

УДК 539.1 (075.8)

Я.А. КУМЧЕНКО, В.И. КОНОВАЛОВ

НПП «КАШТУЛ», Днепрпетровск, Украина

ТЕХНОЛОГИЯ ФОТОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА ЛЕГКИХ ЯДЕР НА СТАНЦИЯХ КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

В работе предложена альтернативная технология получения (переработки) легких ядер дейтерия, трития, гелия-3 - использование энергии первичных космических лучей для осуществления их холодного синтеза. Отказ от высоких температур при обеспечении необходимой плотности легких ядер позволяет обойти проблему устойчивости плазмы, для решения которой другими предложено создание очень сложного и дорогостоящего проекта ИТЭР. Предложены два способа доставки необходимого груза в космос и возврата кондиционного материала на Землю. При этом показана возможность проведения работ в рамках проекта «Сура».

Ключевые слова: холодный ядерный синтез, легкие ядра, первичные космические лучи, фотоядерная электростанция.

Введение

Детальную теорию ядерных реакций развил Х. Бете в 1938 г. [1]. В этих реакциях из ядер водорода синтезируются более сложные ядра других элементов – гелия, дейтерия, трития, лития, бора и др. А поскольку их образование происходит при высокой температуре, эти реакции называют термоядерным синтезом. Сначала из ядер обычного водорода образуется его тяжелый изотоп дейтерий, из которого в ходе дальнейшей реакции рождается гелий. Масса ядра гелия не 0,7% меньше массы ядер водорода, из которых оно образовалось, т.е. имеет место дефект массы. В соответствии с формулой $E = mc^2$ и выделяется значительное количество энергии, которую и можно использовать в ядерных электростанциях (ЯЭС).

В настоящее время для получения энергии на основе управляемого термоядерного синтеза нужно выполнить несколько условий:

1. Для преодоления кулоновского барьера в реакциях синтеза легких ядер необходима достаточно большая кинетическая энергия взаимодействующих ядер. Эта проблема может быть решена двояко: при сильном нагревании ядер (термоядерный синтез) и всесторонний нагрев твердых миниатюрных мишеней из смеси дейтерия с тритием лазерным лучом или электронным пучком очень большой мощности (лазерное зажигание).

2. В реакции должно участвовать много частиц, т.к. выход энергии растет пропорционально плотности топлива (проблема сжатия).

3. Необходимо решить проблему удержания горячей плазмы от расширения (ее неустойчивость).

4. Нужно решить задачу защиты конструкци-

онных материалов и обслуживающего персонала от воздействия нейтронов.

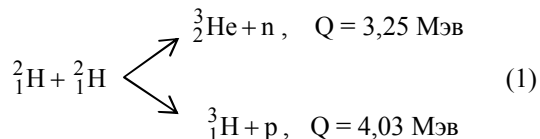
5. Для лазерного зажигания КПД лазера составляет всего 2%, а, значит, чистый выигрыш в энергии будет значительно меньше его возможного значения.

6. Проблема взрывания заряда несколько раз в секунду трудно разрешима, а мощные лазеры в настоящее время дают по одному импульсу в несколько часов.

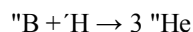
7. При замене лазера на ускоритель ионов (у них значительно выше КПД) всплывает проблема электрического отталкивания ионов, что приводит к невозможности сфокусировать пучок до нужного диаметра.

1. Постановка задачи. Ее обоснование и решение

В земных условиях наиболее многообещающими реакциями являются [1]:



которые отличаются очень большими значениями теплоты Q . Так, например, энерговыделение в реакции (2), рассчитанное на один нуклон ($q = Q/A = 17,6/5 = 3,5$ МэВ) значительно превосходит энерговыделение в процессах деления тяжелых ядер $q = 200/238 \approx 0,85$ МэВ. В далекой перспективе можно использовать идеально чистую реакцию бора с водородом



Известно [1], что термоядерный синтез происходит при температурах порядка $2 \cdot 10^7 \text{K}$ (температура Солнца). Тепловая энергия ядер при этом равна примерно 2 кэВ. Целью данной работы является замена температурного инициирования протекания ядерной реакции синтеза легких ядер и отказ от практически невыполнимых сверхдорогостоящих проектов типа «Токомак» и международного экспериментального термоядерного реактора ИТЭР (рис. 1 [2]) на холодный фотоядерный синтез.

Концепция «КАШТУЛ» заключается в использовании энергии первичных космических лучей (ПКЛ) (γ -излучение, энергия протонов, легких ядер), которая в 10^{17} раз выше тепловой энергии, необходимой на преодоление кулоновского барьера в реакциях синтеза легких ядер (примерно 2 кэВ). Как отмечалось в работе [3], коэффициент эффективности процесса зависит не столько от отношения величины полезной работы ко всей затраченной, а от скорости ее введения (временной фактор) в нужном месте (пространственный фактор). Т.е., в указанной выше концепции доказательно (обоснованно) отстаивается принцип значительного уменьшения активационных барьеров (энергий) при импульсном вводе энергии в полевое пространство при резонансном режиме. Например, при таком режиме деструкции молекул отсутствует нагрев всей массы атомов, составляющих молекулу.

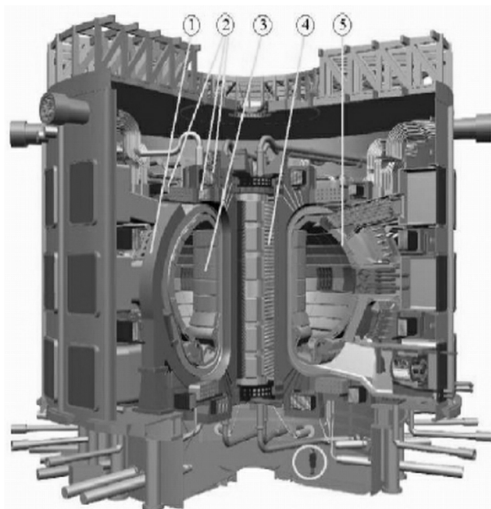


Рис. 1. Проект реактора ИТЭР[2].

Решением поставленной задачи и будет использование энергии космических лучей, которая на 17 порядков выше энергии на преодоление кулоновского барьера (2 кэВ), т.к. она будет рационально использована для перераспределения энергий связи при синтезе ядер, а не на бесполезный нагрев всей их массы. С этой целью и предлагается нами проект «Использование энергии космических лучей для работы фотоядерной электростанции».

2. Способы реализации предлагаемого проекта

Исходя из того, что ПКЛ доходят до высоты 50 км (рис. 2 [3]), а ниже имеют место уже вторичные лучи, летательный аппарат, доставляющий водородсодержащие вещества (парафин, вода и др.), должен летать на большей высоте.

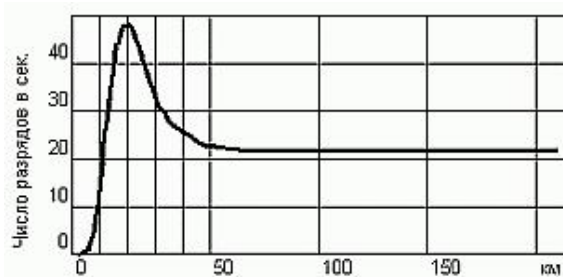


Рис. 2. Зависимость количества частиц в космических лучах от высоты.

Авторы предлагают выводить на околоземную орбиту специальный контейнер с твердым или жидким водородсодержащим веществом, при воздействии на которое ПКЛ повышенных энергий (до 10^{20} эВ) произойдет образование электронно-ядерных ливней – рождение вторичных космических лучей. Если на рабочей высоте (50 км) ВКЛ будут образовывать эти ливни в веществе в замкнутом объеме, плотность его не изменится. В прочной ампуле с веществом и произойдет холодный фотоядерный синтез легких ядер, в том числе, и гелия-3.

На Земле тоже происходит такой же холодный синтез гелия-3 из природного газа на некоторых месторождениях углеводородов, но образуется его малое количество (считанные килограммы). Это малое количество объясняется тем, что во вторичных космических лучах, доходящих до поверхности Земли, находится и малое количество, и ослабленных частиц. Как отмечается в трудах международной конференции по космическим лучам [4], даже при энергиях 10^{13} эВ на поверхности Земли наблюдаются ливневые процессы.

Авторы видят два способа реализации своих предложений по выводу рабочего объема (ампулы) на околоземную орбиту: 1) с помощью ракеты-носителя с последующим возвратом ампулы; 2) многоразовыми космическими аппаратами или орбитальными самолетами. В качестве одного из вариантов можно эти работы провести в рамках проекта украинского воздушно-космического самолета «Сура», полезный груз которого составляет 10 т.

В космических условиях можно легко применить так называемую криогенную ректификацию при разделении изотопов водорода [5], используя холод окружающего пространства.

Результатом реализации этого проекта могут быть: 1). наработка (синтез) легких ядер с доставкой на Землю; 2). доставка на орбиту всей ЯЭС с иницированием ее работы в космосе и последующим приземлением; 3). организация прямого (бестурбинного) преобразования полученной ядерной энергии в электричество (рис. 3).

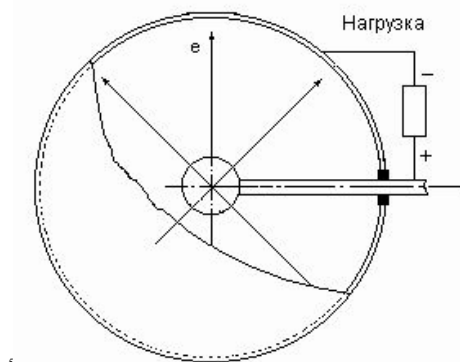


Рис. 3. Схема реактора прямого получения электроэнергии

Выводы

К основным выводам следует отнести:

1. Перспективность предложенного холодного синтеза легких ядер и прямого преобразования их

энергии в электричество как для наземных, так и для космических энергоустановок.

2. Сделанные в работе предложения снимают практически все проблемы, которые мировое сообщество должно решить к началу строительства ТЯЭС (2045 год).

3. Важным в данном предложении является то, что в случае аварии при доставке контейнера с легкими ядрами невозможно загрязнение радиоактивными веществами ввиду их отсутствия.

Литература

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика / К.Н. Мухин. — М.: 1974. — Т.1. — 334 с.
2. Журнал «Вокруг света» [Электронный ресурс]. — 2008. - № 10. — Режим доступа к номеру журнала: www.vokrugsveta.ru.октябрь.
3. Фриш С.Э. Курс общей физики / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. — М.: Высш. шк., 1961. — Т. 3. — 539 с.
4. Ядерные взаимодействия при энергиях 10^{11} – 10^{14} эВ // Труды межд. конф. по косм. Лучам. — М., 1960. — 362 с.
5. Способ разделения изотопов водорода / Ас-новский В.Н. и др. / Патент РФ 2201283, МПК 7В 01 В 59/04, 2001, БИПМ №9 27.03.2003.

Поступила в редакцию 31.05.2009

Рецензент: д-р физ.-мат. наук, проф., проф. кафедры физики Е.Г. Попов, Днепрпетровский государственный агроуниверситет, Днепрпетровск, Украина.

ТЕХНОЛОГІЯ ФОТОЯДЕРНОГО СИНТЕЗУ ЛЕГКИХ ЯДЕР НА СТАНЦІЯХ КОСМІЧНОГО БАЗУВАННЯ

Я.А. Кумченко, В.І. Коновалов

У роботі запропонована альтернативна технологія отримання (переробки) легких ядер дейтерію, тритію, гелію-3 - використання енергії первинних космічних променів для здійснення їх холодного синтезу. Відмова від високих температур при забезпеченні необхідної густини легких ядер дозволяє обійти проблему стійкості плазми, для вирішення якої іншими запропоновано створення дуже складного і багато коштує чого проекту ІТЕР. Запропоновано два способи доставки необхідного вантажу в космос і повернення кондиційного матеріалу на Землю. При цьому показана можливість проведення робіт проекту «Сура».

Ключові слова: холодний ядерний синтез, легкі ядра, первинні космічні промені, фотоядерна електростанція.

TECHNOLOGY OF FOTONUCLEAR SYNTHESIS OF EASY KERNELS ON THE STATION OF SPACE-BASED /

J.A. Kumchenko, V.I. Kononov

Is in-process alternative technology of receipt (processing) of easy nucleus deuterium, tritium, helium-3 - is the use of energy of primary space rays for realization of their cold synthesis. The waiver of high temperatures at providing of necessary density of easy nucleus allows to go round the problem of stability of plasma. for the decision of which other are offer creation of very difficult and expensive project ITER. Two methods of delivery of necessary load to space and return of standard material on Earth are offered. Possibility of realisation of works is thus rotined within the framework of project «Sura».

Key words: cold nuclear fusion, easy kernels, primary space rays, fotonuclear power-station.

Кумченко Яков Алексеевич — канд. техн. наук, доцент, директор НПП «КАШТУЛ», Днепрпетровск, Украина, e-mail: zoe@signweb.com.ua.

Коновалов Владимир Иванович — канд. техн. наук, доцент, Главный инженер НПП «КАШТУЛ», Днепрпетровск, Украина, e-mail: zoe@signweb.com.ua.