



Volume 3, Issue 3, 2021

Journal of Physics and Technology Education



<https://phys-tech.jspi.uz/>

Chief Editor:

Sharipov Shavkat Safarovich

Doctor of pedagogy, Professor, Rector of
Jizzakh State Pedagogical Institute, Uzbekistan

Deputy Chief Editor:

Bekmirzaev Rakhmatulla Nurmurodovich
Professor of Jizzakh State Pedagogical Institute,
Uzbekistan

Orishev Jamshid Bahodirovich
Teacher of Jizzakh State Pedagogical Institute,
Uzbekistan

Members of the editorial board:

Sodikov Khamid Makhmudovich, PhD
Ismailov Tuychi Djabbarovich, senior teacher
Muminov Ismail, dotsent
Kholmatov Pardaboy Karabaevich, dotsent
Umarov Rakhim Tojievich, dotsent
Murtazaev Melibek Zakirovich, dotsent
Abduraimov Sherali Saidkarimovich, PhD
Taylanov Nizom, senior teacher
Tagaev Khojamberdi, senior teacher

Editorial Representative:

Jamshid Orishev

Phone: +998974840479

e-mail: orishev-forish@inbox.uz

jamshidorishev@gmail.com

**ONLINE ELECTRONIK
JOURNAL**

“Fizika va texnologik ta’lim” jurnali
Jurnal “Физико-технологического
образование”

“Journal of Physics and Technology
Education”

Indexed By:



Published By:

<https://phys-tech.jspi.uz/>
Jizzakh State Pedagogical
Institute, Uzbekistan



ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ТЕРМОЯДЕРНОГО РЕАКТОРА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РЕШЕНИЕ

*Жонзаков Азизжон Алимжонович¹, Курбонов Шохрух Зикриё ўгли²,
Туратов Хожиақбар Шавкат ўгли²*

¹Джизакский государственный педагогический институт,

²Студенты направления методики преподавания физики.

Джизак, Узбекистан.

e-mail: a.jonzakov2203@mail.ru

Аннотация: Одной из глобальных проблем, стоящих перед человечеством в настоящее время, является энергетическая проблема. Одним из перспективных способов решения этой проблемы является использование энергии, выделяемой в термоядерных реакциях. В этой работе кратко изложены проблемы создания термоядерных реакторов и пути их решения.

Ключевые слова: реакция, термоядерный синтез, ядерная энергия, токамак, высокая температура, термоядерный реактор.

Termoyadro reaktori yaratilish muammolari va ularni yechish yo'llari

Аннотация: Hozirgi kunda insoniyat duch kelayotgan global muammolardan biri bu energiya muammosidir. Ushbu muammoni hal qilishning istiqbolli usullaridan biri bu termoyadro reaksiyalarida ajralib chiqqan energiyadan foydalanish hisoblanadi. Ushbu ishda termoyadroviy reaktornlarni yaratish muammolari va ularni hal qilish yo'llari qisqacha bayon qilingan.

Калит со'злар: reaksiya, termoyadroviy sintez, yadro energiyasi, tokamak, yuqori harorat, termoyadro reaktori.

Problems of creation of a thermonuclear reactor and the possibilities of their solution

Annotation: One of the global problems facing humanity at present is the energy problem. One of the promising ways to solve this problem is to use the energy released in thermonuclear reactions. In this paper, the problems of creating thermonuclear reactors and ways to solve them are briefly outlined (described).

Key words: reaction, thermonuclear fusion, nuclear energy, tokamak, high temperature, thermonuclear reactor.

По предположениям, древние люди научились сжигать искусственный огонь своими умами между 100 и 50 тысячами лет назад до нашей эры. То, что древние люди научились использовать химическую энергию дерева, полностью изменило их жизнь. С тех пор в жизни человечества возникла новая потребность - потребность в энергии, более конкретно в источниках энергии. С тех пор человечество обнаружило несколько новых источников энергии и усовершенствовало способы их использования. Это были животные и растительные жиры, уголь и нефть. Помимо этих обычных энергоресурсов, были и другие источники энергии, которые, хотя и не так

давно начали широко использоваться, они стали неотъемлемой частью нашей жизни. Это потенциальные энергии воды и ветра. Были найдены новые способы использования этих источников энергии. На сегодняшний день основными источниками энергии, которые мы используем, являются уголь, нефть и газ. Но эти источники все чаще сокращаются. При этом использование таких источников наносит очень непоправимый вред природе. Ниже в рисунок (рис.1.) показано рост различных форм энергии с годами.

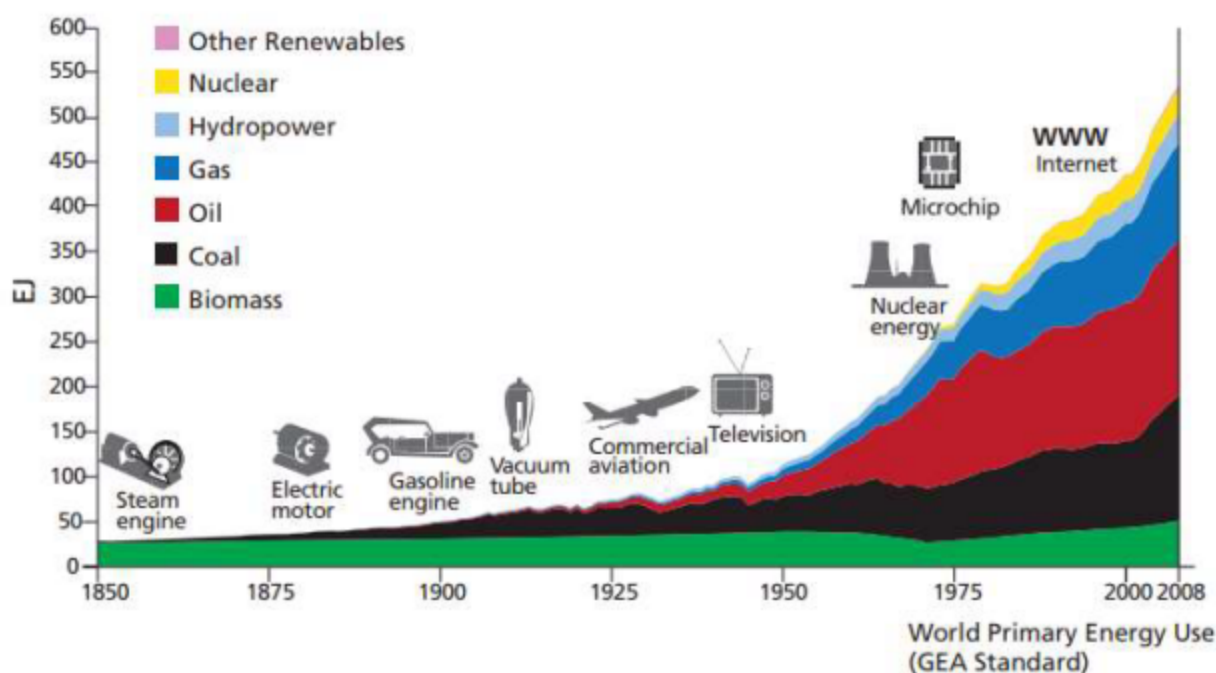
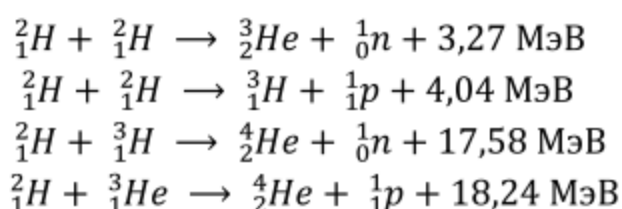


Рисунок 1. История мирового первичного энергопотребления, по источникам (в ЭЖ) [2].

Поиск путей удовлетворения этой потребности и потенциальных источников энергоресурсов в настоящее время является одной из самых актуальных проблем. Учитывая вышеизложенное, во второй половине XX века было открыто несколько новых направлений в разработке способов поиска и использования энергоресурсов, которые не наносят вреда (на жизненные процессы человека) природе. Одним из таких направлений является использование альтернативных источников энергии - солнца, ветра, геотермальных энергий Земли. По данным, полученным в последнее время, потребность человечества в энергии увеличивается почти в три раза каждые 15-20 лет. В последние годы использование солнечной и ветровой энергии стремительно развивается. Но эти источники не могут удовлетворить потребности человечества в дешевой, удобной, надежной энергии, которая растет с каждым днем.

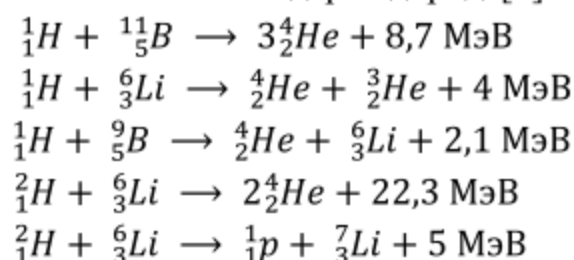
Второй способ обеспечения потребностей человечества надежным источником энергии - это использование ядерной энергии. К первой половине XX века стало известно, что в процессах взаимодействия частиц микромира выделяются огромная энергия. Такие взаимодействия частиц назывались ядерными реакциями. В связи с энергетическим разложением ядерных реакций можно выделить два вида. Реакция распада под действием нейтронов тяжелых ядер является одной из реакций, протекающих при разложении энергии. В настоящее время в АЭС используются ядерные реакторы, позволяющие использовать энергию, выделяемую в этой реакции.

Еще одним типом ядерных реакций, протекающих при разложении энергии, является термоядерная реакция. При термоядерных реакциях легкие ядра накапливаются и образуют новое более тяжелое ядро, при этом в процессе выделяется большое количество энергии. Такие реакции называется – реакциям синтеза. К сожалению, до сих пор не удалось создать устройство, позволяющее использовать в промышленном масштабе энергию, выделяемую в этом процессе. В реакциях синтеза энергия производится за счет работы ядерных сил, совершаемых при слиянии ядер легких элементов и образовании более тяжелых ядер. Теперь мы знаем о многих реакциях синтеза, которые происходят с выделением энергии. Однако существует несколько экзотермических реакций, которые можно использовать в термоядерном реакторе. Большинство из них являются реакциями дейтерий-тритий [1].



Основная причина выбора таких реакций может быть объяснена тем фактом, что в мировом океане присутствует неограниченное количество частиц дейтерия, участвующих в нем, и технология их разделения хорошо разработана.

В дополнение к вышеупомянутым реакциям можно также привести реакции синтеза с участием изотопов ядер водорода[1].



Среди них те, которые выделяют гораздо больше энергии, чем энергия, выделяемая в реакциях дейтерий-тритий. Основным преимуществом таких реакций является то, что они образуют только заряженные частицы. Это важно для обеспечения радиационной безопасности термоядерном реакторе.

Эти реакции широко распространены в природе - считается, что энергия звезд и, в том числе, Солнца производится в результате цепочки ядерных реакций синтеза, превращающих четыре ядра атома водорода в ядро гелия. Можно сказать, что Солнце - это большой естественный термоядерный реактор, снабжающий энергией экологическую систему Земли.

Учитывая, что потребность людей в энергии растет с каждым годом, а традиционные источники энергии сокращаются, мы уверены, что в ближайшем будущем нет другого потенциального источника энергии, кроме термоядерной энергии, которая может стать решением энергетической проблемы стоящего впереди человечеством. Для этого нам понадобится термоядерный реактор. Исследования по строительству промышленного реактора начались в 90-х годах прошлого века.

Я хотел бы отметить, что есть несколько преимуществ использования энергии синтеза:

1. Плазма в термоядерном реакторе исчезает, когда воздействие, способствующее его образованию, прекращается. Это показывает, что он намного безопаснее, чем ядерный реактор;
2. Во время реакции радиоактивные отходы не образуются;
3. Невозможно создать ядерное оружие из продуктов, полученных в результате реакции синтеза.

Все это вызывает интерес к созданию термоядерного реактора.

Но все еще остается много нерешенных проблем при строительстве термоядерного реактора. Эти проблемы можно разделить на следующие группы:

1. Проблема с методами образования высокотемпературной плазмы в термоядерном реакторе;
2. Проблема с удержанием высокотемпературной плазмы в течение длительного времени для получения полезной энергии;
3. Проблемы с преобразованием выделенной энергии в электрическую энергию в реакторе;

4. Проблемы, связанные с созданием инструментов и оборудования, позволяющих управлять и контролировать процессы, происходящие на высокой скорости в реакторе.

Существует несколько способов образования термоядерной реакции синтеза в реакторе:

1. Доведение температуры до уровня, при котором происходит синтезная реакция, в результате проводки электрического тока под высоким напряжением от газа;

2. Создание достаточной температуры для осуществления реакции синтеза с помощью лазера с высокой мощностью;

3. Формировать реакцию синтеза с помощью ускорителей, позволяющих ускорять частицы при высоких энергиях.

Основной трудностью при создании высоких температур с помощью лазера является рассеивание лазерного света в плазме с высокой плотностью. Оказалось, что формирование реакции с ускорителями энергетически неэффективно. Конечно, полезная вырабатываемая энергия должна быть больше, чем потребляемая энергия.

Основным способом удержания высокотемпературной плазмы высокой плотности без прямого попадания в стенку реактора является использование магнитного поля. Для создания сильного магнитного поля используется электрический ток с высокой силой.

Высокотемпературные плазменные процессы непредсказуемы. Плазменные события происходят очень быстро. Их учет и наблюдение требуют использования высокоскоростного оборудования.

Все вышеперечисленные проблемы можно решить с помощью достижений физики за последние годы. Получение нанопроводники с высокой проводимостью позволяет создать сильное магнитное поле для удержания плазмы в реакторе. Современные лазеры высокой мощности могут быть использованы для обеспечения стабильности реакций синтеза в реакторе.

Несмотря на то, что теоретически контролируемые термоядерные реакции имеют потенциал для осуществления, что реакция термоядерного синтеза с использованием этих теорий была проведена во многих лабораториях мира, мало кто из нас считают невозможным получение термоядерной энергии в промышленных масштабах.

В результате оптимистических взглядов ученых- физиков во многих странах мира исследования в этой области продолжают. Кажется, у них есть недостижимая цель – это управления энергия звездных ядрах.

Новый ТОКАМАК – ИТЕР (Международный термоядерный экспериментальный реактор) строится во французском городе Кадараш благодаря совместным усилиям мировых ученых по производству промышленной термоядерной энергии (рис.2.). Основная задача проекта ИТЕР является осуществит энерговыделяющие синтезные реакции в промышленным масштабе. Основные параметры термоядерного реактора ИТЕР приведены в таблице 1 [4].

Таблица-1

Основные параметры первого экспериментального термоядерного реактора-токамака ИТЕР

Параметр	Значение	Параметр	Значение
Большой/малый радиус тора (A/a)	8,14 м/2,8 м	Большой/малый радиус тора (A/a)	8,14 м/2,8 м
Конфигурация плазмы с одним тороидальным дивертором		Конфигурация плазмы с одним тороидальным дивертором	
Плазменный объем	2000 м ³	Плазменный объем	2000 м ³
Ток в плазме	21 МА	Ток в плазме	21 МА
Тороидальное магнитное поле	5,68 Тл (на радиусе R=8,14 м)	Тороидальное магнитное поле	5,68 Тл (на радиусе R=8,14 м)
β			3 %
Полная мощность термоядерных реакций	1,5 ГВт	Полная мощность термоядерных реакций	1,5 ГВт
Нейтронный поток на первой стенке	1 МВт/м ²	Нейтронный поток на первой стенке	1 МВт/м ²
Длительность горения	1000 с	Длительность горения	1000 с
Мощность дополнительного нагрева плазмы	100 МВт	Мощность дополнительного нагрева плазмы	100 МВт

Хотя запуск его по некоторым техническим причинам задерживается. К 2026 году планируется запустить термоядерный реактор в экспериментальном режиме.

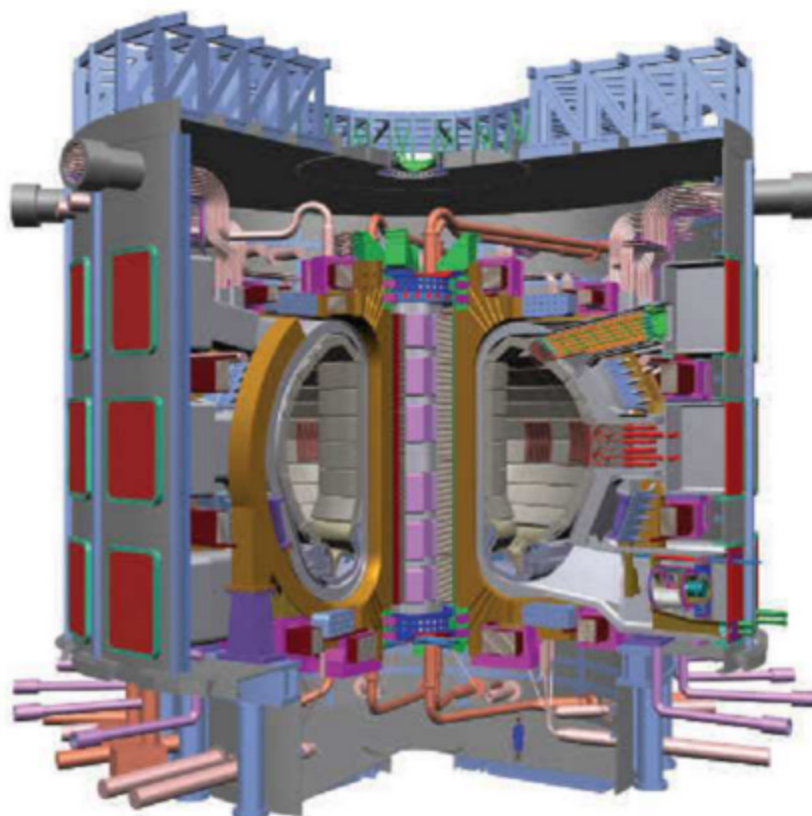


Рисунок 2. 3D-модель строящегося экспериментального реактора ИТЕР, Франция[3]

Российские ученые занимают особое место в этой международной программе. Многочисленное техническое и технологическое оборудование, необходимое для ИТЭР, изготавливается и поставляется в ведущие российские исследовательские центры. В то же время в России также проводятся отраслевые исследования. В Национальном научно-исследовательском центре имени Курчатова проводятся эффективные исследования в этой же области.

В настоящее время основными, природными источниками энергии, которые использует человечество, являются природный газ, нефть и уголь. Эти источники энергии образовались миллионами лет назад из-за того, что деревья и простые водные организмы, присутствующие на земле, интенсивно поглощали световую энергию, поступающую от солнца, а затем претерпели изменения в результате геологических процессов на их останках. Отсюда следует вывод, что основным источником энергии, которую мы используем, является солнце, а именно энергия термоядерной реакции, которая происходит на солнце. Термоядерная энергия является будущие энергетики.

Список литературы

1. В.М. Белокопытов, Н.Н. Семашка, П.Д. Хромов. Под. Ред. В.М. Белокопытова. Термоядерные энергетические реакторы и станции. Физико-технические проблемы установок с магнитном удержанием. МЭИ 1996 г. 123 стр.
2. <https://webssso.iaea.org/>
3. А.А. Акатов, Ю.С. Коряковский. Будущее ядерной энергетики. Термоядерные реакторы, М. : АНО “Информационный центр атомной отрасли”, 2012. – 20 с.
4. Р.В. Радченко, А.С. Мокрушин, В.В. Тюльпа. Водород в энергетике: учеб. Пособие— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 229, [3] с.
5. С.В. Рыжков, А.Ю. Чирков. Система альтернативной термоядерной энергетики. — Москва : Изд-во Физматлит, 2017. — 188 с.
6. Bekmirzaev, R. N., Sultanov, M. U., Holbutaev, S. H., Jonzakov, A. A., & Turakulov, B. T. (2020). Multiplicity outputting of hadrons in cc-interactions at the momentum 4.2 a gev/c with different collision centralities. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 10(10), 900-907.
7. Orishev, Jamshid (2021) "PROJECT FOR TRAINING PROFESSIONAL SKILLS FOR FUTURE TEACHERS OF TECHNOLOGICAL EDUCATION," *Mental Enlightenment Scientific-Methodological Journal: Vol. 2021 : Iss. 2 , Article 16.*
8. Ismailov T.J, Tagaev X, Kholmatov P.K, Yusupov K.Y, Alkarov K.Kh, Orishev Zh.B Karimov O.O. (2020). Cognitive-Psychological Diagram Of Processes Of Scientific And Technical Creativity Of Students. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(08), 3669-3677.
9. Тагаев, Х., Убайдуллаев, С., Алкаров, К. Х., & Оришев, Ж. Б. (2016). ПОВЫШЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ЗНАНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ. In *Современные тенденции развития аграрного комплекса* (pp. 1776-1780).
10. Убайдуллаев, С., Уразов, Б. Х., Алкаров, К. Х., Олишев, Ж. Б., & Умаралиев, И. (2014). ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. *Актуальные проблемы современной науки*, (3), 243-245.