

ЭНЕРГОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ НУКЛЕОСИНТЕЗА

Д.т.н., проф. ВА Эткин
Институт интегративных исследований (Найфа)
(ORCID ID 0000-0003-2815-1284)
etkin.v@mail.ru

Аннотация

Предлагается теория процессов нуклеосинтеза, основанная на неравновесной термодинамике и позволяющая выявить их специфику как процессов преобразования энергии. Показано, что протекание процессов холодного и горячего синтез имеет много общего и невозможно без участия ненаблюдаемой внешней среды, ранее называвшейся эфиром. Доказывается справедливость для процессов нуклеосинтеза законов сохранения массы и энергии и ошибочность расчёта энергетического эффекта ядерных реакций только на основании «дефекта массы», без учёта энергии окружающей среды. Вводится понятие КПД нуклеосинтеза и даётся термодинамическая трактовка процессов синтеза как процесса сжигания «нуклонного» топлива. Вскрывается единство «холодного» и «горячего» синтеза с процессами преобразования других форм энергии и приводятся факты, подтверждающие теорию. Подчёркивается чрезвычайно низкая термодинамическая эффективность термоядерных реакторов как установок энергетики будущего.

Ключевые слова: вещество и космический вакуум, нуклеосинтез и его КПД, гравистатическая и гравикинетическая энергия, горячий и холодный ядерный синтез, структура ядра и атома.

1. Введение

В настоящее время нуклеосинтез трактуется как природный процесс образования ядер химических элементов путём слияния элементарных частиц, находящихся в космическом вакууме в «несвязанном» состоянии. Различают три стадии этого процесса: первичный нуклеосинтез, происходящий на начальных стадиях образования Вселенной в результате «Большого Взрыва», звёздный нуклеосинтез при горении и взрывах звёзд, и нуклеосинтез под действием космических лучей. При этом даже не упоминается перманентный процесс образования элементарных частиц или химических элементов непосредственно из первичной формы материи, именованной ранее эфиром, а после его изгнания их физики – «физическим вакуумом», «скрытой массой», «тёмной материей» и т. п., речи даже не идёт. Не учитываются в балансе энергии нуклеосинтеза и затраты энергии на формирование упомянутых «несвязанных» частиц, будто они возникли «ниоткуда» и «сами собой». Нет ответа на вопрос, откуда в зоне реакции появляется «побочные» элементы, соответствующие более сложным элементам, нежели синтезируемые ядра. Остаётся совершенно непонятным, почему в реакциях так называемого «холодного» синтеза нет радиации, свойственной любым ядерным превращениям, и т. д. и т. п.

Между тем новейшие открытия в области астрономии и астрофизики убедительно показали, что Вселенная более чем на 95 процентов состоит именно из этой невидимой и непосредственно не наблюдаемой формы материи, которую мы здесь для краткости будем называть «тонкой», «первичной» материей (prematter). Чтобы не отождествлять её с эфиром как представителем давно оставленной наукой концепции «невесомых» и «неуничтожимых» флюидов. Теперь, когда стало невозможным

игнорировать существование «тонкой», материи, олицетворяющей космический вакуум, возникает необходимость пересмотра всей концепции нуклеосинтеза. В настоящей статье это будет сделано с позиций энергодинамики как единственной на сегодняшний день беспостулативной теории реальных процессов переноса и преобразования любых форм энергии [1].

2. Некоторые свойства первичной формы материи

Современная парадигма естествознания делит материю на вещество и поле [2]. Такое деление неприемлемо хотя бы потому, что поля (скалярные, векторные и тензорные) имеются и в веществе. Значительно ближе к сути дела предложенное нами деление материи на корпускулярную (вещественную) и континуальную (тонкоматериальную), которая является её первичной формой (*prematter*) [3]. Как и поле, эта форма материи отличается сплошностью (отсутствием пустот), что выражается в неравенстве нулю её плотности $\rho_o = dM_o/dV_o > 0$ в любой точке пространства в любой момент времени.

Согласно астрономическим данным, эта часть материи Вселенной не обладает электромагнитными свойствами, т. е. не излучает и не поглощает электромагнитные волны и потому ненаблюдаема [4]. Следовательно, из четырёх известных видов взаимодействия ей свойственно лишь гравитационное, что и проявляется в её влиянии на движение небесных тел. На роль такой среды более всего подходит космический вакуум, понимаемый как пространство, свободное от каких-либо форм вещества и потому относящееся к различным фазам тонкоматериального мира. По современным астрофизическим данным плотность этой среды составляет величину порядка $10^{-29} \div 10^{-35}$ г см⁻³. Другим отличительным свойством космического вакуума является его «несжимаемость», понимаемая как невозможность уменьшить занимаемый массой M_o объём V_o без изменения этой массы. Это свойство является следствием того, что космический вакуум изначально занимает всё предоставленное ему пространство (т. е. «всепроницаем»), так что в нём невозможно даже мысленно представить себе оболочку, сжатие которой оставляло бы массу неизменной. Однако такая среда способна к *уплотнению*, т. е. к увеличению массы M_o при неизменном объёме V_o путём перетекания её из смежных областей пространства. Забегая вперёд, отметим, что эта несжимаемость и обеспечивает наивысшую скорость распространения возмущений в нём.

Ещё одним свойством космического вакуума является его бесконечная делимость, выражающаяся в существовании предела отношения какой-либо экстенсивной величины Θ_i (массы M , заряда Z , энтропии S , импульса P , его момента L и т. п.) к занимаемому ею объёму V при $V \rightarrow 0$. Это обеспечивает применимость математического аппарата дифференциального и интегрального исчисления в любой точке с радиус-вектором \mathbf{r} в любой момент времени t , что позволяет представить любую экстенсивную величину Θ_i интегралом от её локальной $\rho_i(\mathbf{r}, t) = d\Theta_i/dV$ или средней $\bar{\rho}_i(t) = \Theta_i/V$ плотности $\Theta_i = \int \rho_i dV = \int \bar{\rho}_i dV$, откуда следует тождество:

$$\int (\rho_i - \bar{\rho}_i) dV \equiv 0. \quad (1)$$

Согласно (1), в однородных системах, где $\rho_i - \bar{\rho}_i = 0$ повсеместно, никакие процессы невозможны. Именно неоднородность космического вакуума приводит к возникновению в нём колебаний плотности. В таком случае $\rho_o = \rho_o(\mathbf{r}, t)$, и её полный дифференциал включает себя конвективную $(\partial\rho_o/\partial\mathbf{r})(d\mathbf{r}/dt) = (\mathbf{v}_o \cdot \nabla) \rho_o$ и локальную $(\partial\rho_o/\partial t)_r$ и составляющие:

$$d\rho_o/dt = (\partial\rho_o/\partial t)_r + (\mathbf{v}_o \cdot \nabla)\rho_o, \quad (2)$$

По своей структуре это выражение представляет собой «кинематическое» уравнение волны в её так называемом «одноволновом» приближении [5], что становится более очевидным, если величину dr_0/dt принять за «функцию затухания» волны и рассматривать случай незатухающих автоколебаний системы.

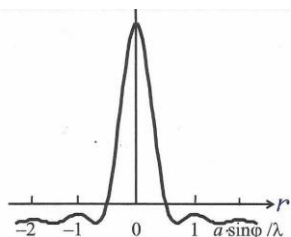


Рис.1. Стоячий солитон

Из этого выражения следует возможность возникновения в континуальной среде стоячей волны её плотности. Благодаря несменяемости знака гравитационной силы волна, возникнув спонтанно, вызывает приток тонкой материи из смежных областей пространства. Это ещё более увеличивает её высоту. Особенностью этой волны в космическом вакууме является ограниченность амплитуды полуволны пониженной плотности ($\rho_0 < \bar{\rho}_0$, которая не может превышать величины $\bar{\rho} \sim 10^{-29}$ г см⁻³, в то время как её максимальная величина не ограничена. Это придаёт волне частицеподобные свойства. В природе примером такой волны является цунами, возникающие на малой глубине за счёт «притока» воды из смежных областей. Такие волны, как правило, являются уединёнными и потому именуется солитонами (рис.1). Средняя скорость v_0 возвратно-поступательного движения, образующего стоячую волну, может быть найдена как частное от деления длины волны λ_0 (расстояния между соседними пучностями) на её период (обратный частоте ν), так что модуль этой скорости v_0 равен $\lambda_0 \nu$ и определяется свойством «подвижности» среды. Для бегущих волн её величина известна как скорость распространения возмущений в данной среде c .



Рис.2. Групповой солитон

Такие структурно устойчивые и частицеподобные уединённые волны могут быть как стоячими, так и бегущими, как одиночными (рис.1), так и групповыми (рис.2). Благодаря ангармоничности они переносят не только энергию и импульс, но и массу, о чём красноречиво свидетельствуют разрушения, вызванные цунами. В неподвижных изотропных средах солитоны выглядят в виде локального сферического уплотнения, которое благодаря неизменности знака гравитационной силы привлекает новые массы окружающей среды, увеличиваясь в размерах и наращивая число новых волн-оболочек. Радиальные и окружные колебания этих оболочек модулируют в окружающей среде колебания той же направленности и с тем же индивидуальным спектром частот, порождая в ней бегущую волну. Свойство заряда определённого знака этим волнам-оболочкам придают бегущие в них частицеподобные волны и внешнее магнитное поле.

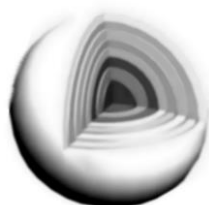


Рис.3. Оболочечная модель атома

Такая (оболочечная) модель атома была впервые предложена, насколько нам известно, Э. Шрёдингером, который со всей определённой заявил, что «то, что мы называем частицами, есть на самом деле волны» [6]. Волновая модель, изображённая на рис.3, согласуется с новейшими экспериментами, согласно которым электроны рассеиваются на атомах именно так, как будто они состоят из концентрических зон (поясов) упругости, отстоящих друг от друга на расстоянии, кратном длине волны де Бройля [7].

Уплотнение атома при такой модели требует затраты со стороны окружающей его первичной материи определённой работы W , связанной с превращением её гравитационной энергии в (потенциальную энергию упругой деформации этих оболочек. (колебательную). Эта работа согласно механике Ньютона определяется выражением:

$$W = \int v \cdot dP, \quad (3)$$

где v , P – скорость и импульс упорядоченного движения объекта исследования.

Однако в неподвижном атоме возможно только колебательное (неупорядоченное) движение, скорость которого является скаляром v_0 . Эта скорость при уплотнении атома путем наращивания числа его оболочек при неизменном объёме остаётся в условиях равновесия с окружающей средой неизменной. В этом случае работа (3) именуется в термодинамике «работой ввода» (массы, заряда и т. п.), которая увеличивает энергию атома с массой M_z на величину $\Delta E_z = v \Delta M$.

Аналогичная работа совершается и при возникновении колебаний в неподвижном космическом вакууме с тем только отличием, что скорость v_0 в нём отлична от скорости в веществе, так что его интегрирование (3) даёт величину, известную как «живая сила» Г. Лейбница:

$$E_0 = M_0 v_0^2. \quad (4)$$

Именно эта величина по предложению Т. Юнга (1807) стала называться *энергией*. Входящая в выражение (4) скорость неупорядоченного (колебательного или броуновского) движения v_0 в веществе с показателем преломления $n > 1$, как известно, меньше, чем в несжимаемых средах, где она максимальна и равна скорости света c_0 , так что $v_0 = c_0/n$. Поэтому для космического вакуума с $n = 1$, как и для эфира, эта энергия колебаний равна

$$E_0 = M_0 c_0^2. \quad (5)$$

Именно в таком виде (хотя и с коэффициентом пропорциональности, отличным от n^2) получили выражение (5) ещё до А. Эйнштейна Х. Шрамм (1871); Н. Умов (1873); Дж. Томсон (1881); О. Хэвисайд (1890), А. Пуанкаре (1898); Хазенорль (1904) [8]. А. Эйнштейн в 1905 году получил это выражение на основании своей теории относительности, полагая его не зависящим от природы вещества, его оптической плотности и состояния. Это дало ему основание назвать его «принципом эквивалентности массы и энергии», трактуя как возможность превращения массы в энергию и наоборот. В отличие от этого, выражение (4) утверждает лишь их пропорциональность, что позволяет учитывать зависимость скорости света в веществе от её «оптической плотности» $v_0 = v_0(n)$.

Неоднородность поля плотности ρ_0 космической среды порождает её напряжённое состояние. Оно характеризуется объёмной гравитационной силой $\mathbf{X}_g = \mathbf{F}_g/V$, которая в условиях $v_0 = c_0 = \text{const}$ может быть найдена как градиент локальной плотности энергии среды $\epsilon_0(\mathbf{r}) = \rho_0 c_0^2$ [10]:

$$\mathbf{X}_g = (\partial \epsilon_0 / \partial \mathbf{r}) = c_0^2 \nabla \rho_0. \quad (6)$$

В отличие от закона тяготения Ньютона сила \mathbf{F}_g меняет свой знак в зависимости от знака $\nabla \rho_0$, что дало основание назвать закон гравитации (6) «биполярным». Как и $\nabla \rho_0$, напряжённость гравитационного поля \mathbf{X}_g может достигать сколь угодно больших значений. Это переводит гравитацию в разряд самых сильных взаимодействий, делая излишним существование каких-либо иных сил для обоснования устойчивости атомного ядра. Из биполярного закона (6) следует также отсутствие гравитационных сил в пучностях волн, где $\nabla \rho_0 = 0$. Это является причиной, по которой волны в оболочечной модели атома (рис.3) располагаются на удалении от ядра, кратном длине волны. Это и придаёт атому устойчивость в отсутствие в атоме каких-либо других сил [11]. Последнее обстоятельство вносит существенные коррективы в существующие модельные представления классической и квантовой физики.

3. Энергозатратный характер процессов холодного и горячего синтеза

Использование энергии колебаний космического вакуума $E_0 = M_0 c_0^2$ (5) в процессах синтеза может идти в двух принципиально различных направлениях. Первый из них имеет целью получение определённого химического элемента с атомным номером Z и энергией $E_z = M_z v_z^2$. Эффективность этого процесса зависит от соотношения количества полезного

вещества M_z и массы «овеществлённой» тонкой материи M_0 , которое может быть названо «массовым» КПД установки синтеза. Второй имеет целью высвобождение «энергии связи» составных частей ядер в виде «термоядерной» энергии, эффективность которого определяется соотношением энергии $E_z = M_z v_z^2$ и $E_0 = M_0 c_0^2$ и может быть названо «эксергетическим» или «мощностным» КПД [1]. В данной статье анализируется только этот вариант, имеющий непосредственное отношение к проблемам энергетики будущего.

Как следует из тождества (1), для его соблюдения разность локальной ρ_i и средней $\bar{\rho}$ плотности ($\rho_i - \bar{\rho}$) любого экстенсивного параметра Θ_i должна иметь в разных элементах dV объёма системы V противоположный знак, так, чтобы они взаимно компенсировались. Это положение является одним из исходных принципов энергодинамики, незванный для краткости *принципом противонаправленности неравновесных процессов*. По своей общности и значимости этот принцип не уступает известному диалектическому закону «единства и борьбы противоположностей» и может служить его математическим выражением.

В приложении к процессам холодного и горячего синтеза этот принцип утверждает, что если реакции деления ядер являются *энерговывделяющими*, то обратные им процессы ядерного синтеза обязаны быть *энергозатратными* [12]. Справедливость этого вывода подтверждается 60-летними безуспешными попытками получить в термоядерных реакторах тепловыделение, соизмеримое с затратами свободной энергии. Даже в самых оснащённых экспериментах такого рода, проведённых недавно в лаборатории им. Лоуренса (США, 1922), удалось получить с помощью 192 лазеров лишь около 3,15 МДж «термоядерной» энергии, затратив при этом на их питание примерно 300 МДж [13].

Казалось бы, такой вывод противоречит факту наличия дефекта массы, ΔM , который с большой точностью определяется разностью суммарной массы несвязанных нуклонов, участвующих в процессе синтеза ядра нового химического элемента, и массой этого ядра:

$$\Delta M = Nm_n + Zm_p - M_y > 0 \quad (7)$$

где N и Z – число нейтронов и протонов с массами m_n и m_p , находящихся в несвязанном состоянии; M_y – масса ядра.

Согласно этому выражению, «свободные» нуклоны обладают избыточной массой ΔM по сравнению с их же суммарной величиной в составе ядра. Отсюда делается вывод, что они обладают избыточной энергией $\Delta E = \Delta M c_0^2$, которая при их слиянии в ядре т его уплотнении выделяется в виде «энергии связи» E_z . Однако при образовании протия ${}^1\text{H}$, этого «дефекта массы» нет, как нет и «энергии связи». Тем не менее именно с него начинается процесс «первичного» нуклеосинтеза. Это означает, что первый из синтезируемых атомов – протий ${}^1\text{H}$ – возник непосредственно из космического вакуума путём локального уплотнения самопроизвольно возникающих в нём частицеподобных волн (солитонов). При этом с позиций развиваемой теории первой дополнительной степенью в процессе «овеществления» космического вакуума стала тепловая (хаотическая) форма движения, выделение которой сопровождает всю цепочку последующего усложнения атома. «Кулоновского барьера» на этом этапе не существует, поскольку электрическая степень свободы возникает чуть позднее. Это снимает «запрет» на первичный «холодный синтез», накладываемый ядерной физикой. Становится возможным объяснить возникновение не только ядер, при уплотнении одиночного солитона, так и атома при уплотнении группового солитона. В процессе такой «конденсации» одной атомной единицы массы (а.е.м.) выделяется 931,5 МеВ энергии, что несопоставимо с энергией связи, не превышающей 8,8 МеВ/(а.е.м.). Это подтверждает энергозатратный характер ядерного синтеза [12]. Другим свидетельством является образование в процессе первичного синтеза большого числа более тяжёлых химических элементов, которых ещё не должно быть на этом этапе синтеза [14]. Это объясняется наличием перепада потенциала волны $c_0^2 - v_0^2$ между космическим вакуумом и веществом на всех стадиях синтеза, что делает возможным не только последовательное

протекание таких процессов на одном из объектов, но и различие их стадий на разных объектах. Вначале синтез вещества имеет невысокую скорость, поскольку продуктами синтеза являются ядра водородоподобных газов, для которых оптическая плотность невелика ($n \approx 1$), и движущая сила синтеза $c_0^2 - v_0^2$ мала. На этом этапе достаточно участия одиночных солитонов. Однако по мере уплотнения продуктов синтеза становится всё более заметной роль молекулярного синтеза, осуществляемого групповыми солитонами. Важную роль в ускорении процессов синтеза играют катализаторы и ферменты. Такими катализаторами являются температура и гравитация. Под их влиянием реакции синтеза переходят в горячую стадию и приобретают всё больший масштаб, охватывая малые и большие небесные тела вплоть до галактик. Космический вакуум становится истинным топливом звёзд, на два порядка более эффективным, чем энергия связи. О том, что это так, свидетельствует более высокая, чем у глубинных слоёв, температура фотосферы Солнца. Потому-то в последние столетия не наблюдается не только исчерпание в нём запасов термоядерного топлива, но и увеличение её температуры.

Этапом на этом пути ускорения процессов синтеза являются и «черные дыры», возникающие в центрах галактик, когда гравитация в их ядрах усиливается настолько, что перестаёт «выпускать свет», превращая их в настоящую «фабрику звёзд» [15]. Они остаются «чёрными», до тех пор, пока рост температуры и внутреннего давления не вызовет появления «джетов» в зоне их ослабленной гравитации (пучности). То же самое происходит и со звёздами, в которых те же процессы приводят к взрыву «сверхновой», сопровождающемуся резким возрастанием светимости и дальнейшим «большим разрывом», что возвращает её к начальному этапу эволюции. Так осуществляется кругооборот материи и энергии Вселенной, позволяющий ей функционировать неограниченно долго, минуя состояние равновесия [16].

Однако физики и астрофизики-теоретики предпочитают не признавать существование и участие в процессе синтеза «тонкой материи», полагая, что источником нуклеосинтеза являются высокоэнергичные космические частицы и свободные нуклоны, образовавшиеся ещё на начальной стадии эволюции Вселенной, и в столь огромном количестве, что его хватает на многие миллиарды лет вторичного нуклеосинтеза в звёздах. Их не смущает, что в таком случае этот процесс принципиально ничем не отличается от сжигания органического или ядерного топлива, что находится в вопиющем противоречии с законами диалектики.

4. Подобие природных реакций синтеза и технических преобразователей энергии

Изложенное выше делает необходимым рассматривать нуклеосинтез не как разновидность химических реакций или процессов релаксации, а как процесс преобразования одной формы энергии в другую, подобный происходящим в тепловых и нетепловых машинах. В данном случае речь идёт о преобразовании гравитационной энергии первичной («скрытой», «тонкой» и т. д.) формы материи космического вакуума во внутреннюю (ядерную) энергию различных химических элементов периодической системы.

Чтобы доказать это, воспользуемся энергодинамической теорией преобразования любых форм энергии, применимой к тепловым и нетепловым, циклически и нециклическим, прямым и обратным машинам [17]. Главными величинами, которыми оперирует эта теория, являются термодинамические силы X_i , порождающие какой-либо i -й процесс, и потоки энергоносителя J_i (вещества, заряда, импульса и т. д.), характеризующие скорость их переноса в пространстве.

Особенностью этой теории является введение понятия обобщённого КПД любой энергопреобразующей установки отношением мощности на её выходе N_j и входе N_i с их представлением через потоки и силы как преобразуемой X_i, J_i , так и преобразованной энергии X_j, J_j :

$$\eta_N = N_j / N_i = X_j J_j / X_i J_i \leq 1 . \quad (8)$$

Такой КПД, именуемый мощностным, уникален тем, что учитывает режим работы установки и мощность процесса преобразования энергии, а также все виды потерь, возникающих как процессе подвода энергии к установке, так и в самой машине. В конкретном рассматриваемом случае движущую силу исходной (колебательной) формы энергии X_i и потоке энергоносителя J_i можно найти, рассматривая известное выражение плотности энергии волны с амплитудой A_v на частоте ν в среде с плотностью ρ_0 [18]:

$$\rho_\varepsilon = \rho_0 A_v^2 \nu^2 / 2. \quad (9)$$

Полное изменение энергии $\rho_\varepsilon = \rho_\varepsilon(\mathbf{r}, t)$ как функции пространственных координат (радиус-вектора \mathbf{r}) и времени t , можно представить аналогично (2) как сумму её локальной $(\partial \rho_\varepsilon / \partial t)$ и пространственной $(\mathbf{v} \cdot \nabla) \rho_\varepsilon$ производной. Последнюю составляющую, обусловленную переносом волновой формы энергии в пространстве, можно представить в виде произведения потока энергоносителя \mathbf{J}_v и движущей (термодинамической) силы \mathbf{X}_v , как это принято в термодинамике необратимых процессов [19]:

$$(\mathbf{v} \cdot \nabla) \rho_\varepsilon = - \mathbf{J}_v \cdot \mathbf{X}_v. \quad (10)$$

где $\mathbf{J}_v = \rho_0 A_v \nu \mathbf{v}$ (Дж/м³) – поток солитонов, имеющий смысл спектральной плотности излучения; $\mathbf{X}_v = - \nabla(A_v \nu)$ – движущая сила лучистого энергообмена, выражаемая, отрицательным градиентом скорости распространения возмущений $v_0 = \lambda_0 \nu$ в данной среде. В отсутствие других движущих сил это позволяет записать закон лучистого переноса энергии в такой же форме, как и для процессов теплопроводности, электропроводности, диффузии, вязкого трения и т. п.:

$$\mathbf{J}_v = L_v \mathbf{X}_v, \quad (11)$$

где L_v – некоторый коэффициент пропорциональности, нередко называемый «коэффициентом фотонной теплопроводности».

Аналогичным образом можно найти движущую силу X_j и поток синтезированного вещества J_j , если описать нуклеосинтез как разновидность химических реакций. Их энергетический эффект (работа W_r в случае обратимых реакций или тепловыделение Q_x при диссипативных) описываются традиционно в терминах химического сродства γ -й химической реакции A_r и «степени завершенности» реакции ξ_r :

$$W_r = \int A_r d\xi_r. \quad (12)$$

В поточных реакторах, ящиках Вант-Гоффа, клеточных мембранах и т. п., где параметры A_r и ξ_r зависят от пространственной координаты \mathbf{r} сечения химического реактора, эти реакции приобретают направленный (векторный) характер, что также позволяет ввести понятие потока реагентов \mathbf{J}_r , участвующих в γ -й химической реакции, и термодинамической силы реакции $\mathbf{X}_r = - \nabla(A_r \xi_r)$ как «антиградиента» локального химического сродства γ -й химической реакции $A_r \xi_r$ в данном сечении проточного реактора. В таком случае мощность γ -й химической реакции dW_r/dt также может быть выражена как произведение движущей силы \mathbf{X}_r и потока реагентов \mathbf{J}_r , а сам этот поток – в той же форме, что и упомянутые выше процессы переноса [20]

:

$$\mathbf{J}_r = L_r \mathbf{X}_r, . \quad (13)$$

В энергопреобразующих устройствах, где одновременно протекают потоки энергоносителей как преобразуемой, \mathbf{J}_v , так и преобразованной формы энергии \mathbf{J}_r , они становятся взаимосвязанными. Эта взаимосвязь выражается в том, что каждый из них

становятся зависящими от обеих сил X_v и X_r , так что законы превращения энергии приобретают матричную форму [21]:

$$X_v = R_{vv} J_v - R_{vr} J_r \quad (14)$$

$$X_r = R_{rv} J_v - R_{rr} J_r \quad (15)$$

где «диагональные» R_{vv} , R_{rr} и «перекрёстные» R_{vr} , R_{rv} коэффициенты пропорциональности характеризуют сопротивление потоку энергоносителя со стороны соответственно «одноимённых» и «чужеродных» ему сил.

Если эти коэффициенты считать не зависящими от потоков, т. е. рассматривать уравнения (14), (15) в линейном приближении, то их можно представить в безразмерной форме

$$X_v/X_{v0} + J_r/J_{rk} = 1, \quad (16)$$

где X_v/X_{v0} – отношение движущих сил процесса лучистого энергообмена в текущем и режиме и режиме изоляции; J_r/J_{rk} – отношение потоков реагента в текущем режиме и режиме максимальной производительности реактора.

Такая форма феноменологических законов (14), (15) подчеркивает единство процессов преобразования любых форм энергии. Её можно представить в ещё более компактной форме, если коэффициенты, входящие в уравнения объединить в критерий её «конструктивности» $\Phi = R_{vr}R_{rv}/R_{vv}R_{rr}$, аналогичный по смыслу отношению «реактивных» сопротивлений электрической цепи к активным, а в уравнение (15) ввести критерий степени нагруженности установки $B = 1 - X_v/X_{v0}$, характеризующий степень её приближения к режиму с максимальным выходом продуктов нуклеосинтеза, аналогичному режиму «короткого замыкания» в нагрузке машин.

Используя эти обобщённые критерии, можно построить универсальные зависимости КПД линейных преобразователей энергии, показанные на рис.5.[22].

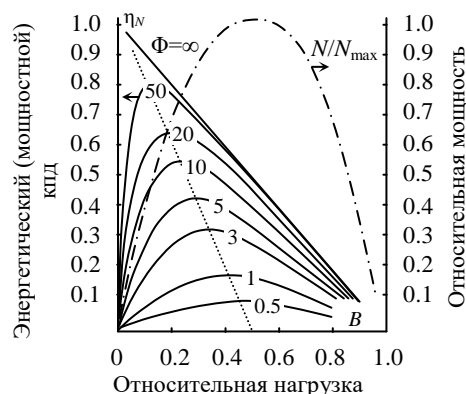


Рис.5. Универсальные характеристики преобразователей энергии

Главной их особенностью является обращение мощностного (и в частности, эксергетического) КПД любого реального преобразователя энергии в нуль дважды: на холостом ходу ($B=0$), т. е. в отсутствие выхода полезного продукта, и в режиме «короткого замыкания» ($B=1$), т. е. в данном случае при рассеянии всей подводимой энергии. Таким образом, зависимость КПД любой реальной установки ($\Phi < \infty$) носит характер несимметричной колоколообразной кривой, имеющей с возрастанием Φ всё более ярко выраженный максимум. При этом режимы с максимальным КПД и максимальной мощностью (штрихпунктирная линия) расходятся также

всё более. Это существенно дополняет результаты анализа эффективности энергоустановок различного типа и приближает их к реальности.

Изложенное имеет самое непосредственное отношение к установкам холодного и горячего ядерного синтеза, вскрывая их принципиальное единство при различном конструктивном исполнении. Как известно, их тепловая мощность определяется дефектом массы, пропорциональным энергии связи $\varepsilon_z = dE_z/dM$, который в максимуме достигает величины 8,8 МеВ/(а.е.м.). Эта энергия и является полезной продукцией термоядерных реакций. Подводимая же от источника энергия $\varepsilon_0 = dE_0/dM_0 = c_0^2$ выражается величиной

931.5 MeV/(а.е.м.). Эту же энергию имеют несвязанные нуклоны, если их считать источником первичной (преобразуемой) формой энергии. Поэтому отношение

$$\eta_c = \varepsilon_z/\varepsilon_0 < 1. \quad (17)$$

численно равное мощностному КПД η_N , не превышает для них величины $\sim 0,86\%$. Близкую к этому значение КПД (чуть выше 1%) выявила и упомянутая выше лаборатории им. Лоуренса [13]. Кроме того, обращает на себя внимание и характер экспериментальной кривой зависимости удельной энергии связи ε_z от числа нуклонов в ядре, приводимой во всех физических энциклопедиях, также обращающаяся в нуль в режиме «холостого хода» и имеющая вид ассиметричной колоколообразной кривой, как и на рис.5. Оба этих обстоятельства подтверждают справедливость энергодинамической теории нуклеосинтеза и свидетельствуют о крайней неэффективности установок термоядерного синтеза. Это обстоятельство следует учитывать тем, кто в течение уже нескольких десятилетий обещает осчастливить человечество дешёвым и экологичным «термоядом».

Вместе с тем энергодинамическая теория нуклеосинтеза недвусмысленно указывает на космологический вакуум как на истинный источник энергии звезд, не только на два порядка превышающий мощность «термоядерного горючего», но и в принципе неисчерпаемый благодаря кругообороту материи и энергии во Вселенной вопреки пресловутой концепции её рождения в результате «Большого взрыва». В этом отношении весьма показательны результаты испытаний в СССР водородной «царь – бомбы» в 1961 году над Новой Землёй, когда огненный шар взрыва поднялся в стратосферу и горел там в течение получаса, превысив расчётное энерговыделение в 10^5 раз [24]. Последнее обстоятельство убедительно свидетельствует о потреблении энергии окружающей среды в длительном процессе «горения», последовавшим за инициацией термоядерного синтеза, об ошибочности расчёта тепловыделения на основе дефекта масс и о полном непонимании физиками-теоретиками механизма этого процесса.

Литература

1. *Эткин В. А.* Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии).- СПб, «Наука», 2008.- 409 с; . *Etkin V.* *Energodynamics (Thermodynamic Fundamentals of Synergetics).* — New York, 2011.
2. Физический энциклопедический словарь. М., «Советская энциклопедия», 1984.
3. *Etkin VA.* About The Properties of a Hidden Matter. // *IOSR Journal of Applied Physics*, 10(1) 2018), 1-8.
4. *Ade P. A. R. et al.* Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results. // *Astronomy and Astrophysics*, 1303: 5062.
5. *Крауфорд Ф.* Берклевский курс физики. Т.3: Волны. М.: Мир, 1965. 529 с.
6. *Шрёдингер Э.* Новые пути в физике. – М.: Наука, 1971. – 428
7. *Демьянов В. В.* Эксперименты, поставленные с целью выявления принципиальных отличий дифракции и интерференции волн и электронов. arXiv:1002.3880v1 (2010).
8. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т.1 – М.: Наука. 1966.
10. *Эткин В. А.* Биполярный закон гравитации. // *Доклады независимых авторов*, 53(2021). 144-156; *Etkin V.* Gravitational repulsive forces and evolution of universe. // *Journal of Applied Physics (IOSR-JAP)*, 8(6), 2016. 43-49 (DOI: 10.9790/4861-08040)
11. *Etkin VA.* On Wave Nature of Matter. // *World Scientific News* **69**, 220-235 (2017).
12. *Эткин В. А.* Об энергозатратном характере процессов синтеза. // *German International Journal of Modern Science*, 1(2020).67-74; *Etkin VA.* On Energy Consumption in the Synthesis Processes. // *Journal “Scientific Israel – Technological Advantages”*, 23(3,4).2021.184-192.

13. Клиффорд К. Прорыв в ядерном синтезе (<https://www.cnbc.com/2022/12/13/nuclear-fusion-passes-major-milestone-net-energy.html>).
14. Уруцкоев Л.И., Ликсонов В.И., Циноев В.Г. Экспериментальное обнаружение странного излучения и трансмутация химических элементов. // Прикладная физика, 4(2000).83-100.
15. Konstantinov S. Nuclear fusion: the management prospects - Physics & Astronomy International Journal, 2(6). 2018
16. Etkin . VA. Perpetual Movement of the Universe. //Aeronautics and Aerospace Open Access Journal, 6(2). 2022.29–36.
17. Etkin V.A. New Applications of Non-Equilibrium Thermodynamics. //Global Journal of Researches in Engineering: G Industrial Engineering, 23(1)2023.8-16. DDC Code: 536.7 LCC Code: QD504.
18. Эткин В. А. О потенциале и движущей силе лучистого теплообмена. //Вестник Дома ученых Хайфы, 2010.–Т.XX. – С.2-6.
19. De Groot S.R., Mazur P. Non-equilibrium Thermodynamics. Amsterdam, 1962
20. Эткин В.А. Термокинетика (термодинамика неравновесных процессов переноса и преобразования энергии). Тольятти, 1999; Etkin V. Thermokinetics (Synthesis of Heat Engineering Theoretical Grounds). Haifa, 2010.
21. Эткин В. А. К неравновесной термодинамике энергопреобразующих систем // Изв. СО АН СССР. Сер. техн. наук, 6(1990).120...125. Etkin V.A. To the non-equilibrium thermodynamics of energy transformation systems. // Soviet. Journal of Appl. Physics, 6(1990).720-725 (translated from Izv. Sib. Otd. RAN-Tekhnika (Bulletin of Russian Acad. Science, Siberian Branch- Engineering), 6(1990),120-125).
22. Эткин В. А. Теория подобия энергетических установок. /Сборник научных трудов «Проблемы теплоэнергетики», Саратов, 2(2012).10-19; Etkin VA. Similarity Theory of Energy Conversion Processes. // International Journal of Energy and Power Engineering , 8(1).2019.4-11. DOI: 10.11648/j.ijepe.20190801.12
23. Адамский В. Б., Смирнов Ю. Н. 50-мегатонный взрыв над Новой Землёй. http://wsyachina.narod.ru/history/50_mt_bomb.html); BBC News. Russia to display mega H-bomb. <http://www.bbc.com/news/world-europe-33975032>.