходимых для реакции сравнительно энергичных протонов, энергия которых раз в 20 превышает среднюю тепловую энергию. Для протон – протонной реакции приближенная формула для скорости энерговыделения, рассчитанного на грамм вещества, имеет вид



 const\*T эрг/г\*c.



Эта формула справедлива для сравнительно узкого, важного интервала температур 11 – 16 миллионов кельвинов. Для более низких температур (от 6 до 10 миллионов кельвинов) справедлива другая формула:

= const\*эрг/г\*с.



Основным источником энергии Солнца, температура которого близка к 14 миллионам кельвинов, является протон – протонная реакция. Для более массивных, а следовательно, и более горячих звёзд существенна углеродно-азотная реакция, зависимость которой от температуры значительно более сильная. Например, для интервала температур 24-36 миллионов кельвинов

= const\*Z\*T эрг/г\*с;



где Z – относительная концентрация тяжёлых элементов: углерода и азота.

Как мы видим, зависит не только от температуры, но и от относительной концентрации тяжёлых элементов. Ведь ядра этих элементов являются катализатором углеродно-азотной реакции.

Кроме протон-протонной и углеродно-азотной реакции, при некоторых условиях может иметь существенное значение и другие ядерные реакции. Так как заряд – «мишени», с которой сталкивается протон, невелик, кулоновское отталкивание не так значительно, как в случае столкновений с ядрами углерода и азота. Значит вероятность термоядерного взаимодействия выше, а значит и скорость этих реакций сравнительно велика. Уже при температуре около одного миллиона кельвинов они идут достаточно быстро. Однако, в отличие от ядер углерода и азота, ядра лёгких элементов не восстанавливаются в процессе дальнейших реакций, а необратимо расходуются. Именно поэтому обилие лёгких элементов на Солнце и звёздах ничтожно мало.

***ГЛАВА III. СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ***

**ТЕРМОЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ НА БОЛЕЕ ТЯЖЁЛЫХ ЭЛЕМЕНТАХ**

Мы рассмотрели реакции на сравнительно лёгких элементах, которые протекают соответственно при сравнительно низких температурах. Однако представим на минуту, что всё вокруг состоит из свободных протонов и электронов, а температура этих частиц достаточно велика. Астроном наверняка догадался бы, что это схоже с условиями после «Большого взрыва». Так вот, указанная выше протон-протонная цепочка, является первой цепочкой превращения протонов в целые ядра. И именно с помощью этих реакции получились первые ядра гелия. Далее температура Вселенной понижалась, и интенсивность ядерных превращений становилось меньше. А как же получилось всё то многообразие веществ в природе, спросите вы? Дело в том, что после «большого взрыва» происходили разные превращения, даже немыслимые, но то количество тяжёлых элементов, которое мы сейчас наблюдаем, не могло образоваться сразу. Дальнейшие реакции происходили уже внутри звёзд. Но при высоких энергиях. Уже при T = 100 миллионов градусов начинается важная реакция

С + He O + n,



Где буквой n обозначен протон. Её значение не столько в том, что при этом освобождается энергия, сколько в том, что появившийся протон может «прилипнуть» к любому другому ядру и тем самым увеличить его атомная масса – таким путём могут быть последовательно образованны все более тяжёлые элементы (-распад).



В стационарных звездах тяжелые элементы могут образовываться при последовательном присоединении ядер гелия:

C + He O + ; N+He F + 



O+ He Ne + Ne +He Mg + и т. д.



Ne и Mg образуются только в звёздах с массой, большей 30М .



Если в недрах звёзд достигается очень высокая температура, то там возможно выделение энергии и в реакциях между тяжелыми элементами.

ПЕРВЫЕ ОПЫТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

В 1600 г. во Франции был создан первый солнечный двигатель, работавший на нагретом воздухе и использовавшийся для перекачки воды. В конце XVII в. ведущий французский химик А. Лавуазье создал первую солнечную печь, в которой достигалась температура в 1650 оС и нагревались образцы исследуемых материалов в вакууме и защитной атмосфере, а также были изучены свойства углерода и платины. В 1866 г. француз А. Мушо построил в Алжире несколько крупных солнечных концентраторов и использовал их для дистилляции воды и приводов насосов. На всемирной выставке в Париже в 1878 г. А. Мушо продемонстрировал солнечную печь для приготовления пищи, в которой 0,5 кг мяса можно было сварить за 20 минут. В 1833 г. в США Дж. Эриксон построил солнечный воздушный двигатель с параболоцилиндрическим концентратором размером 4,8\* 3,3 м. Первый плоский коллектор солнечной энергии был построен французом Ш.А. Тельером. Он имел площадь 20 м 2 и использовался в тепловом двигателе, работавшем на аммиаке. В 1885г. Была предложена схема солнечной установки с плоским коллектором для подачи воды, причем он был смонтирован на крыше пристройки к дому.

Первая крупномасштабная установка для дистилляции воды была построена в Чили в 1871 г. американским инженером Ч. Уилсоном. Она эксплуатировалась в течение 30 лет, поставляя питьевую воду для рудника.

В 1890 г. профессор В.К. Церасский в Москве осуществил процесс плавления металлов солнечной энергией, сфокусированной параболоидным зеркалом, в фокусе которого температура превышала 3000 оС.

**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ**

**В ТЕПЛОТУ, РАБОТУ И ЭЛЕКТРИЧЕСТВО**

Солнце - гигантское светило, имеющее диаметр 1392 тыс. км. Его масса (2\*1030 кг) в 333 тыс. раз превышает массу Земли, а объем в 1,3 млн. раз больше объема Земли. Химический состав Солнца: 81,76 % водорода, 18,14 % гелия и 0,1% азота. Средняя плотность вещества Солнца равна 1400 кг/м3. Внутри Солнца происходят термоядерные реакции превращения водорода в гелий и ежесекундно 4 млрд. кг материи преобразуется в энергию, излучаемую Солнцем в космическое пространство в виде электромагнитных волн различной длины.

Солнечную энергию люди используют с древнейших времен. Еще в 212г. н.э.с помощью концентрированных солнечных лучей зажигали священный огонь у храмов. Согласно легенде Приблизительно в то же время греческий ученый Архимед при защите родного города поджег паруса римского флота.

Солнечная радиация - это неисчерпаемый возобновляемый источник экологически чистой энергии.

Верхней границы атмосферы Земли за год достигает поток солнечной энергии в количестве 5,6\*1024 Дж. Атмосфера Земли отражает 35 % этой энергии обратно в космос, а остальная энергия расходуется на нагрев земной поверхности, испарительно-осадочный цикл и образование волн в морях и океанах, воздушных и океанских течений и ветра.

Среднегодовое количество солнечной энергии, поступающей за 1 день на 1м2 поверхности Земли, колеблется от 7,2 МДж/м2 на севере до 21,4 МДж/м2  в пустынях и тропиках.

Солнечная энергия может быть преобразована в тепловую, механическую и электрическую энергию, использована в химических и биологических процессах. Солнечные установки находят применение в системах отопления и охлаждения жилых и общественных зданий, в технологических процессах, протекающих при низких, средних и высоких температурах. Они используются для получения горячей воды, опреснения морской или минерализированной воды, для сушки материалов и сельскохозяйственных продуктов и т.п. Благодаря солнечной энергии осуществляется процесс фотосинтеза и рост растений, происходят различные фотохимические процессы.

Известны методы термодинамического преобразования солнечной энергии в электрическую, основанные на использовании циклов тепловых двигателей, термоэлектрического и термоэмиссионного процессов, а также прямые методы фотоэлектрического, фотогальванического и фотоэмиссионного преобразований. Наибольшее практическое применение получили фотоэлектрические преобразователи и системы термодинамического преобразования с применением тепловых двигателей.

Солнечная энергия преобразуется в электрическую на солнечных электростанциях (СЭС), имеющих оборудование, предназначенное для улавливания солнечной энергии и ее последовательного преобразования в теплоту и электроэнергию. Для эффективной работы СЭС требуется аккумулятор теплоты и система автоматического управления.

Улавливание и преобразование солнечной энергии в теплоту осуществляется с помощью оптической системы отражателей и приемника сконцентрированной солнечной энергии, используемой для получения водяного пара или нагрева газообразного или жидкометаллического теплоносителя (рабочего тела).

Для размещения солнечных электростанций лучше всего подходят засушливые и пустынные зоны.

На поверхность самых больших пустынь мира общей площадью 20 млн.км2 (площадь Сахары 7 млн. км2 ) за год поступает около 5\*1016 кВт\*ч солнечной энергии. При эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую, равной 10%, достаточно использовать всего 1 % территории пустынных зон для размещения СЭС, чтобы обеспечить современный мировой уровень энергопотребления.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В рассмотренных выше примерах было рассказано о термоядерных реакциях. Так как они в основном протекают в недрах звёзд, то их пришлось учитывать условия протекания этих реакций. Как можно было заметить, термоядерные реакции являются источником энергии звёзд, поэтому можно представить этот неисчерпаемый источник энергии. Ведь его хватает на миллиарды лет. Это обстоятельство побудило многих учёных на поиски искусственных термоядерных реакций в «пробирке». Однако эти реакции идут при «жестоких» условиях, которые трудно воспроизвести в лаборатории. В последнее время идут разработки лазерного термоядерного синтеза.

В двух словах.

Таблетку (льдинку) с дейтерием и водородом окружают легко испаряющимся веществом и нагревают лазером, эта подложка испаряется, а таблетка с D и H, по закону сохранения импульса, сжимается. Таким образом, создаются необходимые условия. Начинается термоядерная реакция. Однако, как было уже замечено, эту реакцию трудно локализовать. Хотя сама идея, создать маленькое «Солнце» у себя дома заставляет искать новые пути протекания этих реакций. Замечательность в том, что в скором будущем человечество сможет полететь на соседние планеты и космическому кораблю будет необходим источник большой энергии, коим и является термоядерная реакция.

Но всё это в будущем, а сейчас остаётся только следить за термоядерными реакциями не Солнце и предсказывать поведение последних в зависимости от разных условий.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Алексеев В.П. Становление человечества. М.,1984.
2. Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М.,1961.
3. Дорфман Я.Г. Всемирная история физики с начала 19 века до середины 20 века. М.,1979.
4. Кемпфер Ф. Путь в современную физику. М.,1972.
5. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания. Учебное пособие. М.,1999
6. Пригожин И. ,Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.,1986.