1-я великая проблема физики: рост энтропии, необратимости и «стрела времени».

@ Стекольщиков Михаил Вениаминович, к.т.н.

Исследуется противоречие между физикой и термодинамикой. Показано, что исключение противоречия невозможно без методов Синергетики. Законы теплового движения С.Карно, адекватны законам Ньютона, но основатели термодинамики исказили выводы Карно. Найдены все возможные в термодинамике соотношения между теплотой и эксергией. Показано, что на базе 1-й теоремы Карно, Р.Фейнман построил схему монотермического двигателя. Доказана возможность осуществления монотермического двигателя, при невозможности ррм-1 и ррм-2. Доказана цикличность изменения энтропии в закрытых и открытых системах. Исследованы возможные пути перехода из Беспорядка и Хаоса в Порядок. Доказана обратимость всех реальных природных процессов

Содержание.

1. Теоретические основания и постановка задачи.

2. Основная терминология термодинамики. Метод Гиббса.

3. Революция С.Карно.

4. Основания 4-го закона термодинамики.

5. Решение уравнения эксергии Гиббса и синтез корневых циклов.

6. О недостаточности термодинамического подхода. Кинетический подход в теплоэнергетике.

7. Синтез эквивалентных схем для монотермического двигателя.

8. Оценка эксергетического вектора монотермического двигателя и его сопоставление с традиционной электростанцией.

9. Энтропия, Беспорядок, Порядок и Хаос.

10. «Первая Великая проблема физики: о энтропии, необратимости и стреле времени».

11. Список литературы.

1. Теоретические основания постановки задачи.

Динамика и термодинамика

- два различных мира.

/И.Пригожин (Порядок из Хаоса).

Зачем нужно и нужно ли ещё одно Начало термодинамики. Ответ на этот вопрос дал академик СССР В.Л.Гинзбург [1]. В своей Нобелевской лекции он привёл перечень 30-ти наиболее важных проблем физики начала 21-го века – так называемый «список Гинзбурга». Отдельно Гинзбург выделил три **«великие»**проблемы современной физики:

«Во-первых, «вопрос о возрастании энтропии, необратимости и «стрелы времени», далее упоминаемая как проблема необратимости.

Во-вторых, это проблема интерпретации нерелятивистской квантовой механики.

В-третьих, это вопрос о редукции живого к неживому, т.е. вопрос о возможности объяснить происхождение жизни и мышления на основе одной только физики».

Задачей данной работы, является первая из «трёх великих проблем», в которой речь идёт о «возрастании энтропии, необратимости и «стрелы времени»», далее проблема «необратимости».

Проблема необратимости состоит в противоречии между обратимостью основных уравнений механики и необратимостью тепловых процессов (механического движения молекул и частиц) по 2му Закону термодинамики. Проблемой необратимости вплотную занимались: С.Карно, Кельвин, Р. Клаузиус, Дж. Максвелл, Ф. Энгельс, М. Планк, Г. Гельмгольц, Л. Больцман, А. Пуанкаре, Дж. Гиббс, А. Эйнштейн, П. Эренфест, Дж. Фон Нейман, М. Борн, В. Паули, Л. Онсагер, Э. Хопф, Дж. Биркгоф, Н.Н. Боголюбов, Р. Кубо, Н.С. Крылов, Я.Г.Синай, Л.Д. Ландау, Р.Фейнман, Ф.Рейф, И.Пригожин и другие известные естествоиспытатели.

«Существуют три причины, вызывающие интерес к проблеме необратимости.

Во-первых, это задача, как и любая другая Великая Задача науки, бросает вызов человеческому разуму.

Во-вторых, проблема необратимости привлекательна в физическом плане. Если бы оказалось, что Гамильтонова (Ньютонова) механика не применима в области необратимых процессов, то эта область оказалась бы третьей по счету такой областью…

В-третьих, с решением проблемы необратимости в определенной степени связано выживание человечества на Земле» [2].

Положение о неуничтожимости движения, естествознание заимствовало у философии. Поэтому философы первыми отвергли второе начало. Критикуя выводы Клаузиуса, Ф.Энгельс пишет: «В каком бы виде ни выступало перед нами второе положение Клаузиуса... во всяком случае, согласно ему, энергия теряется если не количественно, то качественно. Энтропия не может уменьшаться естественным путем, но зато может создаваться. Мировые часы должны быть сначала заведены, затем они идут, пока не придут в состояние равновесия, и только чудо может вывести их из этого состояния и снова пустить в ход. Потраченная на завод часов энергия исчезла, по крайней мере в качественном отношении, и может быть восстановлена только путем толчка извне. Значит, толчок извне был необходим также и в начале; значит, количество имеющегося во вселенной движения, или энергии, не всегда одинаково; значит, энергия должна быть сотворена; значит, она сотворима; значит, она уничтожима... Ad absurdum!» [3].

М.Планк (1908): «Ньютоновский принцип равенства действия и противодействия, как известно, имеет подлинным своим содержанием утверждение о постоянстве количества движения или импульса; я хотел бы поэтому говорить об этом принципе только в смысле названного утверждения, а именно в связи с его значением для общей динамики, которая охватывает не только механику в более узком смысле, но также электродинамику и термодинамику» [4, с.494.].

Этим утверждением, Планк расширил область теплового «вечного движения» с микросистем на макросистемы. Естественно, что принципы невозможности ppm-1 и ppm-2, остаются в силе. 1-й и 3-й Законы Ньютона, создали предпосылки для осознания двух типов движения: вынужденного и автоколебательного. Но термодинамика признала только вынужденное движение.

Физика вступила в конфликт с термодинамикой, так как не могла и не хотела отказаться от механики, праматери современного естествознания, в пользу второго закона термодинамики. Но, физики наоборот, требуют термодинамику дополнить разделом обратимых процессов, согласующуюся с механикой.

В XX веке оказалось что, многие чисто физические процессы, открытые в XX веке – автоволновые и автоколебательные, противоречат второму началу. Первоначальная реакция термодинамиков одинакова: «такого быть не может». Отметим некоторые полученные наукой результаты, имеющие важное мировоззренческое значение, это: автоколебательные процессы в авиации, лазеры и реакция Белоусова–Жаботинского.

• Автоколебательной системой называется неконсервативная и нелинейная система, способная совершать незатухающие периодические колебания и преобразовывать потенциальную энергию в кинетическую. Целый ряд явлений природы имеет автоколебательный характер. Многие процессы в живом организме представляют собою автоколебания. Например, дыхание и работа сердца — автоколебания. Наиболее ярко автоколебания проявились в авиации. Весь перечень автоколебательных систем даёт представление о широком значении автоколебаний не только для техники, но и вообще для естествознания.

«Автоколебательный элемент работает подобно «**вечному двигателю**». Он автономно совершает циклические переходы через некоторую группу состояний»[5]. В этом случае энтропия меняется циклически. Согласно второму закону этого не может быть никогда?!

• Увеличение интенсивности светового потока внутри усиливающего вещества можно сопоставить с цепными химическими реакциями или с размножением нейтронов в ядерном реакторе. В. А. Фабрикант стал первым, осознавшим возможность явления. В докторской диссертации (1939), он указал на принципиальную возможность создать среду, которая не ослабляет, а усиливает проходящее излучение (отрицательная абсорбция).

Работы группы В. А. Фабриканта находились в противоречии с принятыми взглядами, согласно которым излучение, проходя через среду, должно поглощаться. К авторам идеи “отрицательного поглощения света средой” отнеслись как к лжеученым, предложившим очередную модель **“вечного двигателя”**. Бывшего председателя Госкомизобретений СССР Ю. Максарев: «Знаете, как случилось сперва с открытием лазера? Эксперты посмеялись над этим "гиперболоидом инженера Гарина", но на всякий случай послали на заключение специалистам. Те не просто посмеялись — разбили идею в пух и прах».

Академик А. Д. Сахаров воспоминал, о В. А. Фабриканте: «… он (со своей сотрудницей Бутаевой) предложил принцип лазера и мазера (использование эффекта индуцированного излучения, на существование которого в 1919 году впервые указал Эйнштейн). Но радость осуществления этой идеи – и известность – достались другим». В 1964 году другим трём учёным была присуждена Нобелевская премия по физике за: «фундаментальные работы в области квантовой электроники, приведшие к созданию генераторов и усилителей на основе принципа лазера-мазера» [6].

• Сообщение Белоусова (1951) об открытии колебательных реакций было встречено в отечественных научных кругах скептически, считалось, что автоколебания в химических системах невозможны. Статью Белоусова дважды отклоняли в редакциях отечественных журналов, опубликовать результаты исследований колебательной реакции он смог только в сокращенном виде спустя 8 лет. Главным препятствием были догматы классической термодинамики, энтропия не возрастала монотонно, а менялась циклически. «Не мог образованный человек представить себе в беспорядочном тепловом движении огромного числа молекул макроскопическую— все молекулы то в одном, то в другом состоянии! Будто признать существование **вечного двигателя**. Этого быть не может...».Позднее был установлен, автокаталитический характер реакции. Б.П. Белоусов (1980, посмертно), был удостоен Ленинской премии [7].

«Научное сообщество» постепенно проникалось сознанием, что колебательные режимы не только возможны, но даже обязательны и достаточно распространены в химии и биохимии. К настоящему времени реакция Белоусова—Жаботинского заняла достойное место в мире. Она фактически стимулировала появление новой области науки.

Непрерывной критике подвергал второе начало Л.Д.Ландау. Климантович: «Парадоксально, однако, следующее. В Курсе Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица в томах, посвященных как Статистической физике, так и в первых изданиях тома «Электродинамика сплошных сред» приводятся, правда в неявной форме - без необходимого анализа следствий, формулы, находящиеся в прямом противоречии со вторым законом термодинамики» [8, с. 113].

Второй закон термодинамики в XXI веке, формулируется как закон неубывания энтропии. Этот закон не поддается логическому обоснованию. «Вопрос о физических основаниях закона монотонного возрастания энтропии остается, таким образом, открытым»[9,§8]. Формулировка второго закона имеет очевидный конфликт между термодинамикой и классической механикой (физикой), где все процессы обратимы. Возникла необходимость дополнения термодинамики новым измерением, законом об обратимых процессах, включающим закон не монотонного роста энтропии.

Методом исследования выбран системно-термодинамический подход. Главным достоинством термодинамики является возможность получения огромного множества следствий, относящихся к различным явлениям, на основе небольшого числа первичных принципов; отсутствие необходимости в модельных представлениях о микроструктуре вещества и молекулярном механизме явлений, и, наконец, «непреложная справедливость ее адекватных следствий». За эти свойства классическую термодинамику издавна называют «королевой наук». Как справедливо отмечал М. Планк, «это замечательная научная система, детали которой ни по красоте, ни по блестящей законченности не уступают всей системе в целом». А.Эйнштейн отзывался о термодинамике как «единственной физической теории общего содержания, относительно которой я убежден, что в рамках применимости ее основных понятий она никогда не будет опровергнута».

Процессы формирования упорядоченных структур в течение XX века вызывают интерес и пристальное внимание физиков, химиков, биологов и политологов. А прежде чем ответить на вопрос, что такое самоорганизация, и определить меру ее применимости в жизни общества, необходимо исследовать причины и общие закономерности самоорганизации. Ясно, что ответ на этот вопрос может содержаться в термодинамике обратимых процессов, или, как ее часто называют, в синергетике. «Синергетика» и «термодинамика»: это лишь два разных физических подхода к одному и тому же — явлениям самоорганизации [10].

«Возможно ли как-нибудь «спасти» второе начало и сохранить динамику, вместе с тем не нарушая величественное здание, воздвигнутое Ньютоном и его последователями? Какую роль играет энтропия в мире, описываемом динамикой? Какую роль играет синергетика в термодинамике»[11,с.298].Ответ на эти вопросы, цель данной работы.

Новым четвертым законом термодинамики будет Синергетика! Почему Синергетика? Потому что: «*Термодинамика узнает себя в синергетике*». Точнее будет сказать, классическая термодинамика беременна синергетикой. «Информацию, перегруженную огромным количеством деталей, затемняющих существо дела, необходимо сжать, превратив в небольшое число законов, концепций или идей»[10]. Пора применить «бритву Оккамы»:«Не нужно множить сущности без необходимости» или не надо прибегать к сложным объяснениям там, где вполне годятся простые. Так же все обстоит и с термодинамикой - устранение ее принципиальных нелогичностей, которому и посвящена настоящая работа.

Третий закон динамики Ньютона формирует необходимость для движения взаимодействия двух движущих сил: центробежной и центростремительной. Центростремительные сила и движение, это инновация Ньютона. Центробежное движение направлено наружу. В противоположность этому, центростремительное движение направлено внутрь. «Синтез осуществлён». Рассмотрение их совместного действия даёт ключ к вечному движению природы. Научный метод исследования совместного действия называется Синергетика.

Синергетика: учение о взаимодействии. Она использует общие законы Природы, по которым происходит реструктуризация «от хаоса к порядку», т.е. собственно, обратимость. Синергетическим эффектом процесса, является фазовый переход: «Фазовые переходы: от хаоса к порядку и обратно» [12]. Синергетика базируется на третьем Законе Ньютона и композитном цикле Карно, речь о котором пойдёт ниже.

Ведущие физики мира давно вступили в конфликт со 2-м Законом, затрагивающим смысл реальности и обратимости. Нельзя отказаться от механики, праматери современного естествознания, в угоду второму закону термодинамики. Наоборот, термодинамику следует дополнить разделом обратимых процессов, согласующуюся с механикой. Удивительно, но все фундаментальные основания для этого существуют в трудах С.Карно, Дж.Гиббса, Л.Д.Ландау, Ф.Рейфа и Р.Фейнмана, им более 50-ти лет. Эти «артефакты» требуют только систематизации и углублённого анализа.

2. Основная терминология термодинамики. Метод Гиббса.

Согласно современным представлениям, Вселенная состоит из Материи находящейся в непрерывном движении. Количественной мерой движения Материи является энергия. Закон сохранения энергии - фундаментален: энергия не возникает и не уничтожается, а только переходит из одного вида в другой. Для количественной характеристики фазовых переходов различных форм движения и соответствующих им взаимодействий, различают два вида энергии: кинетическую и потенциальную. Таким образом, не смотря на кажущееся многообразие существующих видов энергии, все они сводятся, в конечном счете, к кинетической энергии механического движения каких-либо частиц и потенциальной энергии их взаимодействия.

Рассмотрим механическую энергию. При наличии трения взаимные превращения потенциальной и кинетической энергий становятся необратимыми из-за диссипации (рассеяния) механической энергии. Обобщённый закон сохранения механической энергии в изолированной системе: **W = P + K + D= const**, где **P** - потенциальная энергия, **K** - кинетическая энергия, **D** – энергия диссипации.

Законы сохранения электромагнитной, химической, биологической, социальной и других энергий аналогичны. Из этого ряда выпадает тепловая энергия [13], характеризующуюся внутренней энергией **U: U** = **P + K = const**. Внутренняя энергия равна сумме кинетической энергии хаотического движения молекул относительно центра масс тел и потенциальной энергии взаимодействия молекул друг с другом.

Или в дифференциальной форме: **dU + A = Q**, где **A = –dK** – работа, **Q = dP** – теплота. Работа и теплота, являются функциями пути процесса, что ограничивает их применение. Поэтому современная термодинамика использует метод потенциалов, независимых от истории системы.

Для термостатные условий, где приняты постоянными температура T_o и давление p_o (земные условия), закон сохранения энергии выражается уравнением Гиббса: $H = G + T_oS = const$, где **H** – энтальпия (аналог внутренней энергии), **G** – энергия Гиббса **(**аналог кинетической энергии**)**,**S** – энтропия, мера неупорядоченности (хаоса) системы. Все эти переменные – параметры состояния.

Гиббс разработал общую статистическую теорию, основанную на отказе от введения специальных гипотез относительно природы частиц. В термодинамике, как и в физике, появились «критериальные уравнения». Он дал общее статистическое обоснование термодинамики. Метод Гиббса, благодаря Л.Д.Ландау, стал играть существенную роль в борьбе вокруг второго начала термодинамики.

Понятие эксергии (**Æ = -ΔG**) и анергии ($Q_o = T_o\Delta S$) де-факто введено Гиббсом, а де-юре Рантом исходя из метода Гиббса (1953). Эксергией термодинамической системы называется максимальная работоспособность за счёт изменение кинетической энергии рабочего тела или ротора, которую система производит при обратимом переходе в состояние полного равновесия с окружающей средой (p_o **и** T_o).

Именно метод термодинамических потенциалов Гиббса придал статистической физике современную форму.«Гиббс дал общий метод, применимый принципиально ко всем задачам, которые могут быть поставлены перед статистической физикой». Природа стремиться не к деградации энергии, а к её движению: потенциальная энергия → кинетическая энергия → потенциальная энергия. Работоспособность, можно получить только в движении (кинетическая энергия) [9].

3. Революция С.Карно.

«Часто говорят, что аргументы Карно были ложными.

На самом же деле логика Карно безукоризненна.

Неверно только упрощенное толкование этих

аргументов Клаузиусом, а именно с ним все

обычно знакомятся».

/Р. Фейнман

Опыт практической эксплуатации тепловых машин привели к пониманию необходимости существования наряду с верхним источником тепла, также и теплоприемника (низкотемпературного источника). Ученые пришли к своим выводам разными путями.

С.Карно(1824), сформулировал три закона теплового движения исходя из теории теплорода. Он увидел аналогию тепловых машин с гидравлическими, использующими перепад уровня воды [14]:

3.1 «…повсюду, где имеется разность температур, может происходить возникновение движущей силы»:*Принцип устойчивого равновесия, принцип второго начала, принцип обобщённой центростремительной силы и центростремительного движения.*

3.2 «Обратно: повсюду, где можно затратить эту силу, возможно, образовать разность температур и нарушить равновесие теплорода…»: *Принцип регенерации теплоты и динамического нагревания/охлаждения, принцип обобщённой центробежной силы и центробежного движения.*

3.3 «Все операции, здесь описанные, могут быть проведены в одном направлении или в обратном… Результатом первых операций было получение определенного количества движущей силы и перенос теплорода от тела А к телу В; результатом обратных операций будет затрата полученной движущей силы и возвращение теплорода от тела В к телу А: обе операции уничтожают друг друга или, так сказать, друг друга

нейтрализуют»: Закон динамического равновесия, *Принцип кругового движения теплоты, принцип совместного действия – синергетика.*«Синтез осуществлён».

Если Ньютон написал уравнения движения динамике, на основании движения планет и комет. То Карно писал принципы теплового движения на базе природного гидрологического цикла (гидроцикл). Очевидно, что Карно, сформулировал не один, а три принципа движения для термодинамики. Взяв за основу тепловой машины природный гидрологический цикл в виде принципа, он провёл его анализ и выделил его обе фазы, прямой и обратный циклы, а затем синтезировал обобщённый цикл. Фактически в основе законов Карно лежит принципы и устойчивого и динамического равновесия. Но это открытие было не понято и разрушено более поздними исследователями.

РИС.1. Природный гидрологический цикл и гидравлическая аналогия теплового двигателя.

a) Схема кругооборота воды в природе [15].

b) «Родовая травма» второго закона термодинамики (фрагментация природного гидроцикла).

c) Гидравлическая аналогия теплового двигателя по С.Карно.

Р. Клаузиус (1850), подходит к вопросу о паровой машине и вообще к вопросу о совершении теплотой работы, исходя из механической теории тепла. Он реформировал запись цикла Карно:

• «Полученное из нагревателя количество теплоты Q_1 разделилось на две части, из которых одна, **Q**, превратилась в работу, а другая, Q_2 перешла… к более холодному телу…». Математическое выражение принципа Карно, по Клаузиусу: $A = Q_1 - Q_2 = Q_1(1 - T_2/T_1)$.

• «Теплота «всегда обнаруживает тенденцию к уравниванию температурной разницы путем перехода от тепловых тел к холодным».

• «Переход теплоты от более холодного тела к более теплому не может иметь места без компенсации». Здесь подразумевается, что релаксация происходит самопроизвольно. Эта тема не получила у Клаузиуса дальнейшего развития[16].

В дальнейшем Клаузиус, ввел понятие энтропии и закон монотонного возрастания энтропии, что и принято считать вторым законом термодинамики. Он использовал частные циклы Карно для далеко идущих выводов. На их основании он сделал вывод о том, что все виды энергии во Вселенной должны перейти в энергию теплового движения, после чего в ней прекратятся все макроскопические процессы: «*энергия мира постоянна; энтропия мира стремится к максимуму*». Вселенная должна прийти в состояние полного *термодинамического* равновесия («тепловая смерть»).

Клаузиус (1867): «найден закон природы, дающий нам возможность уверенно заключить, что во вселенной*нет всеобщего круговорота*, что она всё дальше и дальше меняет своё состояние в определённом направлении и приближается, таким образом, к известному пределу» [17]. Этот принцип Клаузиуса отражает невозможность самопроизвольного циклического движения.

Кельвин (1852), первым обратил внимание на необратимость тепловых процессов в частном цикле Карно, и сделал вывод «О появляющейся в природе общей тенденции к рассеянию механической энергии». «Восстановление механической энергии в ее прежнем количестве без рассеяния ее в более чем

эквивалентном количестве не может быть осуществлено при помощи, каких бы то ни было процессов с неодушевленными предметами…» [18].

Томсон и Клаузиус «совершили головокружительный прыжок от технологии тепловой машины к космологии». Пока шло описание теплового двигателя, разделение гидроцикла на две составляющие, было оправдано. Но когда «отцы основатели» стали транслировать идеи цикла Карно на природные процессы во Вселенной, они игнорировали вторую часть принципа Карно и природный гидроцикл. Теперь термодинамика была сведена к Закону устойчивого равновесия, а между паровым двигателем и вторым началом возникла тождественность. Хейвуд Р. (1978): «…отчетливо видно, что циклические формулировки так называемых первого и второго «законов», с которых начинается изложение классической термодинамики во многих учебниках, в действительности представляют собой результат логической цепи рассуждений, отправной точкой которых является более фундаментальный закон устойчивого равновесия (ЗУР) [19].

Таким образом, необходимо констатировать, что в основе второго закона лежит принцип природного гидроцикла, который по субъективным причинам был фрагментирован на две части. И потому все расширенные формулировки второго начала адекватны лишь относительно частного цикла Карно, и не учитывают всего многообразия Карно циклов. Такова «родовая травма» второго закона, нанесённая ему «отцами-основателями».

Пригожин с иронией оценил работу «отцов основателей». «Весьма замечательно, что в описании идеальной тепловой машины ни разу не упоминаются лежащие в основе его реализации необратимые процессы. Ни слова не говорится о топке, в которой сгорает топливо. Предложенная Сади Карно модель лишь использует конечный результат горения: возможность поддержания разности температур между двумя источниками»[11]. «Горение есть портрет содержания Второго Начала» [21].

Двусмысленно выглядят и следующая фраза. «Паровой двигатель может выглядеть нескладным и грубым, но по существу он является сжатым принципом работы Вселенной. …все события мира, как вне, так и внутри нас, выраженные в подходящей абстрактной форме, приводятся в движения паровыми двигателями». Или такая: «То, что мир становится все хуже, то что он бесцельно погружается в разложение, в разложение качества энергии, есть великая общая идея, заключенная во Втором Начале термодинамики [21, Гл.4]. Да…. «Эта штука посильнее, чем Фауст…».

Или так: «…вывод из принципа Карно убивает наповал идею о двигателе, работающем за счет теплоты, получаемой из равновесной окружающей среды (ppm-2). Как бы ни была велика связанная с хаотическим тепловым движением молекул внутренняя энергия, содержащаяся в окружающей среде, она неработоспособна, ибо в этом случае в нашем распоряжении есть только одна температура — окружающей среды $T_{о.с.}$» [22, с.131]. «…теплота будет «мертвой» [22, с.129]. То есть теплота была неработоспособной («мертвой»), но вот пришёл газовоз (принц) со сжиженным природным газом, и теплота «ожила» и стала сразу вдруг работоспособной. Это не наука,… это сказка!

Понятно, что все громкие обобщения второго начала, есть результаты указанной «родовой травмы». Второе начало является заложником исходной ошибки: таким образом, строго доказано было то, что заложено! Если бы «отцы основатели» заложили композитный цикл Карно, история термодинамики и нашей цивилизации пошла бы по другому пути.

Именно метод термодинамических потенциалов Гиббса придал статистической физике современную форму. «Гиббс дал общий метод, применимый принципиально ко всем задачам, которые могут быть поставлены перед статистической физикой [9].

Впоследствии, после работ Гиббса, в классической термодинамике образовалось два логически несовместных подхода: теория Клаузиуса-Кельвина (2-е начало) и теория Гиббса (Синергетика). Теория Клаузиуса-Кельвина базируется на Законе Устойчивого Равновесия (ЗУР), теория Гиббса базируется на Законе Динамического Равновесия (ЗДР) – взаимодействии между энтальпией и энтропией. Двум различным теориям должно соответствовать объективное отражение в различных базовых термодинамических циклах, но классическая термодинамика по-прежнему рассматривается как единое целое, основанная только на прямом цикле Карно. В результате, эти два подхода приводят к расходящимся выводам.

3.1. Анализ Карно циклов. Инновация Р.Фейнмана.

Столкновение теорий — не бедствие, а благо,

ибо открывает новые перспективы.

/Уайтхед

Задачей данного раздела, является построение 4-го начала термодинамики, основанного на объективном анализе Карно циклов, нахождение и анализ фундаментального цикла Карно.

В своей работе С.Карно пришёл к описанию циклов тепловых машин которых в тот момент не существовало, он ввёл в термодинамику более десятка «глубоких» инноваций, в том числе:

• три цикла Карно (идеальных): прямой (ПЦК), обратный (ОЦК) и бестопливный композитный (КЦК);

• идею термомеханического колебательного контура (КЦК);

• два метода организации работы циклов: статический и динамический;

• метод искусственного охлаждения/нагревания и динамической регенерации теплоты посредством обратного цикла;

Важнейшим в работе С.Карно, является существование двух способов реализации термодинамических циклов: статического (посредством двух тепловых резервуаров) и динамического бестопливного (посредством двух тепловых машин: ТД и ТН).

Динамическому бестопливному циклу из-за его важности определено собственное название: композитный цикл Карно (КЦК). Цикл КЦК, состоящий из прямого и обратного циклов Карно, используется для доказательства 1-й теоремы Карно. Все Карно циклы по схемам Карно-Клузиуса [23], и **T−S**диаграммы их рабочего тела, изображёны на рис.2. Система температур принята так, что $T_1 > T_o > T_2$.

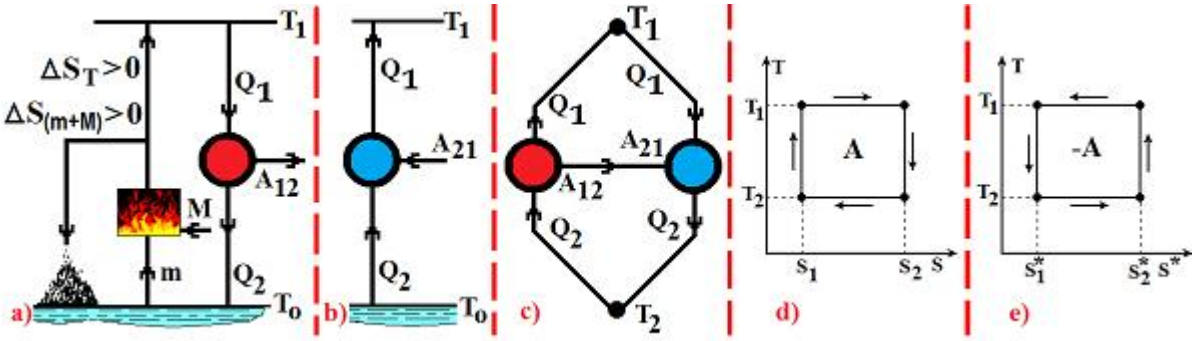

РИС. 2. Предложенные тепловые машины Карно, варианты их сопряжения и энергетические балансы:

a) Топка обеспечивает работу теплового двигателя (ТД). Уравнение ТД: $Q_1 = A_{12} + Q_2$;

b) Уравнение Теплового насоса (ТН): $Q_1 = A_{21} + Q_2$;

c) Бестопливный композитный цикл Карно или схема Карно-Клаузиуса сопряжения тепловых машин ТД и ТН, уравнение: $(Q_1 = A_{12} + Q_2) + (A_{21} + Q_2 = Q_1) = 0$;

d) T−S диаграмма рабочего тела прямого цикла Карно;

e) T−S диаграмма рабочего тела обратного цикла Карно.

Анализ композитного цикла показывает:

1. Этот цикл независим от направления времени, он работоспособен и при (**τ**) и (**− τ**): цикл работает при запуске ТД как двигателя и как теплового насоса.

2. Запуск любой машины, приводит к реакции сопряженной машины. Выполняется третий закон Ньютона:«Действие вызывает равное и противоположное противодействие…» [13].

3. Так как согласно **T−S** диаграммам, движение циклов ПЦК и ОЦК происходит в противофазе, это означает, что итоговое состояние энтропии двух машин в результате неизменно. **ΔS + ΔS* = 0** или **ΔS = −ΔS*.** Закон отражает принцип парного взаимодействия. Этот принцип будет изложен ниже в формулировках Ландау [9] и Рейфа [24].

4. Композитный цикл Карно, представляющий из себя термомеханический колебательный контур, обладает эффектом активной «термопары». При подводе к нему теплоты, он превращает её в эксергию. Этот эффект разрешает «монотермические» двигатели (не изотермические) [25].

5. Вечное движение материи заключается в фазовых переходах одного вида энергии в другой. Композитный цикл Карно является моделью вечного теплового движения.

6. Этот цикл отвечает принципам синергетики: «совместное действие». Его анализ доказывает двойную адекватность термодинамики и механики. Принцип монотонного роста энтропии (неубывания энтропии) опровергается, хотя прямой цикл Карно присутствует в композитном цикле.

А ведь, из **T−S** диаграммы рабочего тела прямого цикла Карно (**рис.2d**), также следует, что при **S = const**по итогу цикла, $\Delta S^{+} = \Delta S^{-}$**.** Так, что закон циклического возрастания энтропии (**S= const,** при $\Delta S^{+} = \Delta S^{-}$) должен был быть определён «отцами термодинамики» при её зарождении.

Композитный цикл был выбран Клаузиусом для доказательства 1-й теоремы Карно. На этом работа с ним была прекращена. А ведь на нём можно было построить альтернативную термодинамику. Поэтому выбор прямого цикла Карно, Клаузиусом и Кельвином, в качестве базового цикла для описания законов движения в термодинамике представляется не адекватным, а субъективным. На «сжатый принцип работы Вселенной», более годится композитный цикл Карно, являющийся моделью природного гидроцикла.

В середине XX века композитный цикл исследовал Р.Фейнман. «… можно вывести этот универсальный закон на основании только логических аргументов, не интересуясь частными свойствами веществ. Предположим, что у нас есть три машины и три температуры T_1, T_2 и T_3. Одна машина поглощает тепло Q_1 при температуре T_1, производит работу A_{12} и отдает тепло Q_3 при температуре T_3 **(фиг. 44.8), {рис. 3а}.** Другая машина работает при перепаде температур T_2 **и** T_3. Предположим, что эта машина устроена так, что она поглощает то же теплоQ_3 при температуре T_3 и отдает тепло Q_2. Тогда нам придется затратить работу A_{32}, ведь мы заставили машину работать в обратном направлении. Цикл первой машины заключается в поглощении тепла Q_1 и выделении тепла Q_3 при температуре T_3. Вторая машина в это время забирает из резервуара то же самое тепло Q_3 при температуре T_3 и отдает его в резервуар с температурой T_2. Таким образом, чистый результат цикла этих спаренных машин состоит в изъятии тепла Q_1 при температуре T_1 и выделении тепла Q_2 при температуре T_2. Эти машины эквивалентны третьей, которая поглощает тепло Q_1 при температуре T_1, совершает работу A_{12} и выделяет тепло Q_2 при температуре T_2. Действительно, исходя из первого закона, можно сразу же показать, что $A_{12} = A_{13} - A_{32}$**:**

$A_{13} - A_{32} = (Q_1 - Q_3) - (Q_2 - Q_3) = (Q_1 - Q_2) = A_{12}$ (44.8)» [25].

Все циклы Карно, композитные циклы Карно-Клузиуса и композитные циклы Карно-Фейнмана, изображёны на**рис.3**. Так как здесь нет привязке к окружающей среде, то результатом движения является работа, а не эксергия.

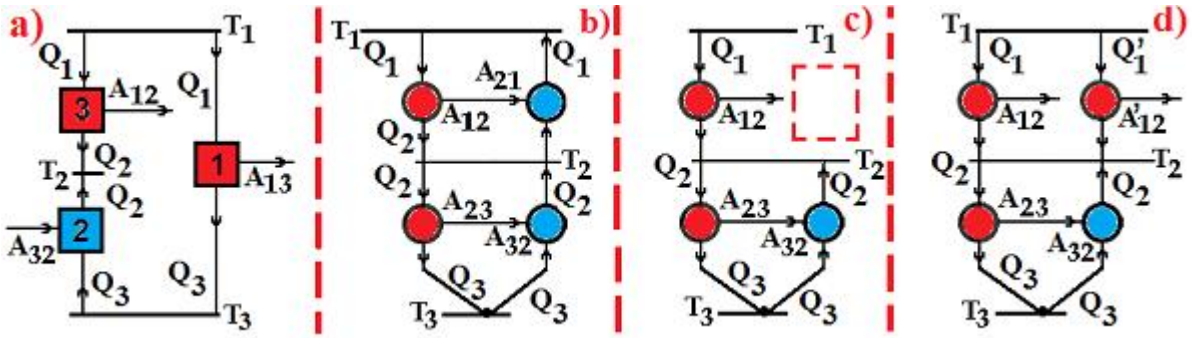

РИС. 3. Варианты композитных циклов Карно ($T_1 > T_2 > T_3$):

a) Спаренные машины ТД-1 и ТН-2, эквивалентны ТД-3 по Фейнману: $A_{12} = A_{13} - A_{32}$ [25].

b) Вариант композитного цикла Карно: $\Sigma A_{ij} + \Sigma Q_{ij} = 0$;

c) Эквивалентная схема неравновесного сопряжения ТД и ТН по Фейнману: $A_1 = Q_1$.

d) 2-я эквивалентная схема неравновесного сопряжения ТД и ТН по Фейнману: $A_2 = 2Q_1$.

Схема Карно-Фейнмана (**рис.3a**), содержит в себе два тепловых двигателя с работами $\mathbf{A_1 = (A_{13} - A_{32})}$ и $\mathbf{A_2 = A_{12} + (A_{13} - A_{32})}$ Доказательство проведём путём анализа цикла Карно-Фейнмана с помощью 1-й теоремы Карно, по схеме на **рис.3b**. Учтём, что алгебраическая сумма работ по замкнутому тепловому контуру всегда равна нулю. Уровень $\mathbf{T_3}$ представляет собою термостат или термический катализатор (аналог химического катализатора). Он участвует в процессе, но не представлен в конечном энергетическом балансе.

Удалим из схемы **рис.3b** тепловой насос $\mathbf{A_{21}}$ и получим схему на **рис.3c**.Тогда двигатель по схеме **рис.3** собладает работоспособностью: $\mathbf{A_1 = A_{12} = Q_1}$.

Добавим на схеме **рис.3c**,тепловой двигатель $\mathbf{A'_{12}}$.Теперь двигатель по схеме **рис.3d** обладает работоспособностью: $\mathbf{A_2 = A_{12} + A'_{12} = 2Q_1}$.

Цикл Карно-Фейнмана (**рис.3a**) обладает новым качеством, он производит работу в композитном цикле, чего не был у цикла Карно-Клузиуса. При этом он не нуждается в холодном резервуаре, так на нижний уровень приходит и с него уходит одинаковое количества тепла $\mathbf{Q_3}$. Фейнман дал направление к созданию монотермического двигателя, работающего на динамическом охлаждении.

Закон Фурье утверждает, что поток тепла **J** пропорционален градиенту температуры. Следовательно, внешний градиент температуры есть та «сила», которая создает работоспособность прямого цикла Карно. Фейнман доказал, что с помощью композитного цикла Карно можно создавать неравновесные инновационные схемы тепловых двигателей. Схемы неравновесных циклов (схема Карно-Фейнмана), на базе композитного цикла Карно, содержат собственную внутреннюю неравновесность. Это означает, что такие циклы, не требует для работы внешней неравновесности (внешнего градиента температур). А процессам, нарушающим равновесие, в системе противостоит внутренняя релаксация. «Источником порядка является неравновесность. Неравновесность есть то, что порождает Порядок из Хаоса» [11, с.357].

Таким образом, в соответствии с 3-м законом Ньютона, приходим к уточнению формулировки закона роста энтропии: без компенсации, нет релаксации.

4. Основания 4-го закона термодинамики.

Хотя общее число формулировок второго начала превышает пять десятков [26,27], в теоретическом плане их можно свести положению о законе существования энтропии (**S**) у всякой равновесной системы и неубывании её при любых процессах в адиабатных и адиабатно изолированных системах. Но в соответствии с законами Ньютона, устойчивое движение вещества в природе может существовать только в двух видах: затухающем или периодическом [4, 28].

Апериодическое движение энергии (монотонный рост энтропии) активно развивали и пропагандировали: Кельвин, Р.Клаузиус, В.Оствальд, И.Пригожин, П.Л.Капица, В.М.Бродянский, П.Эткинз, В.Е.Захаров и многие др.

Периодическое движение энергии (цикличный рост энтропии) активно развивали и пропагандировали: С.Карно, Дж.Максвелл, Дж.Гиббс, Ф.Энгельс, А.Эйнштейн, Л.Д.Ландау, Ф.Рейф, П.К.Ощепков, С.Д.Хайтун и многие др.

Второе начало термодинамики внесло в картину мира принципиальную деталь: в отличие от классической механики, которой все процессы были обратимы во времени, второе начало термодинамики утверждает направление «стрелы времени» — от прошлого к будущему. Несмотря на мистическое отношение его апологетов ко второму началу термодинамики (оно де определяет тенденцию к «деградации» мира и энергии,

нарастанию хаоса), они не понимают, что их вывод есть следствие субъективного подхода «отцов основателей», фрагментация природного гидроцикла.

Теория «диссипации энергии», также лишается адекватности при существовании метода Гиббса.

Любая термодинамическая система стремится к фазовому равновесию как к состоянию с наименьшей энергией. Термодинамическое равновесие системы характеризуется термодинамическими потенциалами. Все термодинамические параметры системы – давление **p**, объем **V**, температура **T** и др. – могут быть получены как частные производные термодинамических потенциалов. Согласно правилу фаз Гиббса (1875), максимальное число фаз **r** существующих в равновесии, не превосходит числа независимых компонентов ***n***, более чем на два: $r \leq n+2$ [13].

Для количественной характеристики фазовых переходов качественно различных форм движения (кинетической и потенциальной энергий) соответствующих им взаимодействий вводят различные виды энергии. Для равновесной системы, связанной потенциальными силами, справедлива теорема о вириале: средняя кинетическая энергия равна с обратным знаком половине средней потенциальной энергии. При любом возмущении кинетическая энергия сначала возрастает, затем происходит релаксация, и система возвращается в равновесное состояние: *без компенсации нет релаксации*. Собственно, таким образом, и происходит движение энергии и изменение энтропии.

Уравнение Гиббса имеет вид: $H = G + T_oS$. Как видим, для тепловых процессов в термостате, максимальное количество фаз равно трём (H, G, T_oS), а энергия диссипации отсутствует (теплота в термостате не рассеивается). При отсутствии диссипации: $dG = -T_odS$ [24, §7.5, (77)]. Значит метод Гиббсаутверждает обратимость тепловых процессов $-dG \leftrightarrows T_odS$, где **(-dG)** - эксергия (**Æ**), работоспособность системы при термостатных условиях.

Пригожин (1984): «*Теория Гиббса показывает, что оба процесса — прямой и обратный — в точности компенсируют друг друга*. Итак, мы приходим к важному выводу: независимо от выбора представления (будь то движение по траекториям или теория ансамблей Гиббса–Эйнштейна) нам не удастся построить теорию необратимых процессов, которая выполнялась бы для любой системы, удовлетворяющей законам классической (или квантовой) механики… Как следует понимать эти отрицательные результаты? *Любая ли теория необратимых процессов находится в неразрешимом конфликте с механикой (классической или квантовой)*?» [11, §8.4].

В термостате происходит не диссипация тепла, а его концентрация при температуре термостата T_o: горячие тела в термостате охлаждаются, а холодные – нагреваются.

Ландау (1964): «если возможен какой-либо процесс, сопровождающийся возрастанием энтропии замкнутой макроскопической системы, то должен быть возможен и обратный процесс, при котором энтропия системы убывает»[9, §8].

Рейф (1965): «Мы приходим к выводу, который можно назвать «принципом ***компенсации*** энтропии. Энтропия системы может быть уменьшена, только в том случае, если система взаимодействует с другими системами так, что в процессе взаимодействия происходит компенсирующее увеличение энтропии (100)» [24, §7.7].

На **рис.4** изображены две трактовки закона возрастания энтропии как функции времени: **S = f (τ)**; **4a** - зависимость по Клаузиусу-Кельвину и **4b** - зависимость по Ландау-Рейфу, а также трактовка эволюции по Л.Гумилёву (**4c**).

РИС.4. Две различных трактовки закона возрастания энтропии как функции времени: S = f (τ) и кривая эволюции по Л.Гумилёву в тех же координатах.

a) Трактовка Р.Клаузиуса (1865): Закон монотонного возрастания (неубывания энтропии);

b) Трактовка Л.Ландау (1964): Закон циклического возрастания энтропии [9, §8], трактовка Рейфа (1965): «Принцип компенсации энтропии» [24, (100)];

c) Переработанный график эволюционной кривой[29] в S– τ координатах.

Изложенная трактовка роста энтропии соответствует законам механики:

● 3-му Закону Ньютона - «действие, вызывает равное противодействие»;

● симметрична по отношению к обоим направлениям времени.

Предлженная Ландау и Рейфом исправленная трактовка закона роста энтропии, убивает промах второго закона: принцип «неубывания энтропии».

Так как теплота это механическое движение молекул и разных частиц, закон изменения энтропии должен подчиняться законам механики (обратимости). Как известно, классическая механика сама по себе полностью симметрична по отношению к обоим направлениям времени. Уравнения механики остаются неизменными при замене времени **τ** на - **τ**, поэтому, если эти уравнения допускают какое-либо движение, то они же допускают и прямо противоположное, при котором механическая система проходит через те же самые конфигурации в обратном порядке. Естественно, что такая симметрия должна сохраниться и в основанной на классической механике статистической физике. «Вопрос о физических основаниях закона монотонного возрастания энтропии остается, таким образом, открытым»[9].

Пассионаарная теория этногенеза Льва Гумилёва описывает эволюционный процесс как взаимодействие развивающихся этносов с ландшафтом и другими этносами. Движущей силой эволюции этноса является *Пассионарность* (**P**) [29]. Пассионарность (от фр. *passioner* - увлекаться, разжигать страсть) — избыток некой когерентной «биохимической энергии» в этносе (сообществе), порождающий жертвенность, часто ради высоких целей. Если пассионарность избыток когерентной энергии, то логично выразить её через функцию энтропии: **S = f(1/P).**

График эволюционной кривой в **S– τ** координатах, представленный на **рис.4с**, качественно соответствует трактовке Ландау и Рейфа о законе не монотонного возрастания энтропии, и является дополнительным фактором её адекватности. При этом, можно рассматривать этот график как эволюцию любого человека (без нежданной смерти) и даже эволюцию Вселенной после «Big Boom».

5. Решение уравнения эксергии Гиббса и синтез корневых циклов.

Новая наука — термодинамика, — установившая связь между

механическими и тепловыми эффектами,

обрела существование.

/И.Пригожин

Связь между механическими и тепловыми эффектами, установленная Клаузиусом ущербна. Клаузиус отбросил 3-й принцип Карно (композитный цикл) и тем самым субъективно ограничил область существования термодинамики. Эту ошибку исправил Гиббс. Термодинамика позволяет выводить универсальные закономерности на основании только логических аргументов, не оглядываясь на частные свойства веществ. Но термодинамика адекватно работает, только с параметрами состояния. Опираясь на метод Гиббса. Ландау указал, что зависимость между теплотой и работой неоднозначна, и теперь предстояло заново установить все зависимости между механическими и тепловыми эффектами.

Вопросу о максимальной работе системы (**A**), Ландау (1964) проявил пристальное внимание. Он разделил процесс на два вида, в зависимости от граничных условий.

•Максимальная работа в теплоизолированной системе, состоящей из нескольких тел, не находящихся друг с другом в тепловом равновесии [9, §19].

•Максимальная работа, производимая телом, находящимся во внешней среде [9,§20].

В теплоизолированной системе, состоящей из нескольких тел, не находящихся друг с другом в тепловом равновесии, в процессе установления равновесия система может совершать работу (над внешними объектами). И если начальная энергия системы U_0, а энергия в состоянии равновесия U_S, то вследствие адиабатности системы произведенная ею работа равна просто изменению энергии: $|A| = U_0 - U_S$.

Но в реальных условиях, максимальную работу кругового процесса, которую система может совершить над внешним телом, определяет изменение энергии Гиббса. Условие: начальные и конечные параметры системы (T_o, p_o), совпадают с параметрами среды (T_o, p_o) и теплообмен со средой происходит лишь при этих параметрах. При этом решение – многозначно. Граничные условия является теоретическим обоснованием монотермического двигателя.

Сама постановка вопроса в таком виде, доказывает неоднозначность принципа максимальной работы ТМС, что противоречит теории Клаузиуса – Кельвина. Например, Зоммерфельд (1950): «Все обратимые машины имеющие тепловой контакт с окружающей средой только при двух температурах T_1 **и** T_2 обладают одинаковыми коэффициентами полезного действия» [30]. Ландау же, открывает дорогу прямым эндотермическим циклам.

Исследуя максимальную работу процесса, Ландау выделяет случай, для термостата (внешняя среда). Она вместе с находящимися в ней телом и объектом работы, образует расширенную систему. «Если бы среды не было, то работа, произведенная телом над теплоизолированным объектом при заданном изменении состояния тела (т. е. заданных начальном и конечном состояниях), была бы вполне определенной величиной, равной изменению энергии тела. Наличие же **среды**, ***тоже участвующей в процессе***, делает результат неоднозначным, и возникает вопрос о том, какова максимальная работа, которую может произвести тело при данном изменении его состояния…»**:**

$A = -\Delta(H - T_oS)$ [9, §20].

Неоднозначность результата, означает, что имеется два различных экстремальных решения для эксергии, у одной и той же системы при существующих параметрах состояния. Это свойство возникает только у систем работающих в термостате. Необходимое и достаточное условие термодинамического равновесия вещества, когда оно окружено средой с параметрами (p_o и T_o),выражено в форме: $\Delta(U + p_oV - T_oS) = 0$. «Полное изменение энергии тела ΔU при изменении его состояния складывается из трех частей: из произведенной над телом работы внешнего источника (нагревателя), из работы, произведенной средой (p_oV), и из полученного от среды тепла Q_o» [9].

Ландау показал (1964), что направление самопроизвольного процесса в термостатах определяется не ростом энтропии, а условием минимума энергии Гиббса ($\Delta G < 0$). Это означает существование зависимости максимальной работы от пути процесса (от кинетики), что соответствует физическим определениям работы.

Ландау отмечает: максимальная работа термостатированной термомеханической системы (ТМС) – неоднозначна и зависит от принципа движения системы (ЗУР или ЗДР).

Что такое неоднозначность эксергии термостатированной ТМС? Это означает что, уравнение эксергии для термомеханических установок, кроме решения Карно-Клаузиуса имеет и другие корни.

Преобразуем фундаментальное уравнение Гиббса в уравнение эксергии. Согласно Ландау: $Æ = -\Delta(U + p_oV - T_oS) = -\Delta(H - T_oS)$,т.е.убыли энергии Гиббса. Так как, согласно Ландау, решения уравнения неоднозначно и имеет несколько решений, в водим индекс (**i**) для корней уравнения.

Под термическим КПД (КПДт) понимают отношение максимальной работы, которую можно получить в устройстве, к энтальпии процесса: $\eta_i = Æ_i/\Delta H_i^- = (1 - T_o\Delta S_i/\Delta H_i^-)$ [31]. В термодинамике Гиббса, в отличие от термодинамики Клаузиуса-Кельвина интервал КПДт иной: **1** > КПДт > **1**, что связано с использованием различных базовых циклов.

Имеем уравнение Гиббса-Гельмгольца в виде $G = H + T_o(\partial G/\partial T)_p$.Отсюда: $Æ_i = -(\Delta G)_i = (H_1 - H_o) + T_o[\partial(G_1 - G_0)_i/\partial T]_p = H^- + T_o(\partial Æ_i/\partial T)_p$ или $Æ_i = H^- - T_o\Delta S_i = Q_1 + T_o(\partial Æ_i/\partial T)_p$, где:

- $(\Delta H^-) = Q_1$ – экзотермический эффект рабочего тела (всегда отрицательный (-) для силовых ТМС);

- $T_o(\partial Æ_i/\partial T)_p = T_o\Delta S_i$– тепловой эффект термостата, отрицательный (-) в экзотермических процессах и положительный (**+**) в эндотермических процессах.

Отсюда имеем два экстремальных решения:

- $Æ_1 = H^- - T_o(\partial Æ/\partial T)_p = Q_1 - Q_0$ (цикл Карно);

- $Æ_2 = H^- + T_o(\partial Æ/\partial T)_p = Q_1 + Q_0$ (цикл Ландау).

Цикл Ландау примечателен тем, что позволяет кратно повысить производительность существующих тепловых электростанций (ТЭС).

Понятно, что если имеются два экстремальных значения для эксергии, то в интервале между ними можно получить множество промежуточных циклов. Выделим один базовый промежуточный холодильный цикл: $Æ_3 = H^- = Q_1$ (холодильный цикл Ландау). Этот цикл известен в термодинамике топливных элементов[31].

Решение уравнения эксергии, показало, что эксергия цикла определяется, алгебраической суммой тепловых эффектов рабочего тела (экзотермическая фаза цикла) и термостата (эндотермическая фаза цикла). При этом второе слагаемое представлено анергией, т.е. теплотой при температуре окружающей среды T_o.

Эксергия циклов Ландау превышает эксергию цикла Карно на величины Q_0 и $2Q_0$. Повышение эффективности достигается за счёт использования анергии Q_0.

В соответствии с методом циклов, циклы Ландау можно представить композитными и провести их декомпозицию, с выделением цикла Карно и дополнительных циклов, без изменения итоговой суммы эксергии. Декомпозиция показала, чтоцикл Ландау состоит из цикла Карно ($Æ_1$)и монотермического цикла $Æ_4 = 2Q_o$. КПДт этого цикла:$\eta_4 = 2Q_o/Q_o = 2$. Цикл $Æ_4$ назовём циклом бестопливного эксергетического

насоса (Эксергетическая насосная установка – ЭНУ), по аналогии с тепловым насосом ТН. Монотермический цикл не тождественен изотермическому [32].

Значение $\eta_4 = 2Q_o/Q_o = 2$, отражает традицию сравнения эффективности любых циклов с эффективностью прямого цикла Карно. Если обозначить эффективность $\eta'_4 = 1$, это бы уравняло по эффективности эндотермический и экзотермический циклы, чего нет на самом деле.

Холодильный цикл Ландау состоит из цикла Карно $Æ_1$ и монотермического цикла: $Æ_5 = 2Q_o + (-Q_o) = Q_o$.

Монотермический цикл $Æ_5$ производящий эксергию $Æ_5 = Q_o$ с холодопроизводительность $(-Q_o)$, назван циклом эксергетической холодильной установки ЭХУ. КПДт цикла: $\eta_5 = Q_o/Q_o = 1$.

Таким образом, согласно Ландау, в расширенной системе должны существовать три базовых независимых обратимых цикла ТМС: цикл Карно (ТД), цикл ЭНУ (эксергетический насос) и цикл ЭХУ (эксергетический холодильник). При этом циклы ЭХУ и ЭНУ имеют термический КПД больший, чем у цикла Карно и используют анергию для получения эксергии (являются бестопливными). Этот парадоксальный вывод для современной теплоэнергетики, вытекает из термодинамики Гиббса.

Постулаты Клаузиуса, Кельвина, Оствальда, в присутствии метода Гиббса, являются паралогизмами, так как основаны на частном цикле Карно, а метод Гиббса основан на обобщенном цикле Карно.

5.1 Иллюстрация результатов решения уравнения эксергии.

Решив уравнение эксергии Гиббса, получаем пять корневых циклов (пять корней). Полученные результаты решения уравнений иллюстрируются таблицей и рисунком.

Таблица. Результаты вычисления корней уравнения эксергии.

№	Уравнение	Наименование составляющих	КПДт
$Æ_1$	$Æ_1 = Q_1 - Q_o$	экзотермический цикл Карно	$\eta_1 = 1 - Q_o/Q_1$
$Æ_2$	$Æ_2 = Q_1 + Q_o$	бинарный цикл: цикл Карно плюс цикл ЭНУ	$\eta_2 = 1 + Q_o/Q_1$
$Æ_3$	$Æ_3 = Q_1$	бинарный цикл: цикл Карно плюс цикл ЭХУ	$\eta_3 = 1$
$Æ_4$	$Æ_4 = Q_o + Q_o = 2Q_o$	Бестопливный эндотермический цикл эксергетической насосной установки (ЭНУ)	$\eta_4 = 2Q_o/Q_o = 2$
$Æ_5$	$Æ_5 = 2Q_o + Q^-_o = Q_o$	Бестопливный эндотермический цикл эксергетической холодильной установки (ЭХУ), где (Q^-_o) холод.	$\eta_5 = Q_o/Q_o = 1$

Полученные результаты иллюстрируются **рис.5**, откуда видно, что для современной теплоэнергетики возможны, по крайней мере четыре новых обратимых цикла, имеющие КПДт больше, чем у цикла Карно. Данные представлены для $T_1 = 600К$ и $T_o = 300К$.

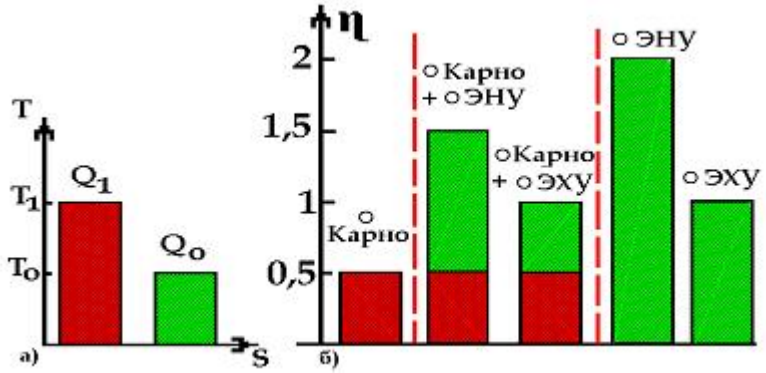

Рис.5. Решения уравнения эксергии для ТМС (T_1 = 600 К и T_o = 300 К).

а) Тепловые эффекты рабочего тела Q_1 и термостата Q_o;

б) КПДт для пяти возможных циклов, согласно уравнению эксергии для ТМС. Четыре цикла имеют КПДт больше, чем у цикла Карно.

Как очевидно для эксергии, КПДт композитных циклов больше чем цикла Карно, а использование анергии, делает их больше **1**, что характерно для всех термомеханических установок использующих анергию (холодильный (**ε**) и отопительный (**μ**) коэффициенты). Это вызвано тем, что:

• При $\Delta S_{io} > 0$ рабочее тело поглощает тепло из окружающей среды. Во всех случаях, когда происходит использование энергии окружающей среды, коэффициенты эффективности процесса могут превышать единицу.

• Клаузиус и Кельвин в качестве базового цикла принимали цикл Карно, не учитывая особенности композитного цикла. Их выводы базировались только на частном цикле Карно, они упустили наличие более сложных композитных циклов. Хотя известно, что сложные структуры в природе, эффективнее примитивных структур.

6. О недостаточности термодинамического подхода. Кинетический подход в теплоэнергетике.

Классическая термодинамика - это область физики, которая занимается изучением общих свойств макроскопических систем в равновесии, а также общих закономерностей при установлении равновесия. Теорию процессов, связанных с переходом в состояние равновесия, называют кинетикой.

• **Термодинамический подход.**

Согласно термодинамике, состояние равновесия – это предел убыли энергии Гиббса. В состоянии истинного равновесия: $\Delta G = 0$.

• **Кинетический подход.**

Согласно кинетике, равновесие – это такое состояние, в котором скорости процессов (**ύ**), прямого ($ύ_1$) и обратного($ύ_2$), равны: $ύ_1 = ύ_2$.

Обобщённое условие равновесия системы: $\Delta G = 0$ и $ύ_1 = ύ_2$. Соответственно, условие работоспособности системы: $\Delta G < 0$ и$ύ_2 < ύ_1$.

Большим успехом термодинамики оказалась возможность точно определить положение равновесия и направление протекания процесса с помощью величины энергии Гиббса: $G = H - TS$. При этом необходимо учитывать, что термодинамика формулирует необходимые условия протекания процесса в направлении равновесия, позволяя точно указать возможное направление процесса и равновесный состав компонентов, но ничего не говорит о путях процесса и стадиях его осуществления. Для протекания процесса недостаточно иметь запас энергии в системе - необходима возможность реального пути (механизма), который и реализует термодинамические возможности термомеханической системы.

Из химии известно, если процесс термодинамически возможен, “разрешен”, и механизм реализации процесса присутствует, скорость его может быть любой. С этим связано распространенное явление — каталитическое ускорение реакций веществами, не входящими в стехиометрическое уравнение реакции. Поэтому, с точки зрения уравнений материального баланса, как бы отсутствующих. Уравнение материального баланса суммирует результаты всех элементарных процессов, протекающих в системе, но не показывает реальные пути превращения исходных компонентов в продукты, так как промежуточные стадии могут взаимно сокращаться. Изучаемые процессы протекают по другим механизмам, чем это записано в уравнениях материального баланса.

Особо следует, выделит колебательные химические реакции, типа Белоусова–Жаботинского.

Поэтому физическая химия, при исследовании реакций, оперирует триадой методов: термодинамика – кинетика – структура молекул [33].

Для дальнейшего развития теплоэнергетики необходимо освободиться от иллюзии, будто вопросы синтеза ТМС, можно только используя только метод потенциалов и метод циклов. Эти методы действительно важны и

полезны, но сами по себе они не образуют полноценный научный метод анализа ТМС. На это указывают парадоксы Ландау.

Очевидно, что циклы ЭНУ и ЭХУ возможные с термодинамической точки (уравнение эксергии), тормозятся кинетикой процесса (отсутствием механизма процесса).

Сведем все кинетические принципы теплоэнергетики в одном месте.

1. Принципы Карно (1824). Повсюду, где имеется разность температур, может происходить возникновение работоспособности. Обратно: повсюду, где можно затратить работоспособность, возможно образовать разность температур и нарушить равновесие.

2. Принцип Фурье (1822). Направление вектора плотности теплового потока совпадает с направлением переноса энергии при теплопереносе: (**q = –k•gradT**). Самопроизвольный процесс при тепловом контакте таких тел идёт в направлении исчезновения потенциально возможной работы [11].

3. Принцип Стирлинга-Карно (1824, 1816): Повторное использование отработанной теплоты в цикле ТМС называется регенерация. Повышение потенциала теплоты для использования в цикле производится посредством теплового насоса.

4. Принцип Гюи - Стодола: фактическая эксергия системы меньше максимальной на положительную величину, равную $T_oΔS^*$, где $T_oΔS^*$ –потеря работоспособности системы), вследствие элементарной необратимости. Направление диссипации эксергии идёт в направлении термостатных условий (T_o, p_o), т.е. образования анергии [23].

5. Принцип Термического Катализа: Катализатор вещество, изменяющее скорость процесса, но отсутствующее в конечных продуктах. Каталитические процессы протекают через промежуточные соединения, не отражаемые в материальном балансе [34]. Можно рассматривать использование нижнего уровня теплоты, в композитных циклах, как использование термического катализатора.

7. Синтез эквивалентных схем для монотермического двигателя.

Второе начало термодинамики со всей категоричностью утверждает, что в теории теплового двигателя, существующие на Земле огромные резервуары энергии, не могут рассматриваться даже как потенциальные источники питания теплового двигателя. Их применение в качестве стоков теплоты в полной мере предопределено и этому нет никакой физически реализуемой альтернативы. Таким образом, утверждается невозможность создания монотермического двигателя, черпающего теплоту прямо из природных запасов солнечной энергии.

Первоначально этот запрет утвердил Кельвин (1851). Доказательство второго начала Кельвин обосновывал следующей аксиомой (Постулат Кельвина): «*Невозможно при помощи неодушевленного материального деятеля получить от какой-либо массы вещества механическую [циклическую] работу путем охлаждения ее ниже температуры самого холодного из окружающих предметов*» [18]. Этим постулатом Кельвина запрещает силовые эндотермические циклы. Используя свою аксиому, являющуюся первой формулировкой принципа необратимости тепловых процессов, Томсон пытается доказать 1-ю теорему Карно.

В.Оствальд (1893), идеальную машину, способную циклично преобразовывать энергию внешней среды в эксергию, назвал вечным двигателем (perpetuum mobile: ppm-2) II рода. При этом, однако, оба известных вида вечных двигателей резко различаются между собой. В то время как функция объявленного неосуществимым перпетуум мобиле I рода состояла в непрерывном совершении работы без затрат энергии от внешних источников, назначение ppm-2 представлялось совершенно иным, от этой машины требовалась лишь способность идеально трансформировать энергию [35]. Что невозможно по мнению Оствальда.

Для избегания двусмысленности в терминологии, ведь в термодинамике появилась недееспособная энергия, был введен термин анергия.

Постулаты, утверждающие невозможность создания ppm-2, составляют практическую часть второго начала термодинамики и формируют энергетическую политику в течение полутора веков. «Если энергию, рассеянную в окружающей среде, концентрировать и использовать для обогрева жилища или других потребностей, то

можно обойтись не только без органического топлива (угля, нефти, газа), но и атомного, а затем и термоядерного. Ведь запас энергии в окружающей среде практически неисчерпаем [36].

В этом манифесте заключается «**α** и **ω**» борьбы с монотермическими двигателями.

М.Планк (1930), заявил: «невозможно построить периодически действующую машину, *вся деятельность которой сводилась бы* к поднятию некоторого груза и соответствующему охлаждению теплового резервуара» [37]. Таким образом ppm-2, стал характеризоваться единым процессом. Принцип утверждает: невозможно трансформировать кинетическую энергию в потенциальную энергию, одним процессом. То есть, абсолютный запрет ppm-2, сменился условным запретом.

Базаров (1991): «Невозможен вечный двигатель второго рода» (ppm-2), т.е «устройство, которое *без компенсации* полностью превращало бы периодически в работу теплоту какого-либо тела». Это утверждение (о ppm-2), не допускает обращения» [38, с.51]. Формулировка уточняет, формулировку М.Планка, напоминанием о необратимости. При этом проблема необратимости до сих пор не решена. Притом, этот принцип не запрещает использовать монотермический двигатель, при наличии дополнительного внутреннего процесса (компенсации).

Выше отмечалось, что все формулировки второго начала основаны на прямом цикле Карно. Поэтому принцип о ppm-2, должен звучать так: невозможен ppm-2, основанный на прямом цикле Карно. Пригожин: «*Докажите, что утверждения о невозможности создания вечного двигателя второго рода и теоремы Карно эквивалентны*» [39, с.110].

Пример: «Вокруг нас в воздухе, воде, почве содержится гигантское количество внутренней энергии хаотического молекулярного движения, но, увы, она вопреки надеждам изобретателей ppm-2 для получения работы абсолютно бесполезна. Это утверждает принцип Карно, вытекающий из второго закона термодинамики»[22,с.132]. Какой именно из принципов Карно не указано, автору это неизвестно. Также непонятно, почему принцип Карно «вытекает из второго закона», а не «втекает» в него, хотя был создан на 25 лет ранее.

Базаров (1991): «Громадные запасы внутренней энергии морей и океанов нельзя использовать без привлечения для этих целей других тел, которые при этом изменяют свое состояние. Использование же внутренней энергии этих колоссальных источников с *одновременным охлаждением* или изменением состояния других тел не противоречит второму началу». [38, с.305]. Из этого следует, что монотермические двигатели имеющее собственную систему охлаждения, не входят в сферу второго закона и не подчиняются его запретам.

Решение уравнения эксергии выявило возможность построения ЭНУ и ЭХУ на эндотермических циклах. Эти результаты идеологически совпадают с анализом циклов Карно-Фейнмана. Для синтеза схем циклов эквивалентных коням уравнения эксергии, используем циклы Карно-Фейнмана, заменив в них нагреватель T_1на нагреватель T_o (окружающею среду). В результате получаем эквивалентные схемы ЭНУ и ЭХУ, представленные на **рис.6.**

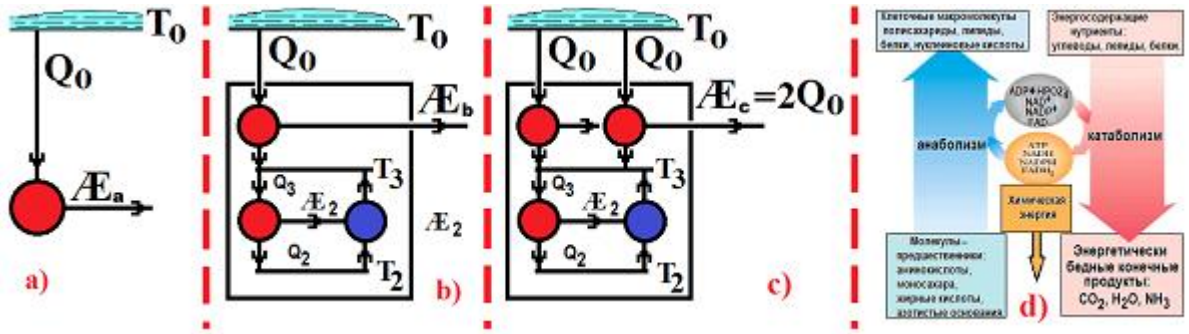

РИС. 6. Эквивалентные схемы «perpetuum mobile-2» и монотермических двигателей.

a) эквивалентная схема «perpetuum mobile-2», экзотермический цикл в едином процессе (запрещён);

b) эквивалентная схема монотермического двигателя на эндотермическом цикле (ЭХУ);

c) эквивалентная схема монотермического двигателя на эндотермическом цикле (ЭНУ).

d) эквивалентная схема биохимического насоса, состоящего из сопряжённых ***экзергонических и эндергонических процессов в организме [40]****.*

На **рис. 6а** представлена схема устройства, которое без компенсации полностью превращало бы циклически в работу теплоту какого-либо тела. Это схема «perpetuum mobile-2». Фиктивная эксергия такого двигателя составляет: $Æ_a = Q_o$.

Интегральный энергетический баланс монотермического двигателя по схеме (**рис.6б**), составит:

$Q_o = Æ_b - \{(Q_3 - Æ_2 - Q_2) + (Q_3 - Æ_2 - Q_2)\} = Æ_b$ или $Æ_b = Q_o$.

Интегральный энергетический баланс монотермического двигателя по схеме (**рис.6с**), составит:

$Q_o + Q_o = Æ_b + Æ - \{(Q_3 - Æ_2 - Q_2) + (Q_3 - Æ_2 - Q_2)\} = Æ_b + Æ$ **или** $Æ_c = Q_o + Q_o = 2Q_o$.

Результат анализа таков, в расширенном энергетическом балансе монотермических двигателей, имеется эндотермический процесс поддерживающие внутренние тепловые уровни уровень T_2 и T_3. Повторяем проф. Базарова: «Использование же внутренней энергии этих колоссальных источников с *одновременным охлаждением* или изменением состояния других тел не противоречит второму началу». Очевидно отличие монотермического двигателя от ppm–2. Теперь доказано, что утверждения о возможности создания монотермического двигателя и теорема Карно эквивалентны.

Для использования анергии Q_o, в монотермических двигателях использован «каталитический подход», то есть уровень T_2 используется как термический катализатор. Катализатор это вещество, изменяющее скорость или путь процесса, но отсутствующее в конечных продуктах. Каталитические процессы протекают через промежуточные соединения, не отражаемые в материальном балансе [34].

Во всех химических колебательных реакциях присутствуют каталитические или авто каталитические процессы.

Выше уже отмечалось, что композитный цикл Карно, представляющий из себя термомеханический колебательный контур, обладает эффектом активной «термопары». При подводе к нему теплоты, он превращает её в эксергию. Этот эффект был отмечен Р.Фейманом [25]. Схемы монотермического двигателей и их энергетические балансы подтверждают этот тезис.

В биологических системах термодинамически невыгодные (эндергонические) реакции могут протекать лишь за счёт энергии экзергонических реакций. Такие реакции называют энергетически сопряжёнными. Эквивалентная схема *биохимического насоса*, состоящего из сопряжённых **экзергоническихи эндергонических процессов в организме представлена на рис.6d**.

Все жизненно важные процессы - реакции синтеза, мышечное сокращение, проведение нервного импульса, активный транспорт - получают энергию путем химического сопряжения с окислительными реакциями, т.е. происходит сопряжение экзергонических реакций с эндергоническими.

Экзергоническими реакциям обычно являются катаболические реакции - распад или окисление “топливных” молекул (энергосодержащих нутриентов), которые поступают в составе пищевых продуктов.
Эндергоническими являются реакции *анаболизма* - реакции синтеза сложных биоорганических соединений – клеточных макромолекул [40].
Из сопоставления очевидна аналогия между монотермическими двигателями и биохимическими процессами в биологических процессах.

8. Оценка эксергетического вектора монотермического двигателя и его сопоставление с традиционной электростанцией.

§1. Традиционные и перспективные теплосиловые установки предназначены для преобразования энергии топлива в эксергию, химической (нефть, уголь, газ) или ядерной (деление - АЭС или синтез - УТС). Все упомянутые энергетические процессы сводятся к трансформации энергии в эксергию, и это происходит

согласно 1-му началу термодинамики. Трансформация энергии рассматривается как происходящая в некотором объеме, через поверхность которого выходит эксергия. Характеристикой интенсивности процессов в энергетике принят эксергетический вектор Умова-Пойнтинга (УП). Вектор УП определяет ту предельную мощность, которую может передать рабочее тело на поверхности поршня двигателя, лопаток турбины и т.д. именно вектор УП определяет жизнеспособность и эффективность энергетической установки [41]

§2. Существует устойчивое мнение, что ВИЭ обладают низким вектором УП. Для сопоставимости оценим вектор УП (**$\delta_{Æ}$**) эндотермического цикла (ЭНУ) реализованного в эндотермическом двигателе.Под эндотермическим тепловым двигателем (ЭТД), подразумевается двигатель, работающий от одного теплового резервуара, но в соответствии с принципами Карно. Методика оценки величины эксергетического вектора УП эндотермического двигателя работающего на природной воде Гидросферы, взята из работы [42, с.43-44]. При расчете приняты следующие параметры:

• ρ = **1000 кг/м^3** – плотность воды;

• ***V*** = **4 м/с** – максимальная скорость воды в теплообменнике;

• (**C•t** + **λ**) = **(4,2•6 + 335)= 360** кДж/кг – энтальпия воды при 279 К (6°С);

• **(ΔT/T) = (273** – **80**)/**273** – температурная функция анергии, при НИТ = 80 К.

$\delta_{Æ} = \rho V \cdot (C \cdot t + \lambda) \cdot (\Delta T/T) - 10^3 \cdot 4 \cdot 360 \cdot 10^3 \cdot 193/273 = 1 \cdot 10^{9}$ **Вт/м^2**.

Оценка показывает, что в силу высокого значения энтальпии воды плотность потока эксергии здесь примерно в 2000 раз выше, чем в хвостовой поверхности энергетического котла, и в 1000000 раз выше солнечной постоянной 1300 Вт/м2) — плотности потока солнечной энергии, падающего на нашу планету. «Оказалось, что океан — не только аккумулятор, но и концентратор солнечной энергии» [42]. Это подтверждение ранее высказанной характеристики термостата.

Так как, принято считать, что возобновляемые источники энергии не конкурентоспособны относительно традиционных электростанций. Поэтому проведено сопоставление монотермического цикла с традиционным для энергетики экзотермическим циклом, реализованным в конденсационных электростанциях КЭС: ТЭС или АЭС.

При всех экзотермических циклах теплоэнергетики, вода служит посредником между тепловым реактором и окружающей средой. При эндотермическом цикле, топливо не требуется, и вода служит источником производства эксергии. Поэтому целесообразно сопоставить оба производства по расходу воды. Так как в обозримый период КПДт теплосиловых установок не превысит **η** = 0,5 то количество произведённой эксергии и анергии будем считать равным, в обоих случаях.

В экзотермических циклах, охладителем воды является градирня, где температурный перепад воды, равен ~12 К [43]. Тогда приход эксергии составит:

Æ =12•4,2•1000/3600 = 14 кВт·ч/т, где: 3600 количество секунд в часе.

В эндотермических циклах, потребляемая энтальпия воды равна:

ΔH = 360•1000/3600 = 100 кВт·ч/т, а приход эксергии составит **Æ = 0,5ΔH = 50 кВт·ч/т.**

Расчёты показали, что из оборотной воды КЭС можно произвести 300% эксергии производимой КЭС, без использования топлива. Это относится к любым тепловым электростанциям: в том числе ядерным и термоядерным. При этом даже не учитывается расход воды затрачиваемый на добычу и транспортировку топлива.

В этом нет ничего удивительного. Удельная мощность энергетических процессов в неживой природе не высока. Удивительный результат получится, если сравнить удельные мощности человека и Солнца, т. е. мощности, отнесенные к единице массы (масса Солнца = **2 • 10^{30} кг)**. Удельная мощность Солнца оказывается равной **4 • 10^{23} кВт/ 2 • 10^{30} кг =2 • 10^{-3}** Вт/кг, а мощность человека — **140 Вт/80 кг = 1,75 •**

Вт/кг. Получается, что удельная мощность человека почти в 10 тыс. раз больше удельной мощности Солнца [44]. То же относится и к другим термоядерным реакциям.

§3. Энтальпия холодной воды, позволяет сопоставить её энергию с напором воды на гидростанциях. Для этого разделим энтальпию воды на ускорение свободного падения (**g = 9,8 м/с^2**) получая эффективный тепловой напор воды: H* =360/9,8 = 36,7 км. Таким образом, эффективный тепловой напор воды, примерно в 100 раз превышает напор плотинных ГЭС. Это означает, что для получения сопоставимой мощности в эндотермической ГЭС достаточно использовать 1% стока реки.

Профессор В.М. Бродянский был прав: «Если энергию, рассеянную в окружающей среде, концентрировать и использовать для обогрева жилища или других потребностей, то можно обойтись не только без органического топлива (угля, нефти, газа), но и атомного, а затем и термоядерного. Ведь запас энергии в окружающей среде практически неисчерпаем [36].

У нас уже есть величайший термоядерный реактор по имени солнце. Используя грамотно его энергию, падающую на землю - все энергетические проблемы земли можно решить на сотни лет наперед.

9. Энтропия, Беспорядок, Порядок и Хаос.

В известной книге «Порядок из Хаоса»,показано, что *«источником порядка является неравновесность. Неравновесность есть то, что порождает «порядок из хаоса»*. В своей последней книге [11, с.108], Пригожин формулирует: «Необратимые процессы служат той движущей силой, которая создает порядок». Возникает дилемма, что же формирует Порядок: неравновесность или необратимость (трение)?

Рассмотрим этот вопрос с точки зрения 3-го принципа Карно (синергетики).

Понятия Порядка, Беспорядка, Хаоса и Динамического Хаоса, объединяющие живую и неживую природу, имеют фундаментальное значение.

Понятие Динамического Хаоса не имеет общего решения в классической термодинамике. Динамический хаос — это неуправляемый всплеск эксергии, явление в теории динамических систем, при котором поведение нелинейной системы выглядит случайным, несмотря на то, что оно определяется детерминистическими законами. В качестве синонима часто используют название *детерминированный хаос*. Это явление лежит вне данной работы.

С тех пор как Л.Больцман (1844 – 1906) ввёл в 1872 г. статистическое определение энтропии, энтропию принято считать мерой *беспорядка* системы. В соответствии с этим увеличение энтропии увеличение энтропии принято считать мерой беспорядка, разрушение любой когерентности, которая могла быть в начальном состоянии.

Понятия: Порядка и Беспорядка и Хаоса – привычно используются для описания состояния термодинамической системы. К самоорганизации способны открытые неравновесные системы, обменивающиеся энергией с внешней средой при подводе энергии к системе. Эволюцию таких систем можно рассматривать как спектр переходов Хаос → **Беспорядок** → **Порядок**.

В термодинамике понятия «хаос», являются фундаментальными. Мерой хаотичности является функция состояния энтропия (**S**). За начало отсчета степени хаотичности принято «тепловое равновесное состояние», и Хаосу соответствует экстремальное состояние при $S = S_{max}$. По мере удаления от этого значения энтропия уменьшаются (система упорядочивается) и новым экстремальным состоянием станет Порядок, при **S = 0**. Пространство промежуточных состояний $0 < S < S_{max}$, именуется Беспорядком.

Каждому состоянию упорядоченности соответствует своя энергетическая вариация:

- Хаосу соответствует анергия термостата ($Q_o = T_o\Delta S$);

- Порядку соответствует работоспособность или эксергия(**Æ**= $-\Delta G$);

- Беспорядкусоответствует вариацияэнтальпия или тепловой эффект($-\Delta H = Q_1$) = **Æ** + Q_o.

Так как в физике возможно только два закона движения: затухающее или периодическое, то принципиально возможно только те же два процесса формирования Порядка.

Согласно Второму Началу термодинамики (Клаузиус-Пригожин),максимальная работоспособность (эксергия**Æ**)термодинамической системы, соответствует прямому циклу Карно (ПЦК) и определяется выражением **Æ =Q_1 - Q_o**,где **Q_1** - сумма анергии и эксергии. Согласно Второму началу, эксергию можно получить только из беспорядка, а Цикл Карно является сепаратором, а не преобразователем движения. Все процессы приводят к монотонному росту энтропии.

Для иллюстрации фундаментальных понятий: Порядок, Беспорядок и Хаос, нужен пример, где присутствуют все три этих явления. Рассмотрим этот тезис на основе ячеек Бенара.

Самым давним примером такого класса явлений принято считать так называемую конвекционную неустойчивость Бенара, или ячейки Бенара. Что это такое, видно из элементарного опыта, если налить на сковородку слой растительного масла, то после достаточного нагрева в жидкости начнется конвективное движение и она разобьется на правильные ячейки, подобные пчелиным сотам. Суть эффекта в том, что после подвода и последующего отвода энергии в открытой системе образуется некая объёмная структура (когерентное движение). В системе имеются нагреватель (**T_1**), холодильник (**T_o**) и рабочее тело (масло). Тогда энергетический баланс процесса согласно методу Гиббса, таков:

Беспорядок (ΔH^-) = Порядок (ΔG^-) + Хаос ($T_o\Delta S$) или **$\Delta H^- = \Delta G^- + T_o\Delta S$.**

Этот процесс аналогичен прямому циклу Карно: **$\Delta G^- = \Delta H^- - T_o\Delta S$.**

Ячейки Бенара иллюстрируют возможности второго начала по разделению Порядка и Хаоса из Беспорядка. Очевидно, что в цикле Карно производство Хаоса лежит в процессах поддержания температуры горячего источника на горячей границе системы, и предшествует производству эксергии, являясь необходимостью, а не следствием производства. Таким образом, сжигание энергоносителей и производство Хаоса, есть прямое следствие использование прямого цикла Карно. Другим необходимым процессом является теплоотвод из системы через холодную границу. При недостаточном отводе тепла, возникнет перегрев системы, с соответствующими последствиями. В таком процессе, чем больше производительность системы, тем страшнее ущерб наносимый природе. Адекватно и другое, чем больше активности проявляет страна, тем больше Хаоса она должна выделять за пределы своих границ, что бы не «перегреться». В этом есть суть и физическое отражение известного «Закона управляемого Хаоса»[45].

Теория деградации, каковой является второе начало термодинамики, не должна и не может описать феномен самоорганизации «Порядка из Хаоса». Для этого нужна новая термодинамическая теория, содержащая возможность создания структур, способных осуществлять переход в Порядок из Хаоса. Такая теория (в рамках термодинамики) может быть создана только на идеях Гиббса-Ландау, с использованием приёмов синергетики (совместного действия).

Согласно метода Гиббса наблюдается обратимость тепловых процессов **$-dG \leftrightarrows T_o dS$**. Это циклический процесс производства Порядка из Хаоса. Для равновесной системы, связанной потенциальными силами, средняя кинетическая и потенциальная энергии связаны вириальным соотношением. При любом возмущении кинетическая энергия сначала возрастает, затем происходит релаксация, и система возвращается в равновесное состояние: без компенсации нет релаксации. Собственно, таким образом, и происходит движение энергии и циклическое возрастание энтропии.

Этот процесс базируется на третьем принципе Карно и композитном цикле Карно. Аппаратной реализацией этого принципа являются монотермические двигатели ЭХУ и ЭНУ.

Объединение динамики и термодинамики, позволяет расширить диапазон видов природного движения и выделить шесть основных типов движения систем.

• Движение в закрытой системе с использованием прямого цикла Карно (принцип «движущей силы огня»), приводит к деградации системы. 2-й закон термодинамики.

• Движение в открытой системе с использованием прямого цикла Карно (принцип «движущей силы огня»), приводит к движению системы по типу «Управляемый Хаос» и деградации окружающей среды, за счёт отходов и вредностей процесса. 2-й закон термодинамики.

• Движение в закрытой системе с использованием композитного цикла Карно (Принцип динамического равновесия), приводит к автоколебательному движению системы: «Порядок из Хаоса». Синергетика.

• Движение в открытой системе с использованием композитного цикла Карно (Принцип динамического равновесия), при управляемом подводе энергии, приводит к автоколебательному движению системы: «Порядок из Хаоса». Синергетика.

• Движение в открытой системе с использованием композитного цикла Карно (Принцип динамического равновесия), при чрезмерном подводе энергии приводит к движению системы по типу «Динамический Хаос». Синергетика.

10. «Первая Великая проблема физики: о энтропии, необратимости и стреле времени».

10.1. О росте энтропии и необратимости.

«Необратимость есть результат

вхождения элемента нашего

незнания в основные законы физики».

/М.Борн

Подытожим рассмотрение теорий входящих в «1-ю «великую проблему» современной физики», это возрастание энтропии, необратимость и «стрела времени» [1].

Термодинамика представляет собой классический пример аксиоматического построения науки, классический пример использования метода принципов. В основе термодинамики лежит несколько фундаментальных законов, которые являются обобщением опытных фактов. В этом смысле термодинамика аналогична механике Ньютона, в основе которой лежат законы Ньютона. Чтобы подчеркнуть аксиоматический характер основных законов термодинамики и их общность, о них говорят как о началах термодинамики.

Достоинством отцов-основателей термодинамики, является переход от «теории теплорода» к «механической теории тепла». Механическая теория теплоты, подразумевает, что молекулы всякого вещества находятся в беспорядочном, хаотическом движении. Температура есть мера средней кинетической энергии молекул. Молекулы в газах движутся почти свободно в промежутках между столкновениями, приводящими к резкому изменению направлений и величин их скоростей. Взаимодействие молекул определяется законами Ньютона. Согласно, этим законам возможно существование двух типов устойчивого движения: затухающего и периодического (циклического).

Затухающее движение (1-й закон Ньютона – Закон устойчивого равновесия): «Всякое тело продолжает удерживаться в состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние».

Периодическое движение (3-й закон Ньютона – Закон динамического равновесия): «Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, силы действия и противодействия приложены всегда к различным телам и поэтому, никогда не уравновешивают друг друга»[4, 28].

Поэтому неверно говорить о возникновении противоречия двух теорий: обратимые во времени законы динамики против второго начала термодинамики, связанного с необратимой эволюцией к равновесию. Динамика включает в себя в 2-е начало, но она намного шире, так как состоит из двух разных законов движения. Фактически, динамика включает в себя термодинамику (термостатику). Термодинамика ограничила себя Законом устойчивого равновесия по субъективным причинам, – это «родовая травма» нанесённая отцами основателями термодинамике. «Новой науке– термодинамике», – не удалось обнаружить и установить все существующие связи между механическими и тепловыми эффектами.

На основании ЗУР возникли многочисленные «непоколебимые» законы и теории [46]:

• закон монотонного роста энтропии;

• теория о «необратимости» природных процессов;

• теория о направленности «стрелы времени»;

• теория «диссипации энергии»;

• теория невозможности «мирового кругооборота»;

• теория ограниченности преобразования теплоты»;

• теория о невозможности КПД более 100% и др.

К настоящему времени доказано существование в термодинамике периодического движения: автоколебательных и автоволновых процессов. В этих процессах энтропия изменяется циклически.

Величайший физик-теоретик середины XX-го века, Л.Д.Ландау заявил: Так как теплота это механическое движение молекул и разных частиц, закон изменения энтропии должен подчиняться законам механики (обратимости). Как известно, классическая механика сама по себе полностью симметрична по отношению к обоим направлениям времени. Уравнения механики остаются неизменными при замене времени **τ** на – **τ**, поэтому, если эти уравнения допускают какое-либо движение, то они же допускают и прямо противоположное, при котором механическая система проходит через те же самые конфигурации в обратном порядке. Естественно, что такая симметрия должна сохраниться и в основанной на классической механике статистической физике. «Вопрос о физических основаниях закона монотонного возрастания энтропии остается, таким образом, открытым»

Вукалович М.П. (1968), об изменении состояния изолированной системы за какой-либо определенный и притом достаточно большой промежуток времени: «Вследствие этого каждое из состояний системы повторяется (в более или менее сходной форме) с частотой тем большей, чем больше вероятность данного состояния. Поэтому изменение энтропии изолированной системы протекает во времени так, как показано на рис. 3-24. Подавляющее время системы находится в равновесном состоянии, отвечающем максимальному значению энтропии системы; отклонившись от этого состояния, система возвращается к нему, причем если наблюдать систему достаточно долго, то *случаи увеличения и уменьшения энтропии будут встречаться одинаково часто*».

Уравнение Гиббса имеет вид: $\mathbf{H = G + T_oS}$. Как видим, для тепловых процессов в термостате, максимальное количество фаз равно трём ($\mathbf{H, G, T_oS}$), а энергия диссипации отсутствует (теплота в термостате не рассеивается). При отсутствии диссипации: $\mathbf{dG = -T_odS}$ [24, §7.5, (77)]. Значит метод Гиббса утверждает обратимость тепловых процессов $\mathbf{-dG \leftrightarrows T_odS}$, где **(-dG)** - эксергия (**Æ**), работоспособность системы при термостатных условиях. Тепловая энергия (энергия хаотического движения молекул) является самым «деградированным» видом энергии — она не может продолжать дальнейшую деградацию в другие виды энергии. Она может только регенерироваться.

Пригожин (1984): «*Теория Гиббса показывает, что оба процесса — прямой и обратный — в точности компенсируют друг друга*. Итак, мы приходим к важному выводу: независимо от выбора представления (будь то движение по траекториям или теория ансамблей Гиббса–Эйнштейна) нам не удастся построить теорию необратимых процессов, которая выполнялась бы для любой системы, удовлетворяющей законам классической (или квантовой) механики… Как следует понимать эти отрицательные результаты? *Любая ли теория необратимых процессов находится в неразрешимом конфликте с механикой (классической или квантовой)*?» [11, § 8.4.].

В данной работе доказано, что утверждения о возможности создания монотермического двигателя и теорема Карно эквивалентны.

При этом нельзя упрощать понятие обратимости, как повторение пути процесса вспять. Планк: «Процесс, который никаким способом нельзя полностью обратить, мы будем называть коротко „необратимым", все же остальные процессы — обратимыми". Для обратимости процесса, таким образом, недостаточно, чтобы участвующие в нем тела могли быть возвращены в свое начальное состояние, — принципиально это всегда возможно, — необходимо, чтобы повсюду в природе каким-либо способом удалось восстановить состояние, имевшее место в начале процесса. Какие будут при этом применены технические средства и аппараты — механические, термические, химические или электрические, — совершенно безразлично. Существенно только

то, чтобы все как-либо использованные материалы и аппараты оказались, в конце концов, в точно таком же состоянии, в каком они были вначале, прежде чем были пущены в ход» [37, §38].

Пригожин, ссылаясь на Планка отметил: «*Существуют ли в природе обратимые процессы или не существуют, априори неочевидно. Но необратимость, если она существует, должна быть универсальной, поскольку спонтанное убывание энтропии в одной системе с помощью надлежащим образом подобранного взаимодействия можно использовать для уменьшения энтропии любой другой системы; спонтанное уменьшение энтропии одной системы влечет за собой спонтанное уменьшение энтропии всех систем. Следовательно, либо все системы необратимы, либо не существует ни одной необратимой системы*» [39, с.95].

При этом необратимость, несомненно, реальна. Но её роль, важна и необходима для торможения «на поворотах», вещество не может и не должно разгоняться бесконечно. Скорость света ведь тоже конечна. Необратимость служит тормозом, в процессах движения, ограничивая предельную скорость. Для каждого вида движения предельная скорость своя.

И здесь мы возвращаемся к прозорливости С.Карно. В его представлении, понятие обратимости и ppm связаны между собой: «Общее и философское понятие «perpetuum mobile» содержит в себе не только представление о движении, которое после первого толчка продолжается вечно, но действие прибора или какого-нибудь собрания таковых, способного развивать в неограниченном количестве движущую силу, способного выводить последовательно из покоя все тела природы, если бы они в нем находились, нарушать в них принцип инерции, способного, наконец, черпать из самого себя необходимые силы, чтобы привести в движение всю вселенную, поддерживать и беспрерывно ускорять ее движение…»[14, с.24].

Таким образом без принятия принципа существования некого «perpetuum mobile», но конечно это не ppm-1 и не ppm-2, невозможен принцип круговорота Вселенной. Таким принципом «perpetuum mobile», является принцип существования монотермического двигателя, вытекающий из принципа 1-й теоремы Карно.

Теперь доказано, что утверждения о возможности создания монотермического двигателя и теорема Карно эквивалентны. То есть обратимость тепловых процессов вытекает из 3-го Закона Карно и 1-й теоремы Карно. Поэтому, можно сказать, опираясь на М.Планка: «…*не существует ни одной необратимой системы*».

Если основным законом Природы, является циклическое движение, то закон роста энтропии имеет циклический (периодический) вид, как и утверждал Л.Д.Ландау [9, §8]

10.2. «Стрела времени».

В XIX веке возникли две *концепции времени*. Одна из них восходит *к динамике*, другая –*к термодинамике*. С точки зрения классической динамики, она сама по себе полностью симметрична по отношению к обоим направлениям времени. Возникло противоречие теорий: обратимые во времени законы динамики против второго начала термодинамики, связанного с необратимой эволюцией к равновесию. Из классической динамики вытекает отрицание стрелы времени.

«Обратимых процессов в мире не бывает. Мы живем в «невероятном» мире, и «стрела *времени*»,указывающая на различия между прошлым и будущим – следствие из этого факта. Почему все выглядит так, будто одна единственная стрела времени управляет всем наблюдаемым миром?» восклицают апологеты 2-го начала термодинамики [46].

«Эта необратимость направления времени существует как в мире возрастающей энтропии, так и в мире флуктуаций Больцмана, как в расширяющейся, так и в сжимающейся Вселенной. Определения направления времени по Больцману или по Хойлу являются эмпирическими, удобными для практического определения роста времени, но они есть следствия направления времени, вытекающими из самого содержания времени» [38].

Базаров (1991): «…направление времени содержится в самом определении категории времени как формы бытия материи, выражающий процесс взаимопереходов между бытием и не бытиём. Различие между настоящим и будущим есть различие между осуществляющимся, осуществившимся и пока ещё не осуществившимся. Временной аспект изменения выражает именно процесс становления. Акт становления, осуществления – это то вечно движущееся и вечно пребывающее состояние материального мира, которое и выражается в действительности» [38]. Здесь проглядывается субъективность во взаимопереходах «между

бытием и небытием» в вечно движущемся мире. «Такое связывание физических законов со свойствами наблюдателя, разумеется, совершенно недопустимо».

Второе начало термодинамики внесло в картину мира принципиальную деталь: в отличие от классической механики, которой все процессы были обратимы во времени, второе начало термодинамики утверждает направление «стрелы времени» — от прошлого к будущему. Несмотря на мистическое отношение его апологетов ко второму началу термодинамики (де, оно определяет тенденцию к «деградации» мира и энергии, нарастанию хаоса), они не понимают, что их вывод есть следствие субъективного подхода «отцов основателей», фрагментация композитного цикла Карно.

После установления принципа циклического возрастания энтропии (принцип релаксации энтропии), нам живущим в XXI веке стало понятно, то, что «древние» знали и до нас. Что время тоже циклично и определяется циклическим движением энергии (материи), а значит обратимо. Любой циклический процесс обратим по определению. Потенциальная энергия переходит в кинетическую, кинетическая энергия переходит в потенциальную: П → К→ П → К→ П… И так бесконечно. Энергия диссипации трансформируется в кинетическую энергию посредством монотермического цикла. Рассеивания кинетической энергии не происходит, она сохраняется качественно и количественно. Соотношение между потенциальной энергией и кинетической энергией в системе находящейся в равновесном состоянии, называется «вириалом» системы. Для Вселенной оно выражается формулой Эйнштейна: $\mathbf{E = M_0C^2}$.

Итак, время совпадает с направлением движения энергии, оно циклично и значит физически обратимо. Но количество циклов во Вселенной бесконечно и поэтому время и его направление относительно для каждого из существующих циклов.

Субъективно время кажется человеку необратимым, так как он живет внутри громадного цикла и не может прожить его целиком. Так бабочка в северных широтах, не видавшая зимы, (условно) считает, что зимы нет и время необратимо. А заяц, интуитивно осознает, что время обратимо и после лета наступает зима, а после зимы лето (без учёта межсезонья) и меняет плотность меха и окрас.

«Еще более радикальный вывод состоит в том, чтобы встать на точку зрения Эйнштейна и считать время как необратимость иллюзией, которая никогда не найдет себе места в объективном мире физики» [11].

Работа выполнена при поддержке Пенсионного Фонда России.

11. Использованная литература.

*1. Гинзбург В.Л. - Нобелевская лекция, УФН **174** 1240 (2004).*

2. Хайтун С. Д. - Механика и необратимость".— М., 1996.

3. Энгельс Ф.- Диалектика Природы» — М., ГИПЛ, 1953.

4. Планк М. -Избранные труды. Термодинамика. Теория излучения и квантовая теория. Теория относительности. Статьи и речи. М., «Наука», 1975, 788 с.

5.Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику: Учебн. Руководство. М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. Лит. 1990. 272 с.

6. Бутаев Б. и Морозов В.. Фатима Бутаева: У ИСТОКОВ СОЗДАНИЯ ЛАЗЕРА. НАУКА И ЖИЗНЬ. №12, 2007.

7. Шноль С. Э. Герои, злодеи, конформисты отечественной науки. Изд. 4-е.– М.: К.Д «ЛИБРОКОМ», 2010.

8. Климонтович Ю.Л. Штрихи к портретам ученых. Дискуссионные вопросы статистической физики. - М.: Янус-К, 2005. ~204с, илл.

9. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: Учеб. пособ.: Для вузов. В 10 т. Т. V. Статистическая физика. Ч. I. — 5-е изд., стереот.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.

10. Климонтович Н.Ю.Термодинамика узнает себя в… синергетике.-"Знание - сила", №3, 1983.

11 Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: Пер. с англ./

Общ. ред. В. И. Аршинова, Ю. Л. Климонтовича и Ю. В. Сачкова. -М.: Прогресс, 1986.—432 с.

12. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии. -М. - Ижевск: ИКИ, 2003. г

13. «Справочник по физике для инженеров и студентов вузов»/ Яворский Б.М., Детлаф А.А., А.К.Лебедев.- 8-е изд., -М.; Изд. «Оникс», 2007.,1056 с.

14. Карно С.- Размышление о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу.- с.с.17-61.//Второе начало термодинамики. Ред. А.К.Тимирязева — М.-Л. ГТТИ, 1934.

15. http://festival.1september.ru

16. Клаузиус Р. Механическая теория тепла.- с.с. 71 - 157. //Второе начало термодинамики. Ред. А.К.Тимирязева — М.-Л. ГТТИ, 1934.

17. Clausius R. Abhandlungen über die mechanische Wärmtheorie. Abtheilung II. — Braunschweig: Druck und Verlag Friedrich Vieweg und Sohn, 1867.— 351 S.

18. Томсон-Кельвин В.- О динамической теории теплоты… с.с.161-182.//Второе начало термодинамики. Ред. А.К.Тимирязева — М.-Л. ГТТИ, 1934.

19. Хейвуд Р.У. Термодинамика равновесных процессов. Пер. с англ. М.: Мир, 1983.

21 Atkins P. Десять великих идей науки. Как устроен наш мир. ООО «Издательство АСТ». 2008.

22. Бродянский В.М. Вечный двигатель — прежде и теперь. От утопии — к науке, от науки — к утопии. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 264 с.

23. Вукалович М. П. и Новиков И. И. Техническая термодинамика. М., «Энергия», 1968 г.

24. Рейф Ф. Статистическая физика /Изд. 2-е, стереотипное. — М.: Наука, 1977. — 352 с. (Берклеевский курс физики. Т. V).

25. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.- Кинетика. Теплота. Звук. (Фейнмановские лекции по физике. Вып. 4) — М.: Мир, 1965. — 258 с.

26. Хайтун. С.Д. Тепловая смерть" на Земле и сценарий ее предотвращения.// Часть 1. Энергетика, построенная на круговороте тепла и вечных двигателях 2-го рода.// Часть 2. Вечные двигатели 2-го рода и несостоятельность запрета на них.—М.: URSS, 2009.

27. Бэр. Г.Д. Техническая термодинамика. Теоретические основы и технические приложения.

- М.:, МИР, 1977.

28. Смирнов А.П. ОСНОВЫ НОВОЙ НАУЧНОЙ ПАРАДИГМЫ. Международный клуб ученых. 2006.

29. Гумилёв Л. Н. Этногенез и биосфера Земли. СПб.: Кристалл, 2001.

30. Зоммерфельд А. Термодинамика и статистическая физика. - М.: ИИЛ., 1955.

31. Борисов В.Н., Лукашенко И.Г., Ахлюстин. М.А.-ВВЕДЕНИЕ В ТЕРМОДИНАМИКУ ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА.

32. Кричевский И. Р. Понятия и основы термодинамики /Изд. 2-е, пересм. и доп.- М.: Химия, 1970.

33. Полторак О. М. - Термодинамика в физической химии. Учебник для хим. вузов. — М.: В.Ш. 1991.

34. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Уч. пос. для химфака РГУ. Изд-во РГУ, 2006 г.

35. Михал С. Вечный двигатель вчера и сегодня: Пер. с чешск./М.: Мир, 1984.

36. Бродянский В.М. Наука на марше. ЭНЕРГИЯ: ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА.- Наука и Жизнь" 1982, №3.

37. Планк М. Введение в теоретическую физику. Часть пятая. Теория теплоты. — М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1935

38. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1991, 376 с.

39. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур: Пер. с англ.—М.: Мир, 2002.

40. А.М. Новиков. Введение в обмен веществ. Биоэнергетика. rpp.nashaucheba.ru

41. Капица П.Л. //ЭНЕРГИЯ И ФИЗИКА.// Доклад на научной сессии, посвященной 250-летию Академии наук СССР, М., 8 октября 1975 г., - Вестник АН СССР. 1976. № 1. С. 34-43.

42. Янтовский Е.И. «Потоки энергии и эксергии». М.; «Наука», 1988

43. Пономаренко В. С., Арефьев Ю. И.- Градирни промышленных и энергетических предприятий: Спр. пос./ Ред. В. С. Пономаренко. - М.: Энергоатомиздат: 1998. - 376 с.: ил.5.

44. Кириллин В. А. Энергетика сегодня и завтра. — М.: Педагогика, 1983.

45. Малинецкий Г. Россию спасет хаос. Управляемый хаос. ***http://www.rusnor.org/pubs/articles/8949.htm****.*

46. Игнатович В.Н. Введение в диалектико-материалистическое естествознание: Монография. — Киев: Издательство «ЭКМО», 2007.

47. Бочкарёв А. И. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / А. И. Бочкарёв, Т. С. Бочкарёва, С. В. Саксонов ; под ред. проф. А. И. Бочкарёва. - Тольятти : ТГУС, 2008. - 386 с.

Продолжение следует