

Монотермическая установка – альтернатива энергоносителям

А.С. Яйли
Г. Калининград
alex25011970@mail.ru



Вот так должен выглядеть и работать источник энергии будущего - монотермическая установка, - преобразователь окружающего тепла в электрический ток.

АННОТАЦИЯ

Что такое – «монотермическая установка».

Когда люди женятся, то им желают. «Живите долго и счастливо». Долго – это понятно. Учёные над этим работают. А вот «счастливо» - если убрать духовную составляющую, это когда изобилие всего. А если разобраться, то первоисточник – это уголь нефть и газ. Без них, жизнь возвращается в эпоху лошадей парусов и отопление дровами. Никакая альтернативная энергетика не обеспечит отопление и работу цементных и металлургических производств.

Сейчас на Земле людей около 7 млрд. Энергоресурсов на всех не хватит. Надо искать альтернативу. Об этом и поговорим.

Один из вариантов - это «монотермическая» установка.

Все энергетические устройства, известные на сегодняшний день имеют какой-нибудь энерговыделяющий элемент. Движущийся воздух на ветряных электростанциях, движущаяся (падающая) вода, приливы и отливы, световое излучение от Солнца на солнечных станциях. Ну и конечно - углеводороды и реакции деления и синтеза (очень далёкой перспективе). Даже писатели-фантасты пишут про это. У них всегда есть какой-то реактор, двигатель и топливо для него. Из-за которого они и придумывают различные истории. Следует упомянуть, что после работы всех подобных устройств всё выработанное тепло рассеивается в пространстве, ещё более усугубляя глобальное потепление. И что делать с этим теплом, никто не знает.

А вот рассказа, где используется уже распределённая выделившаяся энергия, я не нашёл. Имею в виду, что только тело с температурой абсолютного нуля не имеет энергии. А наш окружающий мир, воздух, моря и океаны имеют тепловую энергию в поистине в неисчерпаемых количествах.

Даже подсчитано, что если охладить на полградуса сток Днепра, то такой энергии будет больше, чем весь каскад (4) электростанций на реке. Ну а про Мировой океан и говорить не приходится. А какая жизнь возможна под водой, даже представить трудно. Возможно неограниченно долго пребывать и двигаться под водой. Кислород можно добывать разложением воды в неограниченных количествах.

Далее, речь пойдёт об устройстве, где топливом является вот такая теплота.

А сегодня поговорим о последствиях применения такого устройства. Забегая вперёд, скажу, что называется такое устройство, в частности «монотермическая установка».

Почему в частности? Потому что, это одно из трёх устройств, топливом для которого является окружающее тепло. Другие имеют иной физический принцип.

Израсходовать всё окружающее тепло не представляется возможным. Поскольку каждое утро поднимается солнце и компенсирует израсходованную (или забранную) теплоту.

И главное, надо не забывать, что конечным результатом всех потребителей будет теплота. А она, как раз и является топливом. Поэтому Солнце будет компенсировать только ту часть тепловой энергии, которая излучается безвозвратно в космос в виде микроволнового излучения.

Человек, единственное существо, отличающееся от всего живого мира. Об этом не принято говорить, но современный человек всегда оставляет после себя отходы – мусор. И со временем его становится всё больше и больше. Как показано в документальном фильме «Во власти мусора», начали из «образцово-показательной» Европы мусор контейнерами свозить в «отсталую» Африку. Ну а с радиоактивными отходами, до сих пор, никто не знает, что с ними делать. Тут, недавно, по ТВ показали, что американцы хотят «хоронить» их в районе Чернобыля. При этом сказали, что через какое-то время этот «мусор» превратиться в какое-то там ценное топливо.

Так вот, переработать весь мусор можно. Но это крайне энергозатратный процесс. Учитывая, что наступает эпоха энергетического кризиса, о полной переработке не может быть речи. А «монотермическая» установка даёт неограниченное количество энергии. Т. е. можно абсолютно полностью разложить отходы на составляющие и пускать их в производство. Таким образом, о новой добыче сырья необходимости нет. Становится возможным замкнутый цикл жизни человека с любым уровнем комфортного проживания. И стоит такое сырьё ничего не будет.

Энергозатраты нулевые. А вспомните, сколько сейчас идут воин из-за ресурсов?

А к ресурсам относятся и энергоносители. Всем известен синтетический бензин. Производство его крайне энергозатратно. Ну, это похоже на обратную реакцию синтеза углеводородов из воды и углекислого газа из воздуха. Технология англичанами отработана. Так вот, такой бензин можно будет производить на переоборудованных танкерах в экваториальных широтах, где тёплый океан. Вот и переориентация нефтегазового комплекса, которому предрекают гибель в случае создания монотермической установки. И делать такой бензин может любая страна в неограниченном количестве. Естественно, такой бензин ничего не будет стоить, как и его транспортировка танкерами, работающими тоже на том же синтетическом топливе или тепле океана.

Вы думаете заливать такой бензин в автомобиль? В северных странах – да. А в южных такую «монотермическую» установку можно поставить на сам автомобиль. И ездить и работать на нём можно сколь угодно долго, до физической усталости. И цена такой поездки будет определяться вашей усталостью (бензина нет). Имею в виду инженерные и строительные машины тоже. А если машиной управлять будет компьютер?... Кстати, схему или внешний вид такого автомобиля почему-то не показывает никто. Даже люди с болезненной ненаучной фантазией.

Если рассматривать частный дом, то к нему будет подходить только труба для отопления, и то на синтетическом топливе, которое вырабатывается где-то поблизости за городом. Никаких проводов и соответствующих счетчиков. Всё электричество будет генерироваться внутри дома в неограниченном количестве. Включая получение питьевой воды. Комфорт проживания можно создать любой.

Освещение можно сделать «вечным», без проводов. Электричество будет вырабатываться там же на месте, из окружающего тепла. И освещать можно что угодно, и сколько угодно долго. Темнота (ночь) уйдёт в прошлое.

И заводов можно наоткрывать любое количество в любом месте земного шара. (Вот вам и 25 млн. и более рабочих мест и национальная идея и прорывные технологии). Подключать их к энергосетям нет необходимости.

И строить можно бесконечно. Можно перестроить всю страну. Сносить горы, построить любые каналы. Строить любые дороги куда угодно. Энергозатраты – нулевые.

Можно сделать плодородными пустыни и озеленить их. Можно опреснять морскую воду в любом количестве.

Об автономных источниках энергии можно забыть. Батареи и аккумуляторы уйдут в прошлое. Точнее, они останутся, но будут играть роль аварийных источников. Монотермические установки незаменимы для мобильной медицины (например, питание искусственного сердца).

Самые богатые будут страны с жарким климатом. Понятно почему. Хотя разница в «богатстве» будет условная.

Кстати, кондиционер или холодильник получатся интересные. Поскольку «монотермическая» установка питается окружающим теплом, понижая его температуру, то для предотвращения возвращения тепла обратно от работающей аппаратуры, надо его в виде света с помощью прожекторов или лазеров отправлять безвозвратно в космос (в натриевых лампах 30% электрической энергии переходит в свет).

А вот про тепловое загрязнение никто не говорит. Вспомните жару в московском метро. Там сотни-киловаттный обогреватели в виде тяговых электродвигателей, эскалаторов, освещения и другого оборудования. Так можно и себя, образно говоря «сварить». Хотя проекты, по так называемому охлаждению в мировом масштабе есть, но они фантастические на сегодняшний день. Монотермическая установка решает и эту проблему полностью.

Такая жизнь, почему-то даже нашими писателями-фантастами не придумана. Они «налегают» на энерговыделяющие элементы. У них всегда есть какой-то «реактор».

Ну а фильмов, где борются за «стакан бензина» они создали много. «Безумный Макс», «Аватар» и другие.

И еще многие чудесные изменения ждут нас от «монотермической» установки.

Геополитику я не трогаю. Там кардинальные изменения будут.

Ключевые слова: монотермическая установка; тепловой двигатель; тепловой насос; энтропия; второе начало термодинамики; теорема Карно.

Практическая реализация монотермической установки.

Окружающее тепло – неисчерпаемый вид топлива.

Создаём установку с таким топливом.

Соединяем вместе тепловой насос и тепловой двигатель. Схему возьмем из учебника «Кубо Р. - Термодинамика – 1970» с.76.

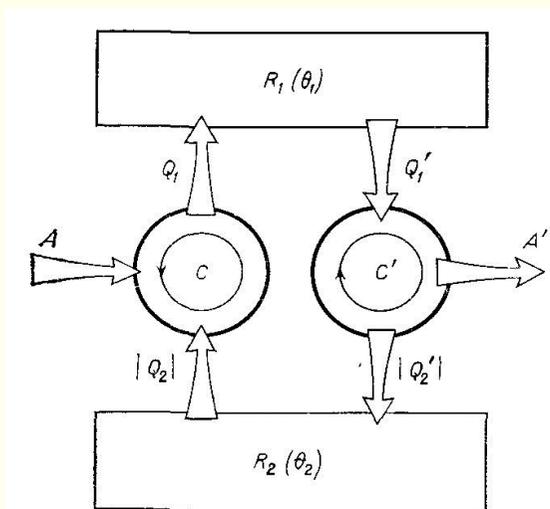
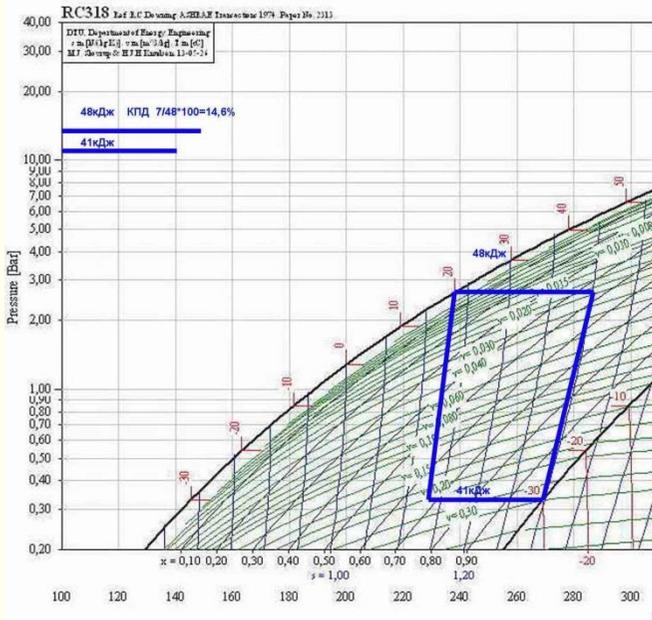


Рис. 1

Диапазон температур возьмём от -30°C до $+20^{\circ}\text{C}$.

Рабочие тела берём для теплового насоса – октафторциклобутан- RC318 (C_4F_8). Строим цикл. Вычисляем **КПД=14,6%**.



Для теплового двигателя рабочее тело берём трихлорфторметан - R11 (CCl_3F)

Строим цикл с таким же интервалом температур от -30°C до $+20^\circ\text{C}$ и вычисляем **КПД=19,7%**.

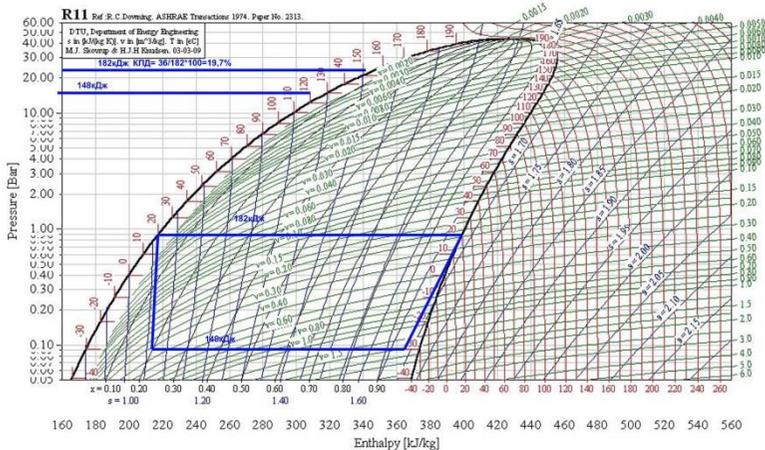


Рис. 3

Расставляем коэффициенты по движениям энергий. Получаем схему.

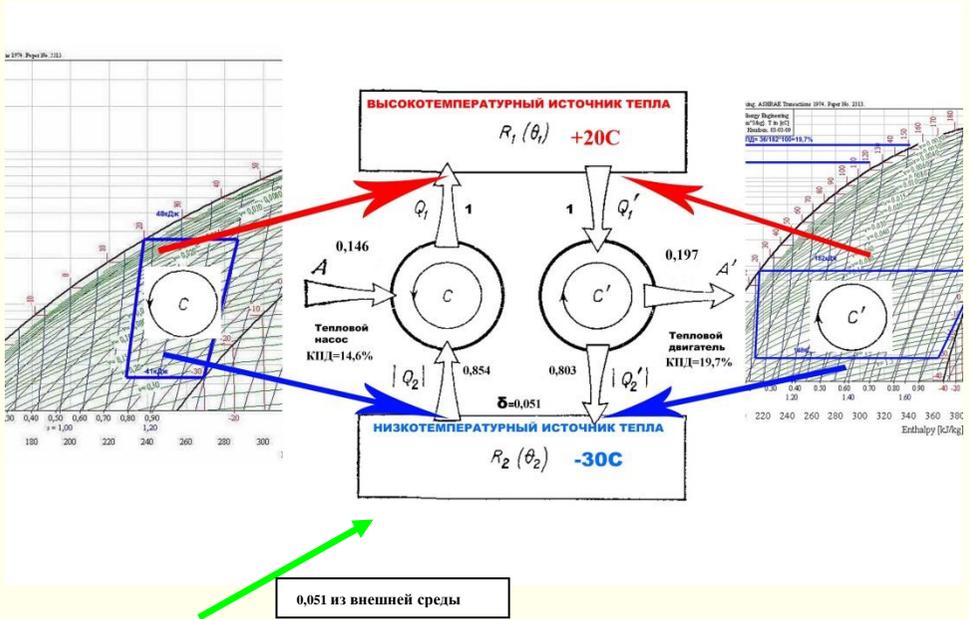


Рис. 4

Как видно из схемы, тепловым насосом из НИТ отбирается 0,854 единицы тепла, а тепловым двигателем возвращается только 0,803 единицы тепла. Разница составляет $\delta=0,051$ единиц.

Т.е. для предотвращения понижения температуры НИТ в него необходимо «добавлять» извне 0,051 единиц тепла. Так как температура НИТ -30°C , то 0,051 единиц тепла можно взять из атмосферы (естественно температура должна быть выше -30°C) или из Мирового океана. Результирующая механическая работа равна $A' - A = 0,197 - 0,146 = 0,051$, что соответствует $\delta = 0,051$.

Если выходная мощность теплового двигателя 19,7кВт, то выход «дармовой» энергии 5,1кВт.

Поскольку в диаграммах есть изолинии плотности рабочего тела, то без труда можно вычислить физические параметры монотермической установки при заданной выходной мощности. Диаметр цилиндров, количество оборотов и т.д.

В 2000-х годах был произведён прорыв в термодинамике. В Америке нашим соотечественником Александром Калиной был создан водоаммиачный двигатель с выдающимися характеристиками. Работает при перепаде температур +18С и +80С. Сейчас на таком тепловом двигателе работает вся геотермальная энергетика. Но почему-то никто не заметил, что стала возможность создать **монотермическую установку**. Прошу не путать с двигателем.

<http://teneta.rinet.ru/2001/america/non-fiction/txt990649705597065.html>

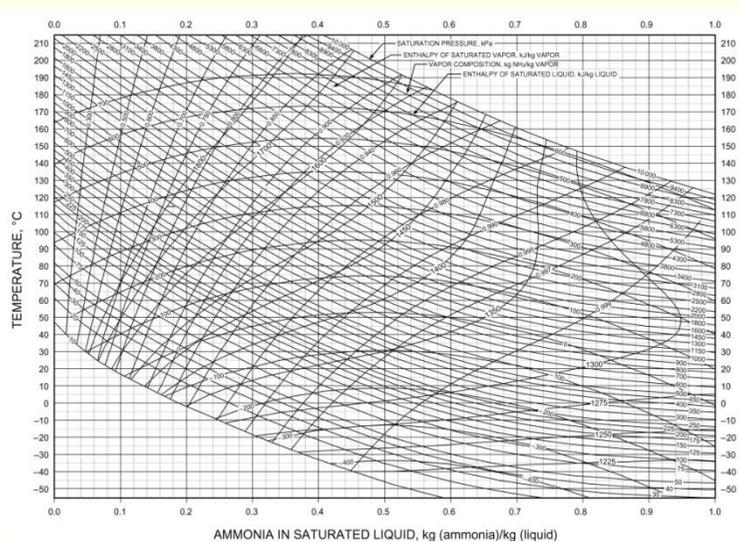


Рис. 5

Диаграмма водоаммиачного рабочего тела.

Рабочие тела R11 и RC318 выбраны для наглядности. А для постройки опытного образца лучше выбрать водоаммиачный

двигатель на цикле Калана и тепловой насос на RC318-м. Эти две машины имеются в свободной продаже.

Напоминаю, что $\delta=0,051$ единиц тепла берём снаружи системы, внутри которой находится тепловой насос и тепловой двигатель. А из этой системы наружу выходит крутящийся вал, к которому подсоединена нагрузка, например, электрогенератор. Получаем внешний вид монотермической установки.



Рис. 6

Методика расчёта КПД реального цикла.

Термодинамические диаграммы предназначены для прямого вычисления параметров рабочего тела только при изобарном процессе.

По горизонтали, по оси абсцисс на экспериментальной установке вычислено значение энтальпии - полной энергии. Слева от линии кипения (левее точки, 1 рис. 6) рабочее тело находится в жидком состоянии. Примем эту точку за точку начального состояния. В любой точке состояния можно определить по линии пересечения изолинии плотности, плотность рабочего тела.



Рис. 7

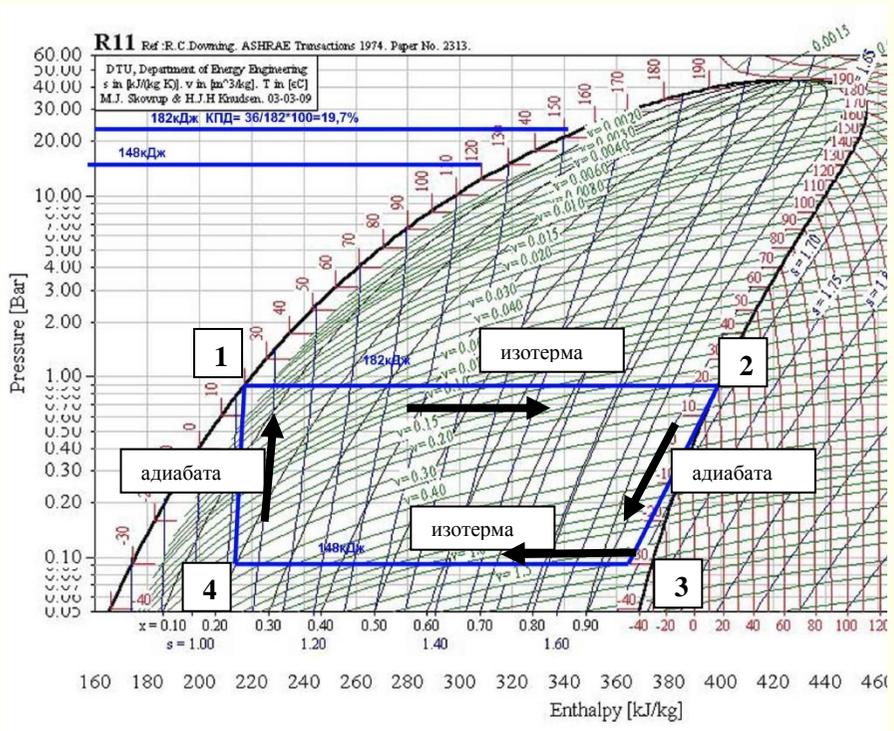


Рис. 8

При нагреве рабочего тела и достижении линии кипения (в точке 1, рис. 6) начинается кипение последнего и далее тело кипит (правее линии кипения и до линии конденсации, между точками 1 и 2, рис. 6). При этом в зависимости от количества принятого тепла, что соответствует увеличению полной энергии системы (энтальпии), в газообразную фазу переходит только часть рабочего тела. Образуется влажный пар.

Конкретные числовые значения зависят от количества принятой тепловой энергии системой. По линии абсцисс, на изобаре, измеряем числовое значение принятого тепла и определяем

конечную точку. Через эту точку проходит изолиния степени сухости – x (от 0 до 1), определяющая, какая часть рабочего тела перешла в газообразную фазу (испарилась). Там же можно узнать плотность влажного пара.

При дальнейшем нагреве влажного пара в точке пересечения изобары с линией конденсации (точка 2, рис. 6) всё рабочее тело испарилось. Образовался сухой пар, или газ.

Если посмотреть на диаграмму, то мы увидим, что левее линии кипения рабочее тело находится в жидком состоянии. Внутри «рога» – влажный пар. Правее линии конденсации – газ (сухой пар).

Нагрев жидкости приводит к увеличению только температуры. Расширения рабочего тела нет. При сжатии жидкости плотность и изотерма совпадают и не меняются. Жидкость несжимаема.

Нагрев влажного пара приводит к уменьшению только плотности до момента полного испарения. Температура остаётся постоянной. Ну, как в чайнике кипит вода. Изобара и изотерма совпадают. Происходит расширение (выполняется механическая работа).

Дальнейший нагрев сухого пара - газа приводит к увеличению температуры и уменьшению плотности. Расширение продолжается (продолжается выполнение механической работы).

В любой точке изобары мы можем адиабатически (изоэнтропно) сжать или расширить рабочее тело. Что приведёт к увеличению или уменьшению давления. Этот процесс идёт по обозначенным на диаграмме изолиниям s - изоэнтропам (адиабатам).

Конечное значение давления определяет точку нового состояния системы. В этой точке по диаграмме мы определяем новые параметры: давление, температуру, плотность, степень сухости.

Теперь в новом состоянии изобарно (для прямых вычислений) мы можем нагревать и охлаждать рабочее тело.

Для примера расчёта КПД термодинамического цикла возьмём цикл R11 с двумя изотермами -30°C , $+20^{\circ}\text{C}$ и двумя адиабатами (изоэнтропами), как показано на диаграмме. Получаем цикл 1-2-3-4, рис. 7.

По диаграмме измеряем, сколько энергии идёт на увеличении энтальпии от точки 1 до точки 2, рис. 7. 182кДж/кг .

Измеряем, на сколько уменьшилась энтальпия при охлаждении от точки 3 до точки 4, рис. 7.

148 кДж/кг.

Таким образом, за весь круговой цикл мы подвели к рабочему телу тепловой энергии 182кДж/кг, а отвели всего 148 кДж/кг.

Для примера возьмём 1 кг. рабочего тела. Тогда поглощённая и отведённая тепловая энергия будет, соответственно 182кДж и 148 кДж.

Согласно закону сохранения и превращения энергии и его частного случая, 1-го начала термодинамики, полезная механическая энергия равна разности поглощённой и отведённой энергии.

$$A = 182\text{кДж} - 148\text{кДж} = 36\text{кДж}$$

Следует сказать, что полезная механическая энергия равна сумме двух механических энергий. Энергии адиабатного сжатия 4-1, рис. 7, и энергии адиабатного расширения 2-3, рис. 7, где теплопередачи отсутствуют (согласно определению адиабатного процесса).

В соответствии с определением коэффициента полезного действия, КПД равен отношению выходной полезной механической энергии к поглощённой (затраченной) тепловой энергии.

$$\text{КПД} = 36\text{кДж} / 182\text{кДж} = 19,7\%$$

При осуществлении цикла холодильной машины или теплового насоса, вычисления ведутся точно так же, только с противоположными знаками.

Глава I

СОВРЕМЕННАЯ ТЕРМОДИНАМИКА – ЛЖИВАЯ ТЕОРИЯ

1. Подмена понятия теплового двигателя

Скажу сразу. Если кто-то думает, что я начну опровергать законы термодинамики, то он глубоко ошибается. Нет, законы термодинамики для меня незыблемы. Я даже не начну общение с теми, кто только положил тень на их истинность. А вот современная термодинамика искажает их до неузнаваемости.

Когда начинаешь изучать физику так и хочется разобраться во всех законах природы. В процессе познания получаешь какое-то непередаваемое наслаждение от знаний. Так происходило и у меня. Все разделы физики написаны понятно, законы точны, включая квантовую. Все, кроме термодинамики.

Поскольку по натуре я дотошный и во всех хитросплетениях предпочитаю разбираться сам, то решил исследовать термодинамику. И не просто исследовать (критиков у нас хватает), а написать, какая она должна быть на самом деле.

Я взял 23 (двадцать три) учебника по термодинамике и начал их «повторять» со сравнением между собой думая, а что я читаю?

В физике известно три вида передачи тепла. Конвекция, излучение, теплопередача при контакте. Для простоты рассматривается только последний вид.

Оказалось, что термодинамика написана так, чтоб в ней никто не разобрался. В ход шли запутывания, неточные определения, словесный подлог, бездоказательные утверждения, откровенная ложь, причём в самых основополагающих местах. Потом выяснилась цель, – не допустить даже думать о возможности построения монотермической установки. Не двигателя, а именно установки. Для «простого народа» двигатель и установка – одно и то же. Но для термодинамики (или термодинамистов) разница принципиальная. На этой разнице в понятиях и идёт подмена истины на ложь.

Монотермическая установка – это устройство, работающее от одного источника тепла. Т. е. топливом для такой установки является тепловая энергия этого тела. Я думаю, не надо объяснять, что таким «телом» будет окружающая среда. Воздух, вода в реках, в морях и океанах. И количество такого тепла неограниченно. Точнее, ограничено количеством тепла, получаемой Землёй от Солнца за световой день. Но надо не забывать, что конечным продуктом всех потребителей является теплота. А она, как раз и является топливом для монотермической установки. Цикл замыкается. Солнце будет компенсировать только потери тепла в виде электромагнитного излучения в космос.

Монотермическая установка при идеальной работе попадает под термин - «вечный двигатель». Но в реальности, только часть потребляемой тепловой энергии преобразуется в механическую. И под понятие «вечный двигатель» **не подходит**.

Но современные «термодинамисты» усиленно вбивают нам в головы невозможность постройки такой установки. Они старательно подменяют понятие «тепловой двигатель» (читай обратимый замкнутый цикл) на готовое изделие, с болтами и гайками.

Вот принятая терминология определения теплового двигателя, «Вукалович М.П. «Термодинамика» с.48».

Баланс теплоты и работы в тепловом двигателе. Тепловой двигатель, совершающий обратимый круговой процесс превращения теплоты в работу между двумя источниками теплоты с температурами T_1 и $T_2 < T_1$, называется обратимым *тепловым двигателем* (или *идеальным двигателем*) Карно.

Чётко и ясно написано «...обратимый круговой процесс...». Нужно добавить для точности, что «...**одинаковых** обратимых круговых процессах...». Это важно.

Поскольку по всему курсу термодинамики, бесчисленное количество раз повторяется (как шаман с бубном) о «**невозможности построения «вечного» двигателя 2-го рода**», надо вместо слова «двигателя...» подставить определение самого двигателя. Или более точно написать. «**С помощью одинаковых обратимых круговых процессов невозможно построить «вечный» двигатель 2-го рода**». Чётко и ясно. Без двусмысленности. Для термодинамики, «двигатель» - это

обратимый круговой процесс. И вы никогда не увидите замену слова «двигатель» на его точное определение. Это сделано для того, чтобы под словом «двигатель» все понимали готовое изделие с болтами и гайками. Вот так произошла подмена понятий.

И такое понятное и чёткое определение наши «термодинамисты» боятся как чёрт ладана. Вы его никогда не услышите в наших ВУЗах. **Оно запрещено!**

Поскольку направляет на создание монотермической установки. А с помощью **разных круговых процессов**...?

Можно, ещё и как. Будет показано позже.

2. Изотермический процесс

Читаем. Кудинов В.А., Карташов Э.М. «Техническая термодинамика» с.46.

рабочего тела. Например, при изотермическом расширении идеального газа внутренняя энергия его, как известно, остается постоянной, и вся теплота, сообщаемая газу, превращается в работу. Увеличение объема газа, представляющее компенсацию первого рода, является здесь необходимым условием превращения теплоты в работу.

Как так? Вся теплота, сообщаемая газу, превращается в работу? Да здравствует «вечный двигатель»!? А как же 1-й закон термодинамики? Эту **чушь** даже комментировать не хочется.

3. Термический КПД

Знаменитый термический КПД, $\eta_{\text{т.ч.к}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$, (1)

§ 4. Коэффициент полезного действия идеальной машины

А сейчас попробуем найти закон, определяющий работу W как функцию Q_1 , T_1 и T_2 . Ясно, что W пропорционально Q_1 , ибо если две обратимые машины работают в параллель, то такая sdвоенная машина тоже будет обратимой машиной. Если каждая из этих машин поглощает тепло Q_1 , то обе сразу поглощают $2Q_1$, а работа, которую они совершают, равна $2W$ и т. д. Поэтому пропорциональность W затраченному теплу Q_1 вполне естественна.

После этого сделаем еще один важный шаг к универсальному закону. В качестве рабочего вещества машины можно взять одно вещество с хорошо известными нам свойствами. Воспользуемся этим и выберем идеальный газ. Можно и не делать этого, а вывести интересующее нас правило чисто логически, совсем не используя для этого какого-то вещества. Это одно из самых блестящих теоретических доказательств в физике, но пока мы используем менее абстрактный и более простой метод прямого вычисления.

Нам нужно лишь получить формулы для Q_1 и Q_2 (ведь $W = Q_1 - Q_2$) — тепла, которым машина обменивается с резервуарами во время изотермического расширения и сжатия. Для примера вычислим Q_1 — тепло, полученное от резервуара при температуре T_1 во время изотермического расширения (кривая I на фиг. 44.6) от точки a , где давление равно p_a , объем V_a , температура T_1 , до точки b , где давление равно p_b , объем V_b , а температура та же самая T_1 . Энергия каждой молекулы идеального газа зависит только от температуры, а поскольку в точках a и b одинаковы и температура, и число молекул, то и внутренняя энергия тоже одинакова. Энергия U

не изменяется; полная работа газа в период расширения

$$W = \int_a^b p dV$$

совершается за счет энергии Q_1 , полученной от резервуара. Во время расширения $pV = NkT_1$, или

$$p = \frac{NkT_1}{V},$$

значит,

$$Q_1 = \int_a^b p dV = \int_a^b NkT_1 \frac{dV}{V},$$

т. е.

$$Q_1 = NkT_1 \ln \frac{V_b}{V_a}. \quad (44.4)$$

Вот то тепло, которое взято из резервуара при температуре T_1 . Точно так же можно вычислить и тепло, отданное при сжатии (кривая 3 на фиг. 44.6) резервуару при температуре T_2 :

$$Q_2 = NkT_2 \ln \frac{V_c}{V_d}. \quad (44.5)$$

Чтобы закончить анализ, нужно еще найти соотношение между V_c/V_d и V_b/V_a . Для этого взглянем сначала на кривую 2, которая описывает адиабатическое расширение от b до c . В это время pV^γ остается постоянным. Поскольку $pV = NkT$, то формулу для адиабатического расширения в конечных точках пути можно записать в виде $(pV)V^{\gamma-1} = \text{const}$, или $TV^{\gamma-1} = \text{const}$, т. е.

$$T_1V_b^{\gamma-1} = T_2V_c^{\gamma-1}. \quad (44.6)$$

Так как кривая 4 описывает адиабатическое сжатие от d до a , то

$$T_1V_a^{\gamma-1} = T_2V_d^{\gamma-1}. \quad (44.6a)$$

Если поделить эти равенства одно на другое, то мы выясним, что отношения V_b/V_a и V_c/V_d равны, поэтому равны и логарифмы в (44.4) и (44.5). Значит,

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}. \quad (44.7)$$

Это и есть то соотношение, которое мы искали. Хотя оно доказано для машины с идеальным газом, мы уже знаем, что оно справедливо для любой обратимой машины.

А теперь посмотрим, как можно вывести этот универсальный закон на основании только логических аргументов, не интересуясь частными свойствами веществ. Предположим, что

В качестве рабочего тела Фейнман берёт одно вещество с хорошо известными свойствами. Он выбирает идеальный газ. Если Фейнман знает ещё какое-нибудь другое вещество с хорошо известными свойствами, то пусть скажет или хоть намекнёт на него.

Только Фейнман забыл сказать, что идеальный газ придуман из математической формулы. Он искусственный. Существует только на бумаге. Поэтому и есть уравнение состояния идеального газа.

А если Фейнман «спустится на Землю», и увидит хотя бы воду, то заметит, что она может быть льдом, жидкостью и водяным паром. Причём одновременно в трёх состояниях сразу. Ну а если он вспомнит про термодинамические диаграммы, то увидит, что существует тройная точка, критическая точка, линия испарения, линия конденсации. Ну а если посмотрит как ведут себя рабочие тела при адиабатическом (или изэнтропном) процессе, то увидит противоположные термодинамические свойства. Октафторциклобутат (C₈F₁₈) при сжатии из газа можно полностью сконденсировать до жидкости. В то время как вода при сжатии наоборот – испаряется. **И где тут идеальный газ?**

Фейнман говорит о «блестящем» теоретическом доказательстве. Так это и есть, **блестящий обман** на 200 лет с момента создания термодинамики.

Вычисление КПД начинается с общей формулы через интеграл. Но в эту формулу Фейнман вставил уравнение состояния **идеального газа**. И потом делает гениальный по лжи вывод. Выделим его отдельно.

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}. \quad (44.7)$$

Это и есть то соотношение, которое мы искали. Хотя оно доказано для машины с идеальным газом, мы уже знаем, что оно справедливо для любой обратимой машины.

А теперь посмотрим, как можно вывести этот универсальный закон на основании только логических аргументов, не интересуясь частными свойствами веществ. Предположим, что

Синим выделено «**МЫ**». Это кто же ещё, кроме Фейнмана? . «... **уже знаем...**». Откуда знаем? В честь чего знаем? Где у него прочитать? Про идеальный газ – понятно. А про реальное рабочее тело (твёрдое, жидкость, газ) – где?

Зачем своё собственное заблуждение распространять ещё на кого-то? Для чего это делает Р. Фейнман? Случайно или сознательно? Ради «культуры» буду считать такое случайностью. Учитывая с какой «яростью» Фейнман и остальные «термодинамисты» запрещают приближать друг к другу тепловой насос и тепловой двигатель и искажают до неузнаваемости и откровенно лгут в законах, «случайность» ставится под сомнение.

Ещё про КПД.

«Карминский В.Д. Техническая термодинамика и теплопередача».

Предложив самый эффективный термодинамический цикл, С. Карно предложил и свою теорему, которая гласит, что η_T не зависит от свойств рабочего тела. Доказательство этой теоремы приведено в ряде изданий, поэтому здесь его можно опустить. В то же время подтверждением доказательства теоремы С. Карно является то обстоятельство, что в уравнении (4.2) свойства рабочего тела не фигурируют. А раз η_T не зависит от свойств рабочего тела, то уравнение (4.2) справедливо не только для идеального газа, но и для любого рабочего тела.

Для тех, кто не хочет помнить, напоминаю, что первоисточником этой формулы является уравнение состояния идеального газа – уравнение Менделеева - Клапейрона. Вывод, причём справедливый, есть в любом учебнике. Читаем в нём. Эта формула КПД распространяется на любые циклы с реальными рабочими телами. А теперь посмотрите на 4-ре строчки выше. Что является первоисточником формулы термического КПД? **С каких пор уравнение состояния идеального газа стала формулой реального рабочего тела?** Как это назвать. Ложь? Бездоказательное утверждение? Подлог понятий? Сади Карно говорил, что для замкнутого цикла необходим нагреватель и охладитель, и всё.

Уравнение состояния реального рабочего тела получается только экспериментальным путём и является табличным

уравнением, и зависит только от физики самого рабочего тела и никакой математике не подчиняется. И это уравнение называется – **термодинамическая диаграмма**. Точнее уравнение есть. Кудинов В.А., В.А., Карташов Э.М. «Техническая термодинамика» с.16. и то для реальных газов (без фазовых переходов). Но коэффициенты там берутся на основе экспериментальных исследований.

А КПД цикла с реальным рабочим телом вычисляется только по термодинамической диаграмме. **Но такой расчёт не показан ни в одном учебнике. Запрещено!**

Методика расчёта есть в начале многих сборников диаграмм, но не в учебнике. **Формулы термического КПД там близко нет. Нет никакого анализа самих диаграмм. Запрещено!**

Анализ диаграмм приводит к созданию монотермической установки (будет показано ниже).

4. Цикл Карно

Цикл Карно. Состоит из двух изотерм и двух адиабат. Сади Карно определил, что для замкнутого цикла необходимы «нагреватель» и «холодильник». В его время верили во флогистон и об изотермах и адиабатах не догадывались. Ну, это так, к слову, для точности. Где-то написано, что он сказал, что КПД не зависит от рабочего тела. А он кроме воды знал ещё что-нибудь? Проводил эксперименты? В его время были только паровые машины. Газообразного рабочего тела не было. Почему цикл с идеальным газом с двумя адиабатами и двумя изотермами назвали его именем?

5. Циклы с обратимым химическим разложением - синтезом

В кондитерском деле применяется интересное, с точки зрения термодинамики, добавка – карбонат аммония. При $+20^{\circ}\text{C}$ это устойчивые кристаллы, а при $+80^{\circ}\text{C}$ **обратно** полностью разлагаются на воду, углекислый газ и аммиак (газ). При разнице в 60°C , кому не трудно, подсчитайте, как увеличивается объём? Это не кипение жидкости.

Ну а нашатырный спирт знают все. А про цикл Калины? Напомню. При 0°C в 1 объёме воды растворяется (точнее, засасывается с силой) 1200 объёмов аммиака, а при 100°C весь аммиак выходит из воды. А кипения воды нет. Александром

Калиной в Америке была построена экспериментальная электростанция на этом цикле для проверки эффективности. Там было показано, что КПД цикла Калины на 20-25% больше любого известного (не указано какого) цикла при той же разнице температур, что соответствовало расчётам. Поэтому в Исландии и Европе на геотермальных электростанциях используют тепловые машины на цикле Калины с перепадом температур $+18^{\circ}\text{C}$, $+80^{\circ}\text{C}$.

Какое отношение к этим процессам имеет формула термического КПД? **Никакого.**

Почему в любом учебнике сказано, что цикл Карно самый лучший. **А по сравнению с чем?** Догадывайтесь сами. Как хотите. Я молчу про доказательства. Рассуждать, что лучше, а что хуже – **запрещено!** Получится несоответствие с теоремой Карно (чуть ниже) и создание монотермической установки.

6. Второй закон термодинамики.

Количество его формулировок бесконечно, и как мне признались, каждый научный работник понимает его по-своему. Вот это и есть – основной закон. Дожили. Как он звучит, вам никто не скажет. Есть учебник, “Путилов К.А. Термодинамика. — М.: Наука, 1971г.” где формулировок 18 (восемнадцать). Потому, что настоящей **формулировки 2-го закона нет.** Заметьте, я никоим образом не ложу даже тень на истинность 2-го закона.

Читаем в учебниках, например - Вукалович П.М. «Термодинамика» с. 45.

Будучи феноменологической теорией, термодинамика исходит из понятий, данных опытом, и базируется на нескольких экспериментально установленных законах. К числу ее основных законов относятся *первое начало термодинамики*, представляющее собой частную форму всеобщего закона природы — закона сохранения и превращения энергии — применительно к тепловым явлениям, и *второе начало термодинамики*, характеризующее направление протекающих в природе макроскопических процессов.

Ответ на вопрос о направлении, в котором действительно происходит переход теплоты между двумя телами, а равным образом и другие реальные макроскопические процессы, дает второе начало термодинамики.

Второе начало термодинамики выражается совокупностью положений, обобщающих опытные данные и относящихся, во-первых, к состояниям равновесия термодинамических систем и, во-вторых, к происходящим в этих системах процессам. Многообразие процессов взаимного превращения теплоты в работу и различные аспекты, в которых эти процессы могут рассматриваться, объясняют наличие нескольких формулировок второго начала термодинамики.

Ну, **чётко** же написано, что 2-й закон показывает направление передачи теплоты. Есть ещё один – **наиважнейший** момент. Вроде, как сам собой разумеющийся, но современная инквизиция боится его как огня. Условия возникновения 2-го закона. Этот момент понимают все, даже ежи. Каждый ёж знает, что приближаться к костру нельзя. На него можно смотреть на расстоянии. Если приблизишься – то обожжешься. Это условие – **соприкосновение**.

Вот теперь можно сформулировать настоящий 2-й закон термодинамики. Вот он – секретный и понятный.

«При соприкосновении двух тел с разной температурой, происходит переход тепла от горячего тела к холодному».

И больше никаких других формулировок. Чётко и ясно. Двусмысленности нет. Кто сомневается, пусть зимой (в России) искупается (или искупают принудительно). Дойдет очень быстро и основательно.

Рисунок ко 2-му закону – **запрещённый** в ВУЗах.



Секретный рисунок ко 2-му закону

Рис. 10



- стрелка показывает направление передачи тепловой энергии от горячего тела к холодному.

Современная инквизиция сознательно опускает «соприкосновение». Поскольку можно до бесконечности «вешать лапшу» в формулировках 2-го закона, которые не имеют к нему отношения и (забегая вперёд) то же самое делать в теореме Карно и запрещать думать о монотермической установке.

В учебниках нет никакого рассмотрения процесса теплопередачи с точки зрения структуры вещества. Если его рассмотреть с точки зрения энергий молекул, то можно без труда доказать направление передачи тепловой энергии по разнице импульсов молекул. Молекулы с большим импульсом (температурой) передают импульс молекулам с меньшим импульсом (температурой) до уравнивания импульсов (температуры). Рассмотрение направления передачи тепловой энергии (2-го закона) через структуру вещества современной термодинамикой **запрещено**. Иначе возникнет настоящая формулировка 2-го закона, как выше в рамке.

А теперь рассмотрим, как «лапша вешается» в формулировках 2-го закона.

Читаем в учебниках, например - Вукалович П.М. «Термодинамика» с. 46.

Первая формулировка второго начала термодинамики. При теплообмене между двумя или несколькими телами теплота сама собой переходит, лишь от тела с более высокой температурой к телу с более низкой температурой, но никогда наоборот; некомпенсированный переход теплоты от тела с меньшей температурой к телу с большей температурой невозможен.

В первой части ни слова не говорится о соприкосновении двух и более тел. Правда, не понятно, как более двух тел могут соприкоснуться в одном месте и вестись теплообмен сразу. Последовательно – пожалуйста.

А во второй части говорится о какой-то хитрой «компенсации» или «некомпенсации» или намёк на неё. Рассмотрим подробнее. Во всех 23-х учебниках нет раскрытия этой хитрой «компенсации». Мы её и раскроем.

«Компенсация» подразумевает затрату энергии. В тепловых машинах – механической. Начинаем искать подробное описание работы тепловой машины **применительно ко 2-му закону ...и не находим её**. Современная инквизиция запрещает рассмотрение работы тепловой машины применительно ко 2-му закону. Поскольку станет понятна лживость этой «компенсации» и (забегая вперёд) лживость теоремы Карно и запрет на создание монотермической установки.

Рассмотрим работу тепловой машины в качестве теплового двигателя и теплового насоса с изображением циркуляции рабочего тела (тёмно-зелёного цвета).

Тепловой насос (холодильник).

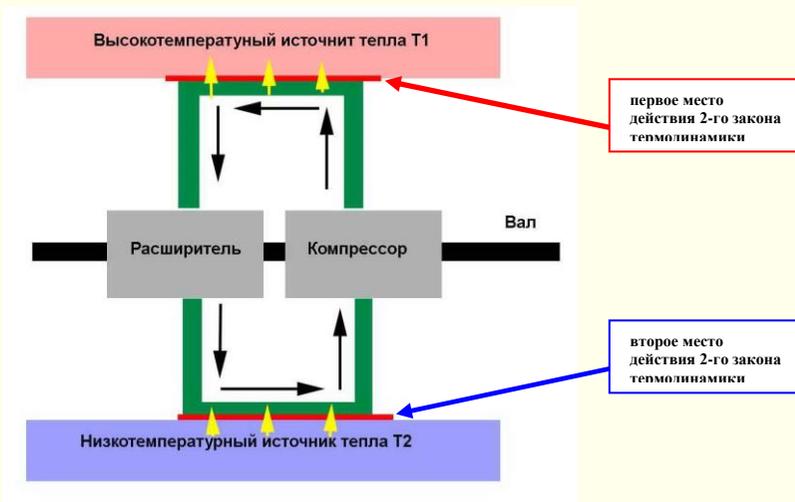


Рис. 11

- рабочее тело

→ - направление теплопередачи

Тепловой двигатель.

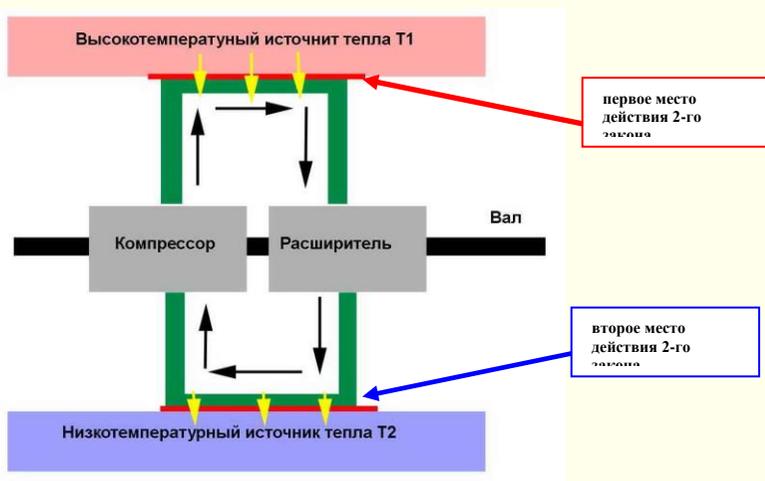


Рис. 12



- направление теплопередачи

- рабочее тело

Механическая работа затрачивается или высвобождается соответственно при сжатии или расширении.

Сжатие рабочего тела происходит в компрессоре, а расширение в детандере (в тепловом насосе или холодильной машине) или турбине (рабочий ход в тепловом двигателе).

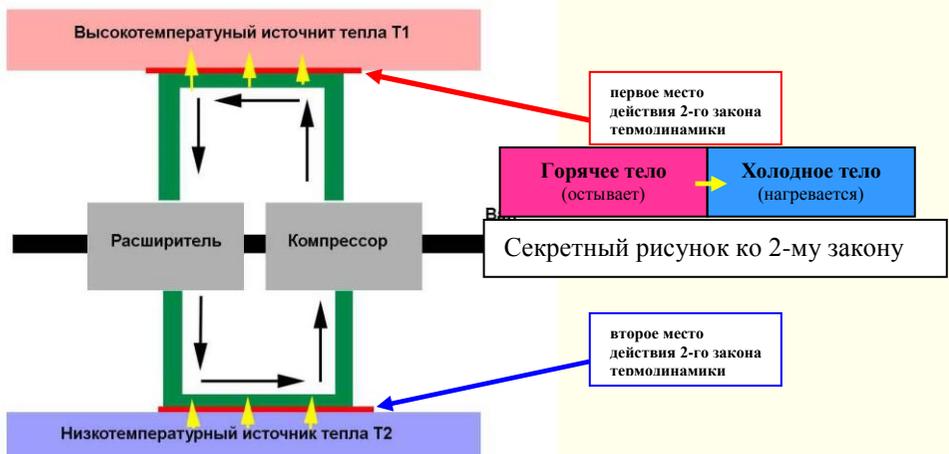
В итоге механическая энергия от компрессора и детандера (расширителя) складываются на едином валу. Вспомните работу четырёхтактного двигателя внутреннего сгорания. И что же на выходе? А что больше, то и получим. Если работа детандера (расширителя) больше работы компрессора, то высвобождается полезная работа. Получаем тепловой двигатель.

Если работа детандера (расширителя) меньше работы компрессора, то работу надо затратить, вращать вал принудительно. Получаем тепловой насос или холодильную машину.

Вот эта затрачиваемая работа и есть, загадочна «компенсация» в формулировках 2-го закона.

А теперь подошли к главному. Какое отношение «компенсация» имеет к направлению теплопередачи, т.е. ко 2-му закону?

Обозначаем красным и синим цветом тела с разной температурой на схеме тепловой машины и рядом поставим секретный рисунок ко 2-му закону.



Находите разницу?

Понятно, почему современная инквизиция так боится подробного рассмотрения работы тепловой машины и указывать условия соблюдения 2-го закона, что тела должны соприкасаться. В тепловой машине тела с разной температурой (высокотемпературный источник тепла и низкотемпературный источник тепла) «оторваны» друг от друга, и разнесены в пространстве. **Они не соприкасаются.** И где тут 2-й закон термодинамики? Какое отношение ко 2-му закону имеет загадочная «компенсация»? **Никакого.** Это «лапша» повешена для того, чтоб то же самое сделать в теореме Карно и не думать о монотермической установке.

Но ради справедливости и понятия работы тепловой машины до конца обозначим места, где существует (возникает) 2-й закон термодинамики. Их два. Первое – место соприкосновения высокотемпературного источника с рабочим телом и второе – место соприкосновения низкотемпературного источника тепла с рабочим телом. Направление теплообмена в местах действия 2-го закона термодинамики обозначены жёлтыми стрелками.

В обоих тепловых машинах в местах действия 2-го закона теплота переходит от более горячего тела к более холодному. И без разницы, это тепловой двигатель или тепловой насос (холодильник). Там только в этих двух местах меняется направление теплопередачи в зависимости от вида тепловой машины, но всё равно от горячего к холодному..

Высокотемпературный и низкотемпературный источники тепла не соприкасаются. И 2-й закон между ними не имеет места. Его там нет И без разницы высвобождается механическая энергия или затрачивается (загадочная «компенсация»). Поэтому, где в формулировке 2-го закона есть «компенсация» или намёк на неё, - это есть чистой воды «лапша». **Она «вешается» для того, чтоб оправдать лживую теорему Карно и не допускать думать о монотермической установке.**

Рассмотрим другие формулировки 2-го закона. Например, Дзюбенко Б.В., Меснянкин С.Ю., Михайлова Т.В. «Термодинамика. Часть 1. Основной курс» с.121.

4.3. Формулировки второго закона термодинамики

В основу формулировок второго закона термодинамики положены постулаты (положения), не требующие доказательств и являющиеся результатом опыта.

Наибольшую известность получили постулаты С. Карно (1824), Р. Клаузиуса (1850), В. Томсона (Кельвина) (1854), а также постулаты М. Планка, В. Оствальда, Л. Больцмана.

Приведем наиболее распространенные формулировки:

- «Теплота не может сама собой переходить от холодного тела к горячему» (Р. Клаузиус).

Согласно этому постулату теплота сама собой переходит только от тел, имеющих более высокую температуру.

- «Теплоту какого-либо тела невозможно превратить в работу, не производя никакого другого действия, кроме охлаждения этого тела» (В. Томсон).
- «Невозможно построить периодически действующую машину, которая производила бы только поднятие груза и охлаждение источника теплоты» (М. Планк).

121

Смотрим по Клаузиусу.

Вы заметили, что идёт отрицание? – То есть **«как не должно быть»**. А как должно быть – это есть истина (правда). Но этого нет. Моё определение 2-го закона вы не найдёте ни в одном учебнике.

А у меня возник «детский» вопрос. Где находятся горячее и холодное тела? И какая связь между ними? Правильно. Одно на Венере, другое на Марсе, а связь - любая. От духовной до телепортации. Ничего не указано. Я как захотел, так и подумал.

То, что тела должны соприкасаться, как в моём определении, вы не прочтёте нигде. **Запрещено!** Вы не увидите схематического рисунка ко 2-му закону. В других местах учебников есть, а ко 2-му закону его нет. **Запрещено!** Поэтому формулировка по Клаузиусу не имеет то 2-му закону никакого отношения. Это просто набор бессвязных слов или КСНБ.

Смотрим по Томсону.

Уберём отрицание отрицания и перепишем в нормальном и понятном виде.

«Теплоту какого-либо тела можно превратить в работу, производя какие-то другие действия, охлаждая это тело». Но так не написано. **Запрещено!**

Правда, непонятно, какое вообще формулировка по Томпсону имеет отношение ко 2-му закону? Никакого. Это тоже КСНБ.

Смотрим по Планку.

А теперь, заметьте, как вас, незаметно, обманули. О чём говорит М. Планк? О машине, поднимающей груз. Спросите у любого человека, что представляет собой машина? Готовое изделие, с болтами и гайками! Там же о поднятии груза говорится. А что там внутри? Вам никто не скажет, что это один обратимый круговой термодинамический процесс. Это называется игра словами и подмена понятий. Говорить точно – **запрещено!** Уже напрямую нам «вбивают» в головы, как шаман с бубном, что монотермическую установку нельзя создать.

Правда, тоже непонятно, какое отношение формулировка по Планку имеет ко 2-му закону термодинамики. Также никакого. Это КСНБ.

Формулировки 2-го закона по Р. Фейнману.

«Фейнман Р.Ф. Фейнмановские лекции по физике 3, 4. 3. Излучение волны кванты. 4. Кинетика, теплота, звук (3-е издание, 1976).djvu» с.339.

нию горячих трущихся частей машины. Гипотезу Карно, второй закон термодинамики, иногда формулируют так: тепло не может перетечь само собой от холодного тела к горячему. Но мы только что убедились в эквивалентности этих утверждений. Повторим их снова. *Первое:* нельзя осуществить процесс, единственным результатом которого является превращение тепла в работу при постоянной температуре. *Второе:* тепло не может перетечь само собой от холодного тела к горячему. Мы будем чаще пользоваться первой формулировкой.

В первом варианте Р. Фейнман говорит о процессе в единственном числе. Т.е. он один – процесс. И справедливо утверждает. Но второй закон указывает на направление теплопередачи. При чём здесь процессы? А для того, чтоб уйти от 2-го закона, не упоминать его. Чтоб Вы не знали настоящую формулировку закона.

Во втором варианте Р. Фейнман не указывает направление теплопередачи. А это и есть настоящий 2-й закон. Р. Фейнман говорит, как не должно быть и говорит о «не может ... само собою ...», намекая на компенсацию и тоже уходит от 2-го закона. Про «компенсацию» смотрите выше.

Но, справедливости ради, надо сказать, что Р. Фейнман почти точно сформулировал 2-й закон. Вот здесь. Ну, ещё указал бы условия возникновения 2-го закона – соприкосновение.

Если бы это стало вдруг возможным, то это означало бы, что, помимо многих других полезных вещей, мы смогли бы, например, без всяких затрат отнять тепло у холодного тела и отдать его горячему. Между тем каждый знает, что тепло переходит от горячего тела к холодному.

Если мы просто приложим нагретое тело к холодному и больше ничего делать не будем, то, насколько известно, горячее тело никогда не станет горячее, а холодное — холод-

338

Фейнман постоянно ссылается на Клаузиуса, Карно и других. Хотя сам почти сформулировал 2-й закон.

Что не хватило или помешало Фейнману написать настоящий 2-ой закон, неизвестно. Вот этот закон:

2-й закон термодинамики

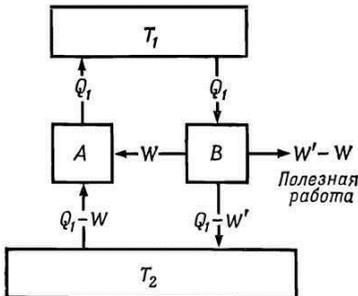
«При соприкосновении двух тел с разной температурой, происходит переход тепла от горячего тела к холодному».

7. Теорема Карно

Теорема Карно. Это вершина лжи и цинизма.

Например, Фейнман Р.Ф. Фейнмановские лекции по физике 3, 4. 3. Излучение волны кванты. 4. Кинетика, теплота, звук (3-е издание, 1976).djvu с.334, с.335.

Раз уж мы привели пример одной обратимой машины, то можно предположить, что возможно существование и других таких же устройств. Пусть обратимая машина A забирает Q_1 при T_1 , совершает работу W и возвращает какое-то количество тепла при температуре T_2 . Предположим, что у нас есть еще одна машина B — творение рук человека, уже сконструированная, а может быть, еще и не изобретенная. Можно взять паровую машину, колесо с резиновыми спицами — словом, что угодно. Мы даже не интересуемся, обратима ли эта машина. Важно только, чтобы она забирала тепло Q_1 при температуре T_1 и возвращала часть этого тепла при более низкой температуре T_2 . Предположим, что машина B совершает некую работу W' . Теперь покажем, что W' не может быть больше W ; нет такой машины, которая работала бы лучше, чем обратимая. Но почему? Предположим, что W' больше W . Тогда мы можем забрать тепло Q_1 при температуре T_1 и отдать его машине B . Эта машина совершит работу W' и отдаст какое-то количество тепла (неважно какое) резервуару с температурой T_2 . После этого мы можем распорядиться какой-то



Фиг. 44.7. Машина B заставляет работать обратимую машину A в обратном направлении.

частью работы W' , которую мы считаем больше W . Прибережем пока часть работы W , а остаток $W' - W$ употребим с пользой для себя (фиг. 44.7). Обладая работой W , можно запустить машину A в обратном направлении, *ведь это — обратимая машина*. При этом она поглотит какое-то количество тепла из резервуара с температурой T_2 , но зато вернет тепло Q_1 резервуару при температуре T_1 . Каков чистый результат этого двойного цикла? Мы вернули *все* к исходному состоянию и совершили дополнительную работу $W' - W$. Дело свелось к тому, что мы извлекли энергию из резервуара с температурой T_2 ! Тепло Q_1 , взятое из резервуара с температурой T_1 , было аккуратно возвращено. Раз это тепло все равно возвращается, то в качестве резервуара с температурой T_1 можно взять что-нибудь поменьше океана и заключить это устройство внутрь составной машины $A + B$. Чистым результатом цикла такой машины будет изъятие из резервуара при температуре T_2 тепла $W' - W$ и превращение его в работу. Но извлечение полезной работы из резервуара при неизменной температуре *без других изменений* запрещается постулатом Карно. Этого нельзя сделать. Таким образом, не существует таких машин, которые извлекли бы некоторое количество тепла из резервуара при температуре T_1 , возвратили бы какую-то его часть при температуре T_2 и совершили большую работу, чем обратимая машина, работающая при тех же самых температурных условиях.

Р. Фейнман совершенно правильно вычислил. Цитирую: «Чистым результатом цикла такой машины будет изъятие из резервуара при температуре T_2 тепла $W' - W$ и превращение его в работу». Но потом пишет, что такое запрещается постулатом Карно.

А теперь думаем, что написал Фейнман.

Во-первых, почему слово - «цикл» в **единственном числе**. В честь чего он один? Там два цикла, теплового насоса — A, и

теплового двигателя **В**, и к тому же «вращаются» в разных направлениях. И совсем не обязательно, что они работают синхронно. Но каждый цикл работает в соответствии со всеми законами термодинамики. Как умудрился Фейнман всё представить одним циклом – непонятно!

Во-вторых, откуда здесь слово – «машина» и в единственном числе. Если Фейнман подразумевает «тепловая машина», то согласно принятой терминологии в термодинамике «тепловая машина – это один термодинамический замкнутый цикл между двумя источниками тепла – низкотемпературным и высокотемпературным». А здесь две машины **А** и **В**.

В-третьих. Постулат Карно относится к одному циклу или к одной тепловой машине. Здесь результат совместного действия совершенно разных машин. Напоминаю, **каждая машина работает в соответствии со всеми законами и постулатами** и Карно в частности. Где нашёл нарушения Р. Фейнман, непонятно.

Правильный ответ: **«Чистым результатом совместной работы двух машин будет изъятие из резервуара при температуре T_2 тепла $W' - W$ и полного превращения его в работу»**. При этом температура резервуара с температурой T_2 будет понижаться, и T_1 соответственно тоже.

Доказательство теоремы Карно – это и есть монотермическая установка.

Но современной инквизиции её надо скрыть. Как?

Обманом. Бездоказательным утверждением о нарушениях. Где нарушения? Какие нарушения? В каком месте? **Указывать запрещено!** Их нет.

Добавлю следующее.

Когда изучаешь 23 (двадцать три) учебника по термодинамике, начинаешь понимать, что идут «соревнования» во лжи. Кто более правдоподобно солжёт.

Современные «термодинамисты» специально распространяют «принцип Томсона» и формулировку 2-го закона по М. Планку, которые относятся к одному замкнутому обратимому циклу (к одному циклу – справедливо) на результат совместной работы теплового двигателя и теплового насоса. Хотя,

как было показано выше, формулировка по Планку ко 2-му закону отношения не имеет.

А так же, как мне сказали, что можно представить тандем тепловой двигатель – тепловой насос, одним циклом. Если «совместить» температуры ещё как-то можно, давления «чудесным воображением» усреднить. То как соединить направления «вращения» циклов? – это за гранью понимания. Они «вращаются» в разные стороны и не обязательно синхронно.

Внизу итоги таких «соревнований».

1. Андриященко А.И. «Основы технической термодинамики» с. 64.

то, считая, например $\eta_1' < \eta_1$, получим $Q_1' > Q_1$, а так как, согласно закону сохранения энергии $Q_1' = L + Q_2$ и $Q_1 = L + Q_2'$, то должно быть

$$Q_2' > Q_2.$$

В рассматриваемой системе из двух двигателей и источников тепла без затраты работы тепло должно будет переходить от холодного источника к горячему, а это противоречит второму закону термодинамики, что невозможно. Меняя местами первый и второй двигатель, получим $\eta_1 > \eta_1'$, что тоже невозможно.

Остается только, что $\eta_1' = \eta_1$, т. е. термические к. п. д. двух обратимых двигателей будут абсолютно одинаковыми. Подобным путем доказывается и третье следствие второго закона.

3. Невозможно создать тепловой двигатель, который, работая между двумя заданными источниками тепла, имел бы более высокий коэффициент полезного действия, чем обратимый двигатель, работающий между теми же источниками.

Для доказательства этого следствия нужно один из обратимых двигателей (рис. 2.4) заменить каким-либо особым двигателем. Все остальные рассуждения повторяются.

Где должно переходить, в каком месте? Почему не указано?

2. Базаров И.П. «Термодинамика».

и, следовательно, к.п.д. цикла Карно

$$\eta = (Q_1 - Q_2)/Q_1 = (T_1 - T_2)/T_1. \quad (3.60)$$

Отсюда видно, что к.п.д. цикла Карно не зависит от природы рабочего вещества и предельных адиабат, а определяется только температурами теплоотдатчика и теплоприемника (первая теорема Карно). Из формулы (3.60) следует также, что влияние изменения температур T_1 и T_2 на значение к.п.д. цикла Карно различно:

78

А как же формула Клапейрона-Клаузиуса?

3. Вукалович П.М. «Термодинамика».

(напомним, для обратного цикла Карно $Q_{1K} < 0$).

С другой стороны, общая полезная внешняя работа должна на основании первого начала термодинамики равняться $Q_1 + Q_2$, т. е. $L' = Q_2$.

Величина Q_2 не может быть положительной, так как это означало бы, что производится положительная полезная работа за счет охлаждения только одного — именно нижнего — источника теплоты без всякой компенсации, что согласно второму началу термодинамики невозможно. Следовательно, величина Q_2 либо отрицательна, либо равна нулю. Но отрицательной она также быть не может, потому что, приведя в действие двигатель Карно в прямом направлении, а произвольный двигатель — в обратном направлении (что всегда возможно, поскольку рассматриваемые двигатели по предположению обратимы), мы снова пришли бы к противоречию с вторым законом термодинамики.

Таким образом, остается лишь одна возможность: $Q_2 = 0$.

$$Q_{2П}N_{П} + Q_{2К}N_{К} = 0.$$

Из этого следует, что

$$\frac{|Q_{2П}|}{|Q_{2К}|} = \frac{N_{К}}{N_{П}}.$$

50

А что мешает компенсировать охлаждение нагревом? Где нарушение 2-го з-на?

4. Докторов А.Б. «Термодинамика».

количество тепла и требует меньшей работы $|A| = |Q_1| - |Q_0| < Q'_1 + Q'_0 = A'$, чем та работа, которую совершает необратимая машина. Поэтому если часть работы A' использовать для совершения работы $|A|$, то после цикла для обеих машин имеем результат: холодильник отдал то, что получил ($|Q_1| + Q'_0 = 0$), обе машины вернулись в исходное состояние, но осталась работа

$$A' + A = A' - |A| = Q'_1 - |Q_1| = Q'_1 + Q_1 > 0, \quad (91)$$

в противоречии с принципом Томсона. Ничто, однако, не противоречит

$$\eta = 1 + \frac{Q'_0}{Q_1} < 1 + \frac{Q_0}{Q_1} = \eta_0. \quad (92)$$

Выполнив тот же цикл, что и ранее, получим:

$$A' + A = A' - |A| = Q'_1 - |Q_1| = Q'_1 + Q_1 < 0, \quad (93)$$

что соответствует превращению работы в тепло, что возможно.

На первый взгляд кажется, что если запустить машины в обратном направлении, то, воспроизведя рассуждения, можно прийти к противоречию с принципом Томсона, поскольку $\eta_0 > \eta$. Однако надо учесть, что необратимая машина в обратном цикле потребляет не ту работу, которую производила по прямому циклу, а работу $|A''| > A'$, и отдает нагревателю тепло $|Q''_1| > Q'_1$. Противоречия

В честь чего противоречие? В каком цикле противоречие?

Единственный автор, написавший правду

5. Дзюбенко Б.В. «Термодинамика. Основной курс».

4.3. Формулировки второго закона термодинамики

В основу формулировок второго закона термодинамики положены постулаты (положения), не требующие доказательств и являющиеся результатом опыта.

Наибольшую известность получили постулаты С. Карно (1824), Р. Клаузиуса (1850), В. Томсона (Кельвина) (1854), а также постулаты М. Планка, В. Оствальда, Л. Больцмана.

Приведем наиболее распространенные формулировки:

- «Теплота не может сама собой переходить от холодного тела к горячему» (Р. Клаузиус).

Согласно этому постулату теплота сама собой переходит только от тел, имеющих более высокую температуру.

- «Теплоту какого-либо тела невозможно превратить в работу, не производя никакого другого действия, кроме охлаждения этого тела» (В. Томсон).
- «Невозможно построить периодически действующую машину, которая производила бы только поднятие груза и охлаждение источника теплоты» (М. Планк).

Кто подменил понятие «цикл» на слово «машина»?

121

6. Иноземцев Н.В. «Основы термодинамики и кинетики химических реакций».

На основании изложенного можно прийти к положению, высказанному английским ученым Томсоном: теплота, содержащаяся в окружающей нас среде, не может быть превращена в работу тепловых двигателей. Если в окружающей нас среде имеются предметы с различной температурой, то за счет этой разности температур превращение тепла в работу двигателя вполне возможно.

Сказанное можно изобразить схемой, приведенной на фиг. 6. Если имеется бесконечно большой источник тепла, например, окружающая среда с одной температурой — T_2 , и какая-нибудь машина, то эту машину невозможно заставить работать за счет тепла, имеющегося в этом источнике.

Такой двигатель, производящий механическую работу исключительно за счет тепла, содержащегося в окружающей среде с одинаковой температурой, в термодинамике получил название *perpetuum mobile* II рода (в отличие от *perpetuum mobile* I рода, т. е. двигателя, создающего работу из ничего).

Долголетний человеческий опыт показал, что все механизмы, придуманные для использования тепла окружающей среды (если только она имеет одну температуру) в целях получения постоянного источника механической работы, в такой же степени обречены на неудачу, как и более примитивные предложения получения механической работы из ничего. Пришлось убедиться в том, что построить машину с одним лишь источником тепла невозможно. Поэтому Оствальд, например, формулирует все эти положения, вытекающие из теории круговых циклов, очень кратко: *perpetuum mobile* II рода невозможно.

Одним циклом верно. Ни слова, если два цикла.

С одним циклом невозможно, а утверждается на всё.

37

7. Карминский В.Д. «Техническая термодинамика и теплопередача»

цикла Карно (конечно, в одном и том же интервале температур).

Предложив самый эффективный термодинамический цикл, С. Карно предложил и свою теорему, которая гласит, что η_T не зависит от свойств рабочего тела. Доказательство этой теоремы приведено в ряде изданий, поэтому здесь его можно опустить. В то же время подтверждением доказательства теоремы С. Карно является то обстоятельство, что в уравнении (4.2) свойства рабочего тела не фигурируют. А раз η_T не зависит от свойств рабочего тела, то уравнение (4.2) справедливо не только для идеального газа, но и для любого рабочего тела.

Так как все процессы в цикле Карно являются обратимыми, то при проведении цикла в обратном направлении все обратные процессы совпадут с прямыми. Такой цикл называется *обратным обратимым циклом Карно* и является циклом холодильной установки. Этот цикл приведен на рис. 4.4.

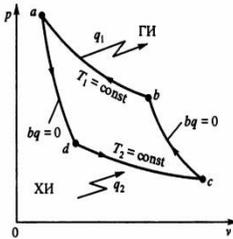


Рис. 4.4. Обратный цикл Карно в «v-p» координатах

При совершении обратного цикла рабочее тело получает от холодного источника теплоту q_2 и затрачивается работа $l_{ц}$. Вся эта суммарная энергия передается горячему источнику в виде теплоты q_1 , т.е.

$$q_1 = q_2 + l_{ц}. \quad (4.3)$$

А как же первоисточник формулы?

40

8. Кикоин А.К. «Молекулярная физика».

266

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

[гл. VI

Совершая прямой цикл, машина *II* получает от нагревателя количество теплоты Q_1 , отдает холодильнику теплоту Q_2 и совершает работу, эквивалентную $Q_1 - Q_2$. Машина *I*, совершая обратный цикл, забирает у холодильника теплоту Q и отдает нагревателю теплоту Q_1 за счет механической работы, эквивалентной $Q - Q_1$. Если к. п. д. $\eta_1 < \eta_2$, то

$$Q > Q_2.$$

Разность теплот $Q - Q_2$ превращается в работу. Значит, в результате цикла нагреватель не претерпевает никаких изменений, так как он получает от одной машины столько же тепла, сколько отдает другой. Рабочие тела, совершив круговой процесс, также оказываются в исходном состоянии. Значит, единственным результатом цикла является отнятие тепла от холодильника и преобразование его в работу, что противоречит принципу Томсона. Значит, предположение $\eta_1 < \eta_2$ неверно.

Поменяв теперь порядок работы машин, т. е. положив, что прямой цикл совершает машина *I*, а обратный — машина *II*, мы с помощью таких же рассуждений получим, что невозможно и предположение о том, что $\eta_1 > \eta_2$. Остается, следовательно, только одна возможность:

$$\eta_1 = \eta_2.$$

Циклов два. О каком одном цикле идёт речь? Никто не знает.

9. Кириллин В.А. «Техническая термодинамика».

Следовательно, в обратном цикле от холодного источника отбирается большее количество теплоты, чем то, которое поступает в холодный источник в результате осуществления прямого цикла. Что же касается горячего источника, то, поскольку $Q_1' = Q_1$, количество энергии, запасенной в горячем источнике, при этом не изменяется. Таким образом, мы приходим к выводу, что в результате осуществления двух рассматриваемых обратных циклов, прямого и обратного, отбирается теплота от холодного источника ($\Delta Q = Q_2' - Q_2$) и при этом производится работа ($\Delta L = L_2' - L_2$), эквивалентная этому количеству теплоты*, тогда как ни-

* Поскольку $L_2' = Q_1' - Q_2'$ и $L_2 = Q_1 - Q_2$, из (3.40) следует, что $\Delta L = (Q_1' - Q_1) - (Q_2' - Q_2)$. С учетом того, что $Q_1' = Q_1$, получаем $\Delta L = Q_2 - Q_2'$, т.е. действительно $\Delta L = \Delta Q$.

67

каких изменений в тепловом состоянии горячего источника не происходит.

Этот вывод противоречит второму закону термодинамики. Следовательно, исходная предпосылка о том, что величины ремических КПД рассматриваемых обратных циклов с разными рабочими телами, осуществляемых между одними и теми же двумя источниками теплоты, различны. Таким образом, теорема Карно доказана.

Эта теорема справедлива для обратных циклов, осуществляемых между двумя источниками теплоты.

Заключение, доказывающее неправильность сделанного предположения о неравенстве величин η_r для двух рассматриваемых циклов, может быть получено и другим способом.

Подберем количества рабочего тела в первом и втором двигателях таким образом, чтобы работа, производимая вторым двигателем в прямом цикле, была равна работе, потребляемой первым двигателем, осуществляющим обратный цикл:

$$L_2' = L_2 \quad (3.44)$$

или, что то же самое,

$$Q_1' - Q_2' = Q_1 - Q_2 \quad (3.44a)$$

Если это так, то очевидно, что первый двигатель может получать работу, необходимую для осуществления обратного процесса, не от какого-либо внешнего источника работы, а непосредственно от второго двигателя, производящего такое же количество работы, какое расходуется первым двигателем.

Поскольку в соответствии с (3.41)

$$\eta_r' = \frac{Q_1' - Q_2'}{Q_1'} = \frac{L_2'}{Q_1'}$$

и в соответствии с (3.41a)

$$\eta_r = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{L_2}{Q_1}$$

с учетом (3.44) получаем из (3.38):

$$Q_1' < Q_1 \quad (3.45)$$

т.е. в горячий источник при осуществлении обратного цикла поступает большее количество теплоты, чем отбирается от него в прямом цикле:

$$\Delta Q_1 = Q_1' - Q_1 \quad (3.46)$$

С учетом этого неравенства из (3.44a) следует: $Q_2' > Q_2$, т.е. из холодного источника при осуществлении обратного цикла отбирается большее количество теплоты, чем поступает в него в прямом цикле:

$$\Delta Q_2 = Q_2' - Q_2 \quad (3.47)$$

Из (3.44a) имеем:

$$\Delta Q_1 = \Delta Q_2 \quad (3.48)$$

Таким образом, мы пришли к выводу о том, что при осуществлении двух рассмотренных обратных циклов (прямого и обратного) теплота без затраты работы (поскольку $L_2' = L_2$) переходит от менее нагретого тела (холодный источник) к более нагретому (горячий источник). Этот вывод также неправилен, так как он противоречит второму закону термодинамики в формулировке Клаузиуса.

А что мешает компенсировать охлаждение нагревом? Где нарушение 2-го закона?

Как так? Мы же работу L_2 затрачиваем.

10. Кротов В.И «Техническая термодинамика» с. 49.

Если одна из машин, например паровая, работает как холодильная машина по обратному циклу Карно, то количества удельных теплот q_1^a и q_2^a участвующих в этом обратимом цикле, останутся без изменения, а работа, необходимая для функционирования холодильной машины, по абсолютному значению должна быть равна работе паровой машины как машины-двигателя и противоположна по знаку. Для привода паровой холодильной машины можно использовать работу газовой машины-двигателя. Направление потоков теплоты в рассматриваемом случае на рис. 13 указано сплошными стрелками. Баланс теплоты для ВИТ выразится разностью $q_1^a - q_2^a$. В соответствии со вторым законом термодинамики $q_1^a - q_2^a \leq 0$ не может быть реализовано, так как это указывало бы на то, что теплота от НИТ переходит к ВИТ, без затраты работы (положительная работа газовой машины полностью используется на привод холодильной машины, а поступление работы в систему извне исключено, так как создано условие ее полной изоляции). Условие $q_1^a - q_2^a \geq 0$ не противоречит второму закону термодинамики, так как оно означает, что теплота со временем переходит от высшего источника к низшему без затраты работы.

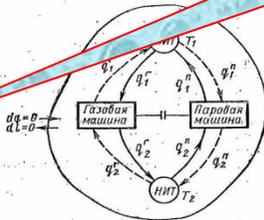


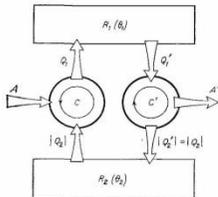
Рис. 13. Изолированная система (к выводу теоремы Карно)

Ну, написано, что работа затрачивается. И почему не рассматривается НИТ?

11. Кубо Р. «Термодинамика».

зависит от рабочего вещества. Более того, к. п. д. η' любого необратимого цикла Карно, действующего между теми же самыми тепловыми резервуарами, меньше η , т. е.

$$\eta = \eta(0_1, 0_2), \quad \eta > \eta'. \quad (2.4)$$



Фиг. 21.

и совершается работа $A' = Q_1 - |Q_2|$. Если цикл C производить в обратном направлении (фиг. 21), то в результате выполнения обоих циклов поглощается тепло $Q_1 - Q_1$ из резервуара R_1 и совершается работа

$$A' - A = Q_1 - |Q_2| - (Q_1 - |Q_2|)$$

Согласно принципу Томсона, при этом должно выполняться неравенство

$$A' - A < 0 \quad \text{или} \quad Q_1 < Q_1.$$

Следовательно,

$$\eta' = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1} < 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1} = \eta.$$

Если цикл C' является обратимым, то циклы C и C' можно заставить действовать в противоположных направлениях 1), откуда будет следовать, что $\eta' \geq \eta$, а поэтому $\eta = \eta'$.

На каком основании принцип Томсона для одного цикла применяется для результата двух циклов?

12. Кудинов В.А. «Техническая термодинамика».

Таким образом, процесс превращения механической работы в теплоту - процесс самопроизвольный, а процесс превращения теплоты в работу - несамопроизвольный.

В природе существует большое количество процессов, протекающих в одном направлении легко, самопроизвольно, не требуя каких-либо дополнительных процессов. Однако в обратном направлении эти же процессы не могут осуществляться самостоятельно. Например, переход теплоты от горячего тела к холодному есть процесс самопроизвольный, но обратный процесс перехода теплоты от холодного тела к горячему без каких-либо дополнительных процессов невозможен. Это связано с тем, что передача теплоты от более холодного тела к более горячему может быть выполнена лишь путем затраты работы теплового двигателя. Работа теплового двигателя возможна лишь в случае, когда есть компенсирующий процесс передачи теплоты НИТ.

Отсюда следует, что количества теплоты, которая передана от горячего тела к менее нагретому в естественном процессе, будет недостаточно для возвращения системы в исходное состояние, так как часть теплоты (в количестве q_2) будет безвозвратно передана НИТ (компенсирующий процесс). Следовательно, для возвращения системы в исходное состояние должно быть затрачено больше теплоты, чем было передано в прямом процессе. Отсюда следует вывод, что прямой теплообмен при конечной разности температур необратим.

Анализируя формулу (3.7), можно сделать еще один важный вывод - КПД цикла Карно зависит лишь от температур верхнего и нижнего источников теплоты и, следовательно, не зависит от рода рабочего тела. Это утвержде-

Ну что мешает подогреть извне для возвращения в исходное состояние

13. Лашутина Н.Г «Техническая термодинамика с основами теплопередачи и гидравлики».

Анализируя выражение (7.7) для прямого цикла Карно, приходим к следующим выводам.

1. Термический КПД цикла зависит только от температур горячего и холодного источников и не зависит от природы рабочего тела.

2. Значение термического КПД цикла тем больше, чем больше разность температур горячего и холодного источников.

3. Термический КПД цикла всегда меньше единицы.

4. Термический КПД цикла Карно при изотермических источниках имеет максимальное значение в заданном интервале температур по сравнению с другими циклами и, следовательно, является эталоном, с которым сравнивают циклы существующих тепловых машин. Реальный тепловой двигатель тем совершеннее, чем ближе значение его КПД к КПД цикла Карно в том же интервале температур.

Обратный цикл Карно. Все процессы цикла Карно являются обратимыми, поэтому, если провести цикл в обратном направлении (против часовой стрелки), получится обратный цикл (рис. 7.3,б).

Из точки 1 с параметрами p_1, v_1, T_1 рабочее тело адиабатно расширяется до состояния 2 (процесс 1—2) и соединяется с источником с низкой температурой. Дальнейшее расширение (процесс 2—3) происходит с подводом теплоты q_2 к рабочему телу. Протекает процесс изотермического расширения. В точке 3 тело вновь изолируется от источника теплоты и в процессе 3—4 адиабатно сжимается с повышением температуры от T_2 до T_1 . В точке 4 рабочее тело соединяется с источником с высокой температурой,

Доказательство только для газа, а вывод делается для любого тела.

14. Леонова В.Ф. «Термодинамика».

действия любого другого цикла, ограниченного теми же пределами потенциала. Весьма существенно, что к. п. д. этого наивыгоднейшего цикла определяется только предельными значениями потенциала (P_{\max} и P_{\min}) и не зависит ни от каких свойств системы, а лишь от разности известной теоремы Карно.

А где доказательство?

Теперь рассмотрим несколько примеров приложения дифференциальных соотношений термодинамики к исследованию физических задач.

§ 25. Зависимость коэффициента поверхностного натяжения жидкости от температуры

15. Микрюков В.Е. «Курс термодинамики».

61

Посмотрим, что же произошло в результате такого сопряженного цикла.

1. Внутренняя энергия в обеих машинах, когда они совершили цикл, осталась неизменной.

2. Термостат с температурой τ_1 отдал количество теплоты Q_1 и получил то же количество теплоты. Следовательно, в этом термостате изменений не произошло.

3. Термостат с температурой τ_2 отдал количество теплоты Q_2 , а получил Q_2' . Следовательно, в результате сопряженного цикла термостат с температурой τ_2 потерял теплоту $Q_2 - Q_2'$, которая пошла на совершение положительной работы, равной этой разности теплот. Значит, мы отняли теплоту у источника с более низкой температурой и всю ее превратили в работу, что противоречит второму закону термодинамики. Поэтому наше предположение $Q_2' < Q_2$ неверно. Необходимо, чтобы или $Q_2' = Q_2$, или $Q_2' > Q_2$.

Но при $Q_2' > Q_2$ оказывается, что $\eta > \eta'$. Докажем, что этого также не может быть. Доказательство ведется так же, как и прежде, только вместо машины II в прямом направлении работает машина I, а в обратном — машина II. Этим путем мы докажем, что η не может быть больше η' . Отсюда следует, что для обратимых машин

$$\eta' = \eta.$$

Где противоречие? В каком месте?

16. Нащёкин В.В. «Техническая термодинамика и теплопередача»

Теорема Карно доказывается от противного. Предположим, что $q_2' < q_2$, тогда $\eta' > \eta$, т. е. паровая машина совершает большую положительную работу. Докажем, что этого не может быть. Посадим обе машины на общий вал и заставим паровую машину работать по прямому циклу 1-2-3-4-1, а газовую — по обратному циклу 1'-4'-3'-2'-1. Паровая машина получает теплоту q_1 и отдает q_2' . Положительная работа l' изображается пл. цикла 12341 и равна $l' = q_1 - q_2'$.

Газовая машина совершает обратный цикл Карно. Она получает теплоту q_2 от теплоприемника и затрачивает работу l . Когда цикл завершится, то источник теплоты получает q_1 теплоты. Затраченная работа l равна $l = q_1 - q_2$.

В результате работы двух машин, учитывая первоначальное условие, что $q_2' < q_2$, получается избыток работы:

$$l' - l = (q_1 - q_2') - (q_1 - q_2) = q_2 - q_2' > 0.$$

Вследствие работы двух машин произошли следующие изменения: теплодатчик отдал и получил теплоту q_1 ; теплоприемник отдал теплоту q_2 , а получил теплоту q_2' или потерял теплоту $q_2 - q_2'$, которая пошла на совершение положительной работы. При этом никаких изменений в системе и окружающей среде не произошло.

Таким образом, получен вечный двигатель II рода, что противоречит второму закону термодинамики. Значит, предположение, что $q_2' < q_2$, неверно.

Такой же результат получается, если предположить, что $q_2' > q_2$. Поэтому остается один возможный вариант, когда $q_2' = q_2$, а это значит, что и $\eta' = \eta$, т. е. действительно термический к. п. д. обратимого цикла Карно не зависит от свойств рабочего тела и является только функцией температур теплодатчика и теплоприемника.

Где противоречие? В каком месте?

17. Новиков И.И «Термодинамика».

6

Источнику теплоты с температурой t_2 (узел передела, количество теплоты

$$Q_2 = Q_{K2}N_K + Q_{T2}N_{T2}$$

Количество теплоты, отданной за это время источником теплоты с температурой t_1 ,

$$Q_1 = Q_{K1}N_K + Q_{T1}N_{T1}$$

будет равно нулю.

С другой стороны, на основании первого начала термодинамики полезная внешняя работа $L' = Q_1 + Q_2$, т. е. $L' = Q_2$. Величина Q_2 не может быть положительной, так как это означало бы, что производится положительная полезная работа за счет охлаждения только одного (нижнего) источника теплоты без всякой компенсации, согласно второму началу термодинамики невозможно. Следовательно, величина Q_2 либо отрицательна, либо равна нулю. Но отрицательной она также быть не может, потому что, приведя в действие двигатель Карно в прямом направлении, а произвольный двигатель — в обратном (что всегда возможно, так как рассматриваемые двигатели по предположению обратимы), мы вновь пришли бы к противоречию со вторым законом термодинамики.

Таким образом, остается лишь одна возможность: $Q_2 = 0$, т. е.

Где противоречие? В каком месте? А что мешает компенсировать нагревом извне?

18. Ноздрёв В.Ф. «Курс термодинамики»

двигателя II рода. Действительно, построение такого двигателя означало бы превращение всей теплоты, взятой от нагревателя, в полезную работу, т. е. имели бы место равенства $W = Q_1$ и $Q_2 = 0$.

Для этого случая выражение, характеризующее второе начало термодинамики, можно переписать в виде:

$$1 \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (4,9)$$

но T_1 и T_2 всегда больше 0. Следовательно $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$ не может быть больше единицы. Остается единственно возможный случай:

$$\frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1, \quad (4,10)$$

или

$$T_2 = 0. \quad (4,11)$$

Подытоживая проведенные рассуждения, замечаем, что вечный двигатель II рода можно было бы построить при обязательном соблюдении двух условий. Первое — процесс работы этого двигателя должен быть строго обратимым согласно равенству (4.10). Второе — температура холодильника такого двигателя должна быть равна абсолютному нулю. Но так как ни первое, ни второе условия в природе неосуществимы, то, следовательно, вечный двигатель II рода построить невозможно.

Единственный автор, рассматривающий только один цикл (двигатель). Для одного цикла всё верно.

§3 Абсолютная термодинамическая шкала температур

19. Пригожин И. «Современная термодинамика».

Карно показал, что обратимый циклический тепловой двигатель должен производить максимальную работу (движущую силу), но в своих рассуждениях исходил из калорической теории (теории теплорода — *ред.*), согласно которой теплота представляла собой некую неразрушимую субстанцию. Проследим дальнейший ход рассуждений Карно. Если бы какой-нибудь тепловой двигатель мог совершать большее количество работы, чем обратимый циклический двигатель, то можно было бы совершать бесконечное количество работы. Сначала с помощью более эффективного двигателя следовало передать теплоту от горячего резервуара холодному, затем с помощью обратимого теплового двигателя возвратить то же количество теплоты в горячий резервуар. Поскольку прямой процесс дает большее количество работы, чем требуется для совершения обратного процесса, в итоге получается выигрыш в работе. При таких циклических операциях некоторое количество теплоты просто передавалось бы от горячего резервуара холодному и обратно, от холодного резервуара горячему, давая в итоге выигрыш в работе. При неограниченном повторении этого цикла можно было бы совершать неограниченную по величине работу, просто передавая некоторое количество работы туда и обратно между горячим и холодным резервуарами. Карно утверждал, что это невозможно [1, p. 12]:

Это было бы не только вечным движением, но и машиной, способной к неограниченному созданию движущей силы без потребления калорической субстанции или какого-либо другого агента. Такой механизм (машина) полностью противоречит принятым ныне идеям, законам механики и здравой физики. Оно недопустимо.

Без доказательств это вера. Почему ссылаются на Карно?

20. Радушкевич Л.В. «Курс термодинамики».

ваемые обеими машинами, одинаковы, но к. п. д. различаются потому, что количества отданного и полученного тепла у них различны. Следовательно, допустим

$$Q'_1 - Q'_2 = Q''_1 - Q''_2, \text{ причем } Q'_2 > Q''_2.$$

Отсюда видно, что должно быть $Q'_1 > Q''_1$ и, значит, $\eta' < \eta''$. Докажем, что это невозможно. Превратим машину 1 в обратную машину Карно; мы знаем, что от этого превращения величина ее к. п. д. останется без изменения. В результате действия обеих машин теперь будет получен следующий итог:

1) полезная работа машины 2 полностью будет скомпенсирована в машине 1, где это будет работа по сжатию (согласно нашему первому допущению);

2) так как $Q'_1 > Q''_1$, то нагреватель теперь получит теплоты (Q'_1) больше, чем отдаст (Q''_1);

3) так как $Q'_2 > Q''_2$, то охладитель отдаст теплоты (Q'_2) больше, чем получает (Q''_2).

Общий итог сводится к тому, что в системе должен произойти переход некоторого количества теплоты от холодного тела (охладителя) к более горячему (нагревателю), причем этот переход (отрицательный процесс) не компенсируется никаким положительным процессом. Согласно второму началу термодинамики этого не может быть и, значит, $\eta' = \eta''$. Теорему можно доказать, исходя также из допущения одинаковых полученных теплот в первой и второй машинах при различных полезных работах.

В честь чего он «отрицательный»? Почему не компенсируется? Там с 1-ым 3-ном всё в порядке.

21. Ртищев А.С. «Теоретические основы гидравлики и теплотехники».

таким образом,

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}. \quad (9.18)$$

Выражение для термического кпд можно получить, рассматривая цикл Карно в Ts -диаграмме (рис. 9.2). При этом

$$Q_{r1} = T_1 \Delta s; \quad (9.19)$$

$$Q_{r2} = T_2 \Delta s; \quad (9.20)$$

$$\eta = \frac{Q_{r1} - Q_{r2}}{Q_{r1}} = \frac{T_1 \Delta s - T_2 \Delta s}{T_1 \Delta s} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}. \quad (9.21)$$

В дальнейшем Карно доказал, что формула (9.18) применима только для обратимого цикла Карно, а формула (9.10) может применяться для необратимого цикла Карно. При этом $\eta_{\text{необр}} < \eta_{\text{обр}}$.

Обратимым циклом называется цикл, все процессы в котором обратимы.

Необратимым циклом называется цикл, в котором хотя бы один процесс является необратимым.

Также Карно была сформулирована теорема: *Термический кпд цикла с двумя источниками теплоты (нагревателем и охладителем) не зависит от свойств рабочего тела цикла.*

А диаграммы показывают совсем другое

22. Сивухин Д.В. «Общий курс физики».

Действительно, $Q_1 = m q_1$, $Q_1 = m' q'_1$, где q_1 — количество теплоты, полученное первой машиной от нагревателя в результате одного цикла, а q'_1 — количество теплоты, отданное тому же нагревателю второй машиной также в результате одного цикла. Если q_1 и q'_1 соизмеримы, то всегда можно подобрать целые числа m и m' так, чтобы $m q_1 - m' q'_1 = 0$, т. е. $Q_1 - Q'_1 = 0$. Если же эти величины не соизмеримы, то целые числа m и m' можно выбрать настолько большими, чтобы это равенство выполнялось с какой угодно заранее заданной точностью. Поэтому физически всегда возможно выбрать целые числа m и m' так, чтобы $Q_1 - Q'_1 = 0$. Тогда результат кругового процесса представится в виде

состояние нагревателя не изменилось,

холодильник отдал теплоту $Q_2 - Q'_2 = (\eta - \eta') Q_1 > 0$,

машина совершила работу $\eta Q_1 - \eta' Q'_1 = (\eta - \eta') Q_1 > 0$.

Таким образом, единственным результатом кругового процесса является производство работы $(\eta - \eta') Q_1 > 0$ за счет эквивалентного количества теплоты, заимствованной от холодильника. Это процесс Томсона–Планка, возможность которого противоречит постулату второго начала термодинамики. Поэтому предположение $\eta > \eta'$ неверно — так же неверно предположение $\eta' > \eta$. Чтобы убедиться в этом, надо заставить вторую машину пройти цикл Карно в прямом, а первую — в обратном направлении и повторить наше рассуждение. Следовательно, $\eta = \eta'$, и теорема Карно доказана.

Постулат Томсона относится к одному циклу. Где противоречие? В каком месте?

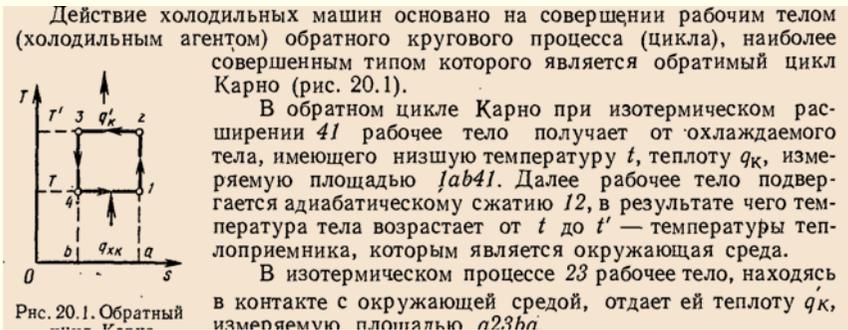
Вот такая массовая и откровенная ложь в учебниках физики.

Единственный автор, написавший полуправду – 4. **Докторов А.Б.** «Термодинамика».

При одном соотношении КПД теплового насоса и двигателя температура НИТ (низкотемпературного источника тепла) понижается, и он как все «кричит» - такого быть не может. А при другом соотношении КПД – температура НИТ повышается. Все, кроме **Докторова А.Б.** тоже «кричат» - такого быть не может. А **Докторов А.Б.** говорит «... что это превращение работы в тепло», что соответствует истине. За что ему честь и хвала (наполовину).

Ещё...

Про холодильные машины. Вукалович М.П. «Термодинамика» с.614».



Если у вас хорошо с памятью, то для теплового двигателя, утверждается, самый лучший обратимый цикл Карно. И для холодильной машины тоже? Если в двигателе мы хотим получить как можно больше механической работы – она полезная. А для холодильной машины механическая работа затрачиваемая – вредная. Это как назвать. Мазохизм или помешательство рассудка? А рассуждать, как только что это сделал я – **запрещено!** Рассуждения приведут к несоответствию теореме Карно и созданию монотермической установки.

Кто будет спорить, что хороший тепловой двигатель является плохим тепловым насосом (холодильником). И наоборот, плохой тепловой двигатель является хорошим тепловым насосом (холодильником)?

Теперь самое **«СТРАШНОЕ» и секретное**. Анализ термодинамических диаграмм настоящих рабочих тел.

Диаграммы делятся на два вида – по наклону. Пентаноподобные и водоподобные. У них **противоположные термодинамические свойства**. При адиабатном расширении водоподобных веществ происходит их конденсация. А у пентаноподобных есть «золотое» свойство. При адиабатном расширении происходит удаление их от линии конденсации. И чтоб его сконденсировать при изобарном процессе, нужно охладить сначала газ до момента начала конденсации, а потом, как и водяной пар – изотермически до жидкости. Так вот, для пентаноподобных охлаждение газа используют, для повышения КПД, для нагрева (частично) жидкости следующего цикла в **рекуператоре**.

Этот рекуператор «разделяет» разные КПД при равных перепадах температур. С рекуператором и без рекуператора. Лживую теорему Карно смело можно отправить в утиль.

Жаль, что современные инквизиторы спрятались за спину славного Сади Карно, никакого отношения к этой лживой теореме не имеющего.

Так работает органический цикл Ренкина на пентане. Технология отработана. Такие двигатели есть в свободной продаже.

А теперь реализуем на «практике» монотермическую установку.

Возьмём яркий представитель пентаноподобных – октафторциклобутан (RC318).

Температурный перепад берём -30°C $+45^{\circ}\text{C}$. Строим замкнутый цикл. Вычисляем КПД.

$$\text{КПД}=13,8\%$$

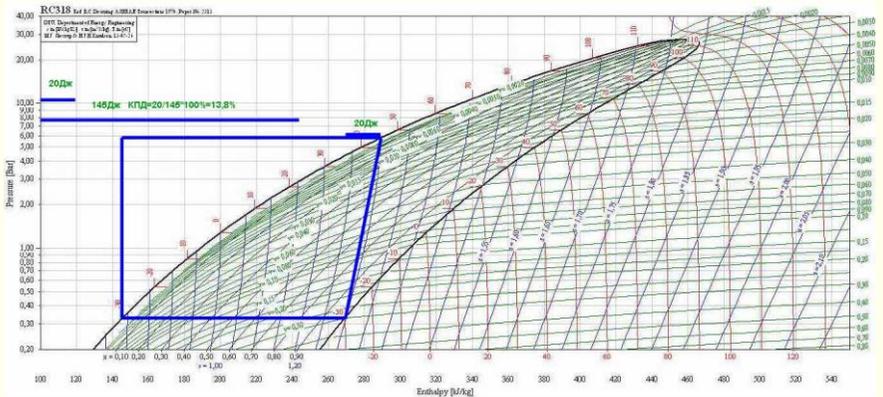


Рис. 14

Строим другой цикл с рекуператором, при тех же значениях температур.

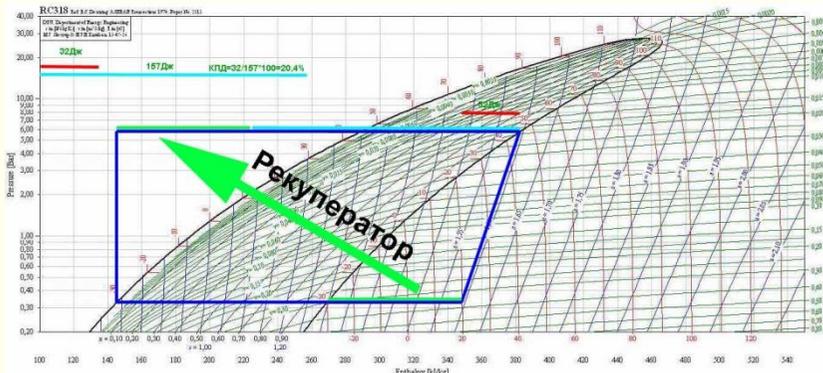


Рис 15

Полученный КПД=20.3%

КПД цикла Карно при тех же значениях температур $(45 - (-30)) / (273 + 45) = 23,6\%$. При чём, чем больше наклонена диаграмма, тем лучше проявляется эффект рекуперации.

Для практической реализации вместо «сложного» двигателя с рекуператором можно взять другой двигатель на органическом цикле Ренкина без рекуператора. Например, на R11.

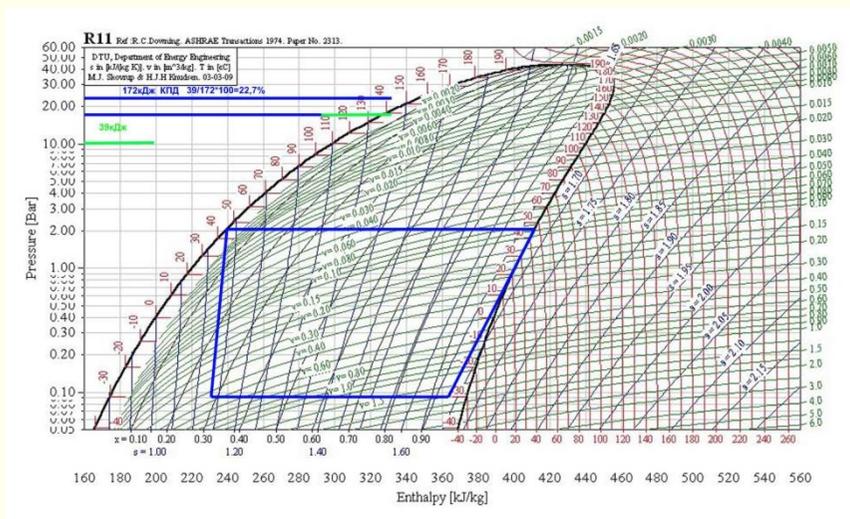


Рис. 16

На R11 при том же перепаде температур от -30°C до $+45^{\circ}\text{C}$ КПД=22,7%.

Есть ещё интересный водоаммиачный двигатель на цикле Калина. В Интернете написано, что разработчики утверждают, что он на 20-25% эффективнее органического цикла Ренкина. Но расчётов я не нашёл, поэтому его в пример приводить не буду.

А теперь вспомните. Почему теорема Карно (к которой он не имеет никакого отношения) является образцом **лжи и лицемерия**.

8. Энтропия

Основополагающее понятие. Кто знает, что такое энтропия, тот знает всю термодинамику. Энтропия вобрала в себя все термодинамические процессы и определения.

А теперь разберёмся в ней, и посмотрим, как современная термодинамика довела это понятие до **безобразия** (или специально довели).

Кудинов В.А., Карташов Э.М. «Техническая термодинамика» с.55.

3.8. ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ И СВОЙСТВА ЭНТРОПИИ

Физический смысл энтропии достаточно сложен и его трудно объяснить с помощью наглядных представлений. Однако понятие энтропии можно раскрыть в следующих трех аспектах.

1. Энтропия является мерой потери работоспособности системы вследствие необратимости реальных процессов.

Кудинов В.А. , Э.М. Карташов и многие другие не могут, оказывается, в ней разобраться. Для них смысл **достаточно сложен**, видите ли. Так может сразу собрать всё своё мужество и честно признаться, что «мы не разбираемся в термодинамике, и не будем вам вешать «лапшу на уши»». Так нет. Пишут про энтропию. Читаешь про неё и ничего не можешь понять. И статистическая физика тут, и функция состояния (какая функция и какого состояния , (ниже показано))и мера беспорядка и вероятность чего-то там... Но когда читаешь про тепловую смерть Вселенной, то понимаешь, что это похоже на безумие. А вот что «думают» про энтропию Осипов А.И., Уваров А.В. «Энтропия и её роль в науке».

Термодинамика в силу феноменологического характера не может вскрыть физический смысл как энтропии, так и температуры. Эту задачу решает статистическая физика. Статистическая интерпретация энтропии позволила математикам обобщить понятие энтропии и ввести метрическую энтропию как абстрактную величину, характеризующую поведение неустойчивых динамических систем с экспоненциальной расходимостью близких в начальный момент времени траекторий (энтропия Крылова–Колмогорова–Синая). Метриче-

Всё понятно? Уже и математики виноваты! Похоже на КСНБ (красивое словосочетание научного бреда, – *оксюморон*).

Кудинов В.А., Э.М. Карташов и все другие не могут «объяснить с помощью наглядных представлений...». Вот как раз наглядными представлениями энтропия просто объясняется.

Начнём.

Осипов А.И., Уваров А.В. «Энтропия и её роль в науке».

Энтропия принадлежит к числу важнейших понятий физики. Энтропия как физическая величина была введена в термодинамику Р. Клаузиусом в 1865 г. и оказалась настолько важной и общезначимой, что быстро завоевала сначала другие области физики, а затем проникла и в смежные науки: химию, биологию, теорию информации и т.д.

Р. Клаузиус предположил, что есть такая величина, которая не изменяется, если мы не охлаждаем или не нагреваем рабочее тело. Т.е. рабочее тело теплоизолировано. При этом мы рабочее тело как сжимаем, так и расширяем. И назвал эту величину - **энтропия**.

Как называется этот процесс? Кто учился в школе, вспоминаем физику. **Адиабатный**. А кто учился далее в ВУЗе – **изоэнтропный**. Адиабата и изоэнтропа – одно и то же.

Кириллин В.А. «Техническая термодинамика» с.74.- так и написал.

Очевидно, что изотермический процесс в T, S -диаграмме изображается горизонтальной прямой.

Из (3.126) следует, что в изотермическом процессе $I-II$

$$Q_{I-II} = T (S_{II} - S_I).$$

Из уравнения $dS = dQ/T$ очевидно, что в обратимом адиабатном процессе ($dQ=0$)

$$dS = 0; \quad (3.127)$$

$$S = \text{const.} \quad (3.128)$$

Поэтому обратимые адиабатные процессы называют также изоэнтропными, а кривую этого процесса --- изоэнтропой, изображаемой в T, S -диаграмме вертикальной прямой.

А теперь самое «страшное» для современных термодинамистов. Изображение адиабаты или изоэнтропы на термодинамической диаграмме, например на $RC318$ (заодно изотермы и изобары).

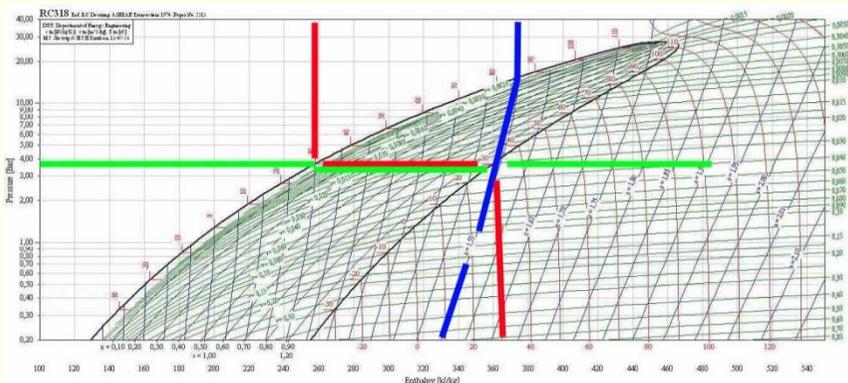


Рис. 17

Изобара – зелёная линия. Давление равно $P=3,8$ Бар.

Изотерма – красная линия. Температура равна $t=30^{\circ}\text{C}$ (или $273+30=303\text{K}$).

Адиабата или изоэнтропа – синяя линия. Энтропия равна $s=1,55\text{Дж/кг}\cdot\text{K}$.

Что такое Бар на диаграмме? Цифровое определение изобары.

Что такое градус Цельсия на диаграмме (или Кельвина)? Цифровое определение изотермы.

Что такое энтропия на диаграмме? Цифровое обозначение адиабаты (или изоэнтропы).

Кто не понял, повторяю ещё раз.

Энтропия, это цифровое определение адиабаты (или изоэнтропы).

Ничуть не более и ничуть не менее. Это простое и понятное определение энтропии. Но его не печатают. **Запрещено!** А печатают всякую чушь или КСНБ.

Из определения энтропии вытекает её физический смысл – в связывании параметров рабочего тела при адиабатическом процессе в один числовой параметр, т.е. в одно конкретное число (как и задумывал Клаузиус) по всей линии адиабаты.

Сказанное математически выглядит так.

$s=f(a,b,c,d,e,\dots)$, где a,b,c,d,e,\dots - параметры рабочего тела,
 s – энтропия

Зная энтропию замкнутой теплоизолированной системы, т.е. цифровое значение линии адиабаты (смотри диаграмму) и один из параметров конкретной точки (например, давление или температуру или плотность или удельный объём) на линии адиабаты, мы можем найти по диаграмме или точно вычислить по формуле (если та есть в наличии) все другие параметры рабочего тела в этой точке.

И причём здесь статистическая физика, математики, философское словосочетание – мера беспорядка и прочие понятия.

Куда стремиться энтропия? Точно такой же вопрос, как куда стремятся температура, давление, удельный объём и прочие параметры рабочего тела. А при каком процессе? Почему процесс в учебниках не указывают? На диаграммах всё наглядно показано.

Согласно определению и физическому смыслу (см. выше), энтропия **никуда не стремится**.

Дать непонятно какое определение энтропии, уйти в философию (мера беспорядка) бездоказательно утверждать про тепловую смерть Вселенной и прочую чепуху служит только одной цели – не дать разобраться в термодинамике и не думать о монотермической установке.

А как математически выразить энтропию? Посмотрите на приведённую выше диаграмму.

Однозначное определение энтропии даёт пересечение изобары, изотермы и внутри «рога» - степени сухости - x (от 0 до 1). Эти три величины взяты из-за независимости от вида рабочего тела (в отличие от плотности или удельного объёма). Какая точная формула связывает эти три величины ? Т.е. выражение энтропии через давление, температуру и степень сухости. **Её не существует**, на сегодняшний день. Если она и появится, то будет для каждого рабочего тела уникальна, как уникальна термодинамическая диаграмма. А общая $s=f(P,T,x)$ ничего не даёт. Её нельзя анализировать.

Или можно энтропию выразить через энтальпию – H . Тогда, согласно диаграмме, для точного определения энтропии

понадобится ещё линия температуры. Получим общее уравнение энтропии $s=f(H,T)$ Её нельзя анализировать. **Точного уравнения энтропии не существует**, как и самого прибора (энтропиеметра). Так как сами линии температуры, энтальпии математическому описанию не поддаются. Они только **практические** и уникальные для каждого рабочего тела. Посмотрите на диаграмму, какая кривая и ломанная изотерма. А степень сухости вообще прерывистая, с началом (или концом) в критической точке. Это надо запомнить хорошо.

Или энтропию можно выразить через любые другие изменяющиеся характеристики. Например, вязкость, прозрачность, диэлектрическая (магнитная) проницаемость, внутренняя физическая структура, химический состав и т.д. Наверное, только масса вещества рабочего тела остаётся постоянной.

Формулу энтропии можно получить только для идеального газа, параметры которого точно математически описываются (точнее, наоборот). Но его нет в природе.

А что мы видим в учебниках? Кириллин В.А. «Техническая термодинамика» с.69,74-75.

3.6. ЭНТРОПИЯ

Перейдем теперь к рассмотрению некоторых важных свойств обратимых циклов.

Термический КПД обратимого цикла Карно определяется соотношением

$$\eta_{\tau} = (T_1 - T_2)/T_1,$$

а в наиболее общем виде, по определению, термический КПД любого цикла

$$\eta_{\tau} = (Q_1 - Q_2)/Q_1.$$

Отсюда следует, что для обратимого цикла Карно

$$(T_1 - T_2)/T_1 = (Q_1 - Q_2)/Q_1. \quad (3.107)$$

Как было показано выше, на реальных рабочих телах, на примере R318 и R11 формула термического КПД является **ложью**. Она справедлива только для идеального газа, которого в природе не существует. Кто смелый, пусть построит

термодинамическую диаграмму идеального газа и сравнит её с настоящими. А никто не задумался, почему термодинамической диаграммы идеального газа нет в учебниках? Правильно, чтоб вы не разбирались в термодинамике и не думали о монотермической установке.

Так вот, с самого начала вывода формулы энтропии уже пошла ложь. И полученная формула энтропии тоже ложь. И Клаузиус здесь не причём.

$$dS = dQ/T \quad (2)$$

Учитывая что под Q подразумевают полную энергию, то настоящая формула энтропии $s=f(H, T)$ или **$s=f(Q, T)$** (3)

Обратимый цикл Карно изображается в T, S -диаграмме прямоугольником $1-2-3-4-1$ (рис. 3.17), ограниченным изотермами $1-2$ ($T_1 = \text{const}$) и $3-4$ ($T_2 = \text{const}$) и обратимыми адиабатами $2-3$ ($S_2 = \text{const}$) и $4-1$ ($S_1 = \text{const}$).

Количество теплоты, подводимой в этом цикле к рабочему телу от горячего источника,

$$Q_1 = T_1(S_2 - S_1) \quad (3.129)$$

74

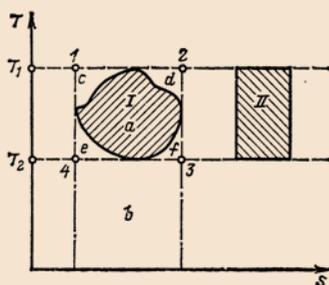


Рис. 3.18

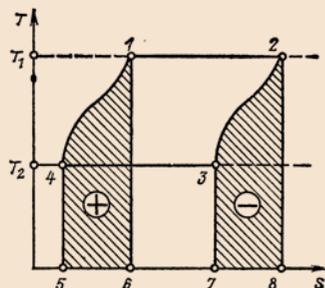


Рис. 3.19

изображается прямоугольником $1-2-S_2-S_1-1$; количество теплоты, отдаваемой холодному источнику,

$$Q_2 = T_2(S_2 - S_1) \quad (3.130)$$

— прямоугольником $3-S_2-S_1-4-3$, а работа цикла $L_{\text{ц}} = Q_1 - Q_2$ — прямоугольником $1-2-3-4-1$.

Из общего выражения для термического КПД цикла $\eta_r = (Q_1 - Q_2)/Q_1$ получаем для обратимого цикла Карно с учетом (3.129) и (3.130):

$$\eta_{\text{т.о.к}} = \frac{T_1(S_1 - S_2) - T_2(S_1 - S_2)}{T_1(S_1 - S_2)},$$

или, что то же самое,

$$\eta_{\text{т.о.к}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1},$$

т. е. мы получили результат, который, как и следовало ожидать, совпадает с (3.32).

Опять нам подсовывают эту формулу КПД через

$$\eta_{\text{т.и.к}}^{\text{о.и.к}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1},$$

температуры для идеального газа (4)

У кого **плохая память**, напоминая, взгляните выше «Возьмём яркий представитель пентаноподобных – октафторциклобутан (RC318).

Температурный перепад берём -30°C $+45^{\circ}\text{C}$. Строим замкнутый цикл. Вычисляем КПД.

КПД=**13,8%**» и «На R11 при температурах от -30°C до $+45^{\circ}\text{C}$ КПД=**22,7%**».

На самом деле, оказывается, всё по-другому.

Как нас обманывают. Как нам подсовывают, что

$Q_1 = T_1(S_2 - S_1)$ и $Q_2 = T_2(S_2 - S_1)$. Откуда эти формулы? Кто их нам «повесил»? Для чего нам внушают идеальный газ. Правильно, чтобы вы не разбирались в термодинамике и не думали о монотермической установке.

9. Эксергия

Эксергия (эксэргия; от греч. ек, ех — приставка, означающая высокую степень, и греч. ergon — работа) — часть энергии, равная максимальной полезной работе, которую может совершить термодинамическая система при переходе из данного состояния в состояние равновесия с окружающей средой.

Для чего ввели такое понятие. Чем не «понравился» «КПД»? Затем, чтобы наукообразней «запудрить мозги» и не думать о монотермической установке.

10. Оценка эффективности монотермической установки

Но для монотермической установки надо ввести параметр эффективности. КПД не подходит, поскольку в идеале всё потребляемое тепло переходит в работу (формулировка вечного двигателя II рода). В реальности из-за потерь только часть потребляемого тепла переходит в работу. Потерянное тепло опять возвращается как топливо. Поэтому эффективность можно

определить как Ватт/ кг., или Ватт/ м³, или Ватт/рубль(\$), где кг. - масса установки, м³ – объём установки, рубль(\$) – стоимость установки.

11. Интересные эффекты от работы монотермической установки

Очень интересный эффект получится если выход монотермической установки нагрузить на генератор с калорифером (обогревателем) и нагревать какой-нибудь объём. Вот схема.

Перед описанием работы установки напомним настоящий 2-й закон термодинамики.

2-й закон термодинамики

«При соприкосновении двух тел с разной температурой, происходит переход тепла от горячего тела к холодному».

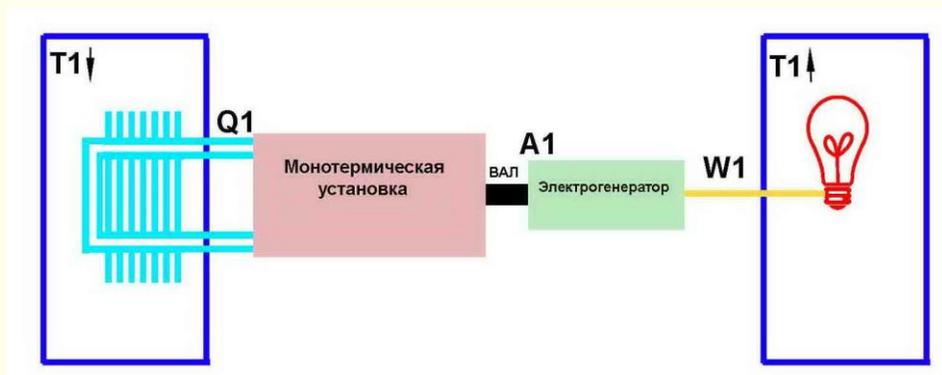


Рис. 18

Собираем схему, как указано выше.

Температуры в левом и в правом резервуарах первоначально равны.

Монотермическая установка (не путать с тепловым двигателем) поглощает тепловую энергию из левого резервуара в количестве $Q1$ и преобразует в механическую энергию $A1$.

Согласно определению монотермической установки $Q1=A1$. Нагрузкой монотермической установки является электрогенератор и далее электронагреватель, расположенный в правом резервуаре.

Согласно закону сохранения энергии, 1-го закона термодинамики и настоящего 2-го закона термодинамики указанного выше в красной рамке $Q1=A1=W1$.

Напоминаю, что два резервуара не соприкасаются. Они находятся в разных частях пространства. Читаем настоящий 2-й закон термодинамики. Противоречий нет.

Таким образом в левом резервуаре температура падает, а в правом резервуаре температура повышается без подвода энергии из вне.

Если два резервуара соединить, получим следующую схему

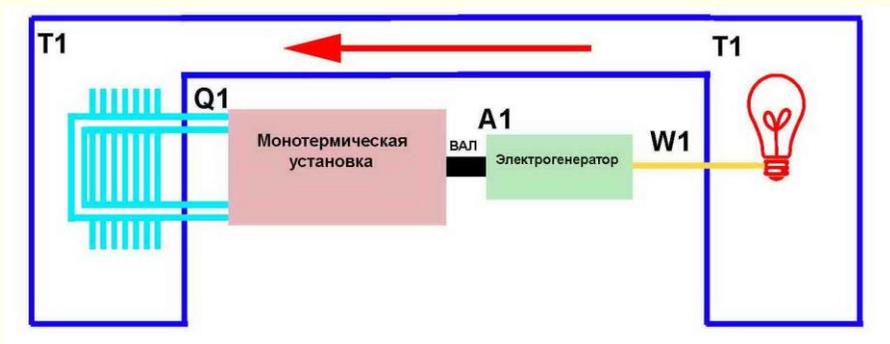


Рис. 19

Собираем схему, как указано выше.

Левый и правый резервуары соединены вместе. Монотермическая установка (не путать с тепловым двигателем) поглощает тепловую энергию из левого резервуара в количестве Q_1 и преобразует в механическую энергию A_1 .

Согласно определению монотермической установки $Q_1=A_1$.

Нагрузкой монотермической установки является электрогенератор и далее электронагреватель, расположенный в правом резервуаре.

Согласно закону сохранения энергии, 1-му закону термодинамики и настоящему 2-му закону термодинамики указанному выше в красной рамке $Q_1=A_1=W_1$.

Таким образом происходит круговорот энергии.

Тепловая энергия Q_1 поглощается монотермической установкой и преобразуется в механическую A_1 .

Электрогенератор преобразует механическую энергию A_1 в электрическую W_1 , а электронагреватель в форме лампы в тепловую Q_1 . И так по кругу.

12. Выводы:

У кого голова не зомбирована инквизицией XXI века (догадались кто), тот понял, что построение монотермической установки сводится к соединению теплового двигателя и теплового насоса с разными КПД. А это дело чисто техническое. Например, такие, какие указаны выше, на RC318 и на R11. Хотя, как я думаю, целесообразней массовые монотермические установки делать на полупроводниках или с помощью нанотехнологий. Но тут нужен комментарий специалистов.

Все упомянутые авторы являются невольными людьми. Их понять можно. Чтобы пробиваться в науке, надо строго следовать указанному пути современной инквизицией. Шаг влево – «расстрел». Или лишение научных званий или обвинение в сумасшествии или покушение на «дойную корову» - нефтегазовый комплекс, который давно превратился в нефтегазовую иглу.

Так может, что нельзя предотвратить – лучше возглавить?

13. P.S.

А теперь об очень грустном.

По энергетическим затратам на единицу выпускаемой продукции, среди стран всего мира Россия занимает 1-е место. Огромные расстояния и холодный климат. Понятными словами, Россия – неконкурентная, полный банкрот. Массовое производство в России невыгодно. Спасибо ВТО. Остаётся только высокотехнологичное производство, независящее от вышесказанных условий. А это малые партии. Иногда штучные.

Ещё хуже, что запасов нефти осталось лет на 15-20. В Интернете есть исчерпывающая информация.
http://www.gazeta.ru/business/news/2016/03/17/n_8380013.shtml

То, что сейчас вводятся социальные нормы (читай карточная система) только начало. Что будет дальше? Украина №2? Единственный цивилизованный выход – привести энергетические затраты к нулю. Такое возможно только через монотермическую установку. Тогда уровень развития страны будет определяться интеллектуальным потенциалом. А здесь нам равных нет.

14. А тем временем в Америке

<https://alternativenergy.ru/novosti-alternativnoy-energetiki/1155-metamaterial-kotoryy-sposoben-prevraschat-teplo-v-energiyu-v-lyuboe-vremya-sutok.html>

Дословно по ссылке:

“Наверняка, про фотоэлектрические элементы знают уже все. Но появилось кое-что новенькое – термофотоэлектрические элементы.

При генерации электроэнергии данные элементы пользуются теплом, которое поступает от инфракрасного излучения. Надо сказать, что такая выработка энергии куда более эффективна, чем солнечная. И еще один существенный плюс – функционирование панелей в темное время суток. Все это – метаматериал, который появился в одном из университетов Калифорнии. Он вполне может стать толчком к распространению и приобретению существенного значения термоэлектрическими элементами.

Один из главных исследователей Сергей Крук высказал мысль о том, что данный метаматериал вполне может дать немало преимуществ. Совместно с коллегой из Беркли он продолжает изучение данного вопроса. Исход – метаматериал, используемый в качестве эмиттера, дабы увеличить эффективность функционирования термофотоэлектрических элементов.

Стоит отметить эксклюзивные свойства метаматериала, которых больше нигде в природе не существует. Для его создания были использованы следующие компоненты:

- золото;
- фторид магния;
- нитрид магния.

В результате был получен такой материал, который приобретает необычный свет, когда на него воздействует инфракрасное излучение. Как говорит сам Крук, ячейки в их изобретении имеют больший потенциал, чем те, из которых состоят обычные солнечные панели. Метаматериал «одолевает» множество препятствий и раскрывает постепенно возможности термофотоэлектрических элементов.

Есть еще одно достоинство у проекта – нет необходимости в прямых лучах солнца. Это значит, что они несут пользу в любое время суток. Кроме этого, метаматериал очень маленький, т.е. он занимает незначительное место и условные «блоки» в большом количестве легко умещаются даже на поперечном сечении лески. Надо сказать, термофотоэлектрические элементы вполне могут внедряться в различные сферы, в том числе и в транспортные средства. Если их внедрить в двигатель, то тепло будет преобразовываться в энергию.

Ученые-авторы проекта полагают, что данная технология может стать предпосылкой для проектирования прогрессивных солнечных батарей”

15. Оглавление

| | |
|---|----|
| Аннотация. Что такое – «монотермическая установка..... | 2 |
| Практическая реализация монотермической установки..... | 7 |
| Методика расчёта КПД реального цикла..... | 12 |
| Глава I. СОВРЕМЕННАЯ ТЕРМОДИНАМИКА – ЖИВАЯ ТЕОРИЯ | |
| 1. Подмена понятия теплового двигателя..... | 17 |
| 2. Изотермический процесс..... | 19 |
| 3. Термический КПД..... | 19 |
| 4. Цикл Карно..... | 24 |
| 5. Циклы с обратимым химическим разложением - синтезом..... | 24 |
| 6. Второй закон термодинамики..... | 24 |
| 7. Теорема Карно..... | 34 |
| 8. Энтропия..... | 51 |
| 9. Эксергия..... | 58 |
| 10. Оценка эффективности монотермической установки..... | 58 |
| 11. Интересные эффекты от работы монотермической установки..... | 59 |
| 12. Выводы..... | 61 |
| 13. P.S..... | 62 |
| 14. А тем временем в Америке..... | 62 |
| 15. Оглавление..... | 64 |
| 16. Список использованной литературы..... | 65 |

16. Список использованной литературы

1. Путилов К.А. Термодинамика. — М.: Наука, 1971г
2. Андриющенко А.И Основы технической термодинамики реальных процессов. М.: Высш. шк., 1967
3. Базаров И.П. Термодинамика. Москва, Издательство «Высшая школа», 1991 г, 376стр.
4. Вукалович П.М., Новиков И.И. Термодинамика. М.: Машиностроение, 1972
5. Докторов А.Б., Бурштейн А.И. Термодинамика: Курс лекций/ Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2003. 82с..
6. Дзюбенко Б.В., Меснянкин С.Ю., Михайлова Т.В. Термодинамика. Часть 1. Основной курс. 2009Иноземцев Н.В. «Основы термодинамики и кинетики химических реакций».
7. Иноземцев Н.В. «Основы термодинамики и кинетики химических реакций», курс специальной термодинамики, издание академии, М., 1940.
8. Карминский В.Д. «Техническая термодинамика и теплопередача». Курс лекций. - М.:Маршрут, 2005. - 224с.
9. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. М.:Изд. "Наука", 1976., 480 с., ил.
10. Кириллин В.А., Сычёв В.В, Шейндин А.Е. Техническая термодинамика: Учебник для вузов/4-у изд. , перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. 416 с., ил.
11. Крутов В.И Техническая термодинамика: Учебник для вузов/Под ред. В.И. Крутова - 2-е изд., перераб. и доп. - М.:Высш. школа, 1981. - 493с.,ил.
12. Кубо Р. Термодинамика. М.: Мир, 1970
13. Кудинов В.А. Карташов Э.М. Техническая термодинамика. Учу пособие для вузов.М.:высш. школа, 2000. - 261 с.: ил.
14. Лашутина Н.Г Макашова О.В., Медведев Р.М. Техническая термодинамика с основами теплопередачи и гидравлики: Учб. пособие для учащихся техникумов по специальности "Холодильно-компрессорные машины и установки"/Л.:Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. - 336 с.:ил.
15. Леонова В.Ф. «Термодинамика».М.: 1968.

16. Микрюков В.Е. «Курс термодинамики», М.: 1960.
17. Нащёкин В.В. «Техническая термодинамика и теплопередача», уч. пособие для неэнергетических специальностей вузов. М.: "Высшая школа", 1975. 496 с. с ил.
18. Новиков И.И «Термодинамика», уч. пособие для студентов энергомашиностроительных и теплотехнических специальностей втузов. - М.: Машиностроение, 1984. - 592 с., ил.
19. Ноздрёв В.Ф. «Курс термодинамики», изд. "Просвещение". М.: 1968.
20. Пригожин И. Кондепкди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур: Пер. с англ. Данилова Ю.А. и Белого В.В. - М.: Мир, 2002ю - 461 с., ил.- (Лучший зарубежный учебник)
21. Радушкевич Л.В. «Курс термодинамики», Уч. пособие для студентов физ.-мат. фак-тов пединститутов. М., "Просвещение", 1971., 288 с., илл.
22. Ртищев А.С. «Теоретические основы гидравлики и теплотехники». Учебное пособие. - Ульяновск, УлГТУ, 2007. - 171 с.
23. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие: Для вузов. В 5 т. - Т.II. Термодинамика и молекулярная физика. — 5-е изд., испр. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 544 с.
24. Фейнман Р.Ф. Фейнмановские лекции по физике 3, 4. 3. Излучение волны кванты. 4. Кинетика, теплота, звук (3-е издание, 1976)

Любые вопросы присылать на e-mail: alex25011970@mail.ru

Инженер-конструктор
Яйли А.С.
г. Калининград