На главную
https:/www.ruslabor.ru/

НАПЁРСТНИЧЕСТВО В ТЕРМОДИНАМИКЕ

Филиппов Владимир Юрьевич, инженер
Москва, 15.04.2021, rusmetaphysics@gmail.com

Аннотация:

Напёрстничество в термодинамике, входящей в классические курсы физики, состоит в строгих выводах неизотермичности атмосферного воздуха в поле тяжести с одной стороны и в нарративной модели изотермичности с другой.

Приведена также авторская термодинамическая схема с выводом неизотермичности воздуха в поле тяжести как единственно возможное состояние не нарушающего закон сохранения энергии, и с показом что предположение изотермичности ведёт к нарушению закона сохранения энергии.

Из представленного ясно что нулевое начало термодинамики не распространяется на состояния в поле потенциальных сил и значит оказывается ограниченным второе начало термодинамики, и следовательно возможен монотемпературный вечный двигатель второго рода который при этом внутри своей схемы должен иметь двух-температурную тепловую машину, использующую естественную градиентность температуры тела в поле потенциальных сил.

Схема монотемпературного термоэлектронного полупроводникового преобразователя, использующего естественную градиентность скоростей электронов приведена в статье Демон Виноградова – Лукьянеца - Родионова – Филиппова: термоэлектронный полупроводниковый преобразователь.

Автор сохраняет уважение к учёным, способным написать полные курсы физики.

Содержание.

1. Нулевое или общее начало термодинамики

2. Второе начало термодинамики

3. Материалы курсов физики с цитатами строгого вывода неизотермичности (Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. и Сивухин Д.В.) и нарратива изотермичности (Сивухин Д.В. и Матвеев А.Н.).

3.1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. ГИДРОДИНАМИКА. Теоретическая физика: т.VI, стр. 22. [1]

3.2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика. Том I. Стр. 481, 482. [2]

3.3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика. Том I. Стр. 279. [3]

3.4. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. Стр. 81, 82. [4]

6. Французская академия наук

7. М. Дж. Клейн. Термодинамика в мышлении Эйнштейна

8. Заключение

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Нулевое или общее начало термодинамики.

Нулевое начало термодинамики (общее начало термодинамики) — **физический принцип, утверждающий, что вне зависимости от начального состояния системы в конце концов в ней при фиксированных внешних условиях установится термодинамическое равновесие, а также что все части системы при достижении термодинамического равновесия будут иметь одинаковую температуру.**

2. Второе начало термодинамики

Формулировки второго начала термодинамики

Формулировка Кельвина: ***невозможен циклический процесс, единственным результатом которого является производство работы A за счет уменьшения внутренней энергии U только одного теплового резервуара.***

Формулировка Оствальда: ***невозможен вечный двигатель второго рода.***

Вечный двигатель второго рода – это тепловая машина без низкотемпературного резервуара.

Формулировка Клаузиуса: ***теплота не может самопроизвольно переходить от тела менее нагретого к более нагретому.***

3. Материалы курсов физики с цитатами строгого вывода неизотермичности (Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. и Сивухин Д.В.) и нарратива изотермичности (Сивухин Д.В. и Матвеев А.Н.).

3.1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика т.VI.

§ 4. Условие отсутствия конвекции, стр. 22-24. [1]:

«Жидкость может находится в механическом равновесии (то есть в ней может отсутствовать макроскопическое движение), **не находясь при этом в тепловом равновесии**.

$$-\frac{dT}{dz} < \frac{g\beta T}{c_P}, \qquad (4,4)$$

где $\beta = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$ – температурный коэффициент расширения.

Если речь идёт о равновесии столба газа, который можно считать идеальным (в термодинамическом смысле слова), то $\beta T = 1$ и условие (4,4) принимает вид

$$-\frac{dT}{dz} < \frac{g}{c_P}. \qquad (4,5)$$

Конвекция наступает при нарушении этих условий, т.е. если температура падает по направлению снизу вверх, причём её градиент превышает по абсолютной величине указанное в (4,5. - 5) значение 1).

1) Для воды при 20°С значение в правой части (4,4) составляет около 1° на 6,7 км; для воздуха значение в правой части (4,5) составляет около 1° на 100 метров.»

3.2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика.

§ 121. Конвективная устойчивость жидкостей и газов, стр. 480 - 482:

«Воспользовавшись термодинамическими соотношениями (120.3) и уравнением гидростатики dP/dz = — ρg = — g/υ, получим

$$\left(\frac{dT}{dz}\right)_{\text{ад}} = -\frac{gT}{vc_P}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P . \qquad (121.4)$$

4. Для воздуха, если его рассматривать как идеальный газ, объем v пропорционален температуре T (при P = const), а потому $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P = \frac{v}{T}$. Это даёт

$$\left(\frac{dT}{dz}\right)_{\text{ад}} = -\frac{g}{c_P} . \qquad (121.5)$$

Считая воздух двухатомным газом, имеем по классической теории теплоемкостей $c_P = \frac{7}{2}\frac{R}{\mu}$, где μ - средний молекулярный вес воздуха (μ ≈ 28,8). Подстановка численных значений даёт

$$\left(\frac{dT}{dz}\right)_{\text{ад}} = -\frac{2\mu g}{7R} = -9,7\cdot 10^{-5}\ \frac{K}{\text{см}} \approx -10^{-2}\frac{K}{\text{м}} .$$

Если температура воздуха повышается с высотой, то атмосфера в механическом отношении устойчива. **<u>Но устойчивое равновесие возможно и тогда, когда с высотой температура воздуха понижается.</u>** Однако это понижение не может превосходить примерно одного градуса на каждые сто метров высоты.»

3.3. <u>Сивухин Д.В. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика.</u>

§ 77. Закон распределения Больцмана, стр. 279, 280:

«7. В заключение отметим еще один момент. Молекулы воздуха в земной атмосфере движутся вверх с уменьшающимися скоростями, а движущиеся вниз увеличивают свои скорости под действием силы тяжести. Отсюда делали неправильный вывод, что средние скорости молекул наверху, а с ними и температура воздуха должны быть меньше, чем внизу. Но этот парадоксальный вывод находится в противоречии с термодинамикой. Парадокс был разъяснен уже самим Максвеллом. Суть дела заключается в том, что при движении вверх молекулы действительно замедляются, но при этом наиболее медленные молекулы выбывают из пучка. При движении вниз, наоборот, молекулы не только ускоряются, но одновременно пучок пополняется более медленными молекулами. В результате средняя скорость теплового движения молекул остается неизменней. Сила тяжести, как уже отмечалось в пункте 3, меняет лишь концентрацию молекул на разных высотах, но не температуру газа. **И закон изменения этой концентрации как раз и выводится из требования, чтобы <u>температура оставалась одной и той же на всех высотах</u>**. Следующее сравнение, принадлежащее Г. А. Лоренцу (1853—1928), может служить для разъяснения вопроса. Пусть имеются два города А и В, причем числу жителей определенного возраста города А соответствует удвоенное число жителей того

же возраста города В. Ясно, что средний возраст жителей в обоих городах будет один и тот же.»

3.4. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. Распределение Больцмана. § 9, стр. 81, 82:

«Связь распределений Максвелла и Больцмана. Распределения Максвелла и Больцмана являются составными частями распределения Гиббса. Температура определяется средней кинетической энергией. Поэтому возникает вопрос, почему в потенциальном поле температура постоянная, хотя по закону сохранения энергии при изменении потенциальной энергии частиц должна также изменяться их кинетическая энергия, а следовательно, как кажется на первый взгляд, и их температура. **Другими словами, почему в поле тяжести при движении частиц вверх у всех них кинетическая энергия уменьшается, а температура остается постоянной, т. е. остается постоянной их средняя кинетическая энергия, а при движении частиц вниз энергия всех частиц увеличивается, а средняя энергия остается постоянной?**

1. При подъеме частиц в поле тяжести их кинетическая энергия уменьшается. Почему при этом температура в поле тяжести в состоянии равновесия не зависит от высоты?

2. Каким образом распределение Больцмана применяется к смеси газов?

3. Как распределения Больцмана и Максвелла связаны между собой?

1. Статистический метод

Это объясняется тем, что при подъеме из потока частиц выбывают наиболее медленные, т. е. «наиболее холодные». Поэтому расчет средней энергии ведется по меньшему числу частиц, которые на исходной высоте были в среднем «более горячими». **Иначе говоря, если с нулевой высоты на высоту h прибыло какое-то число частиц, то их средняя энергия на высоте h равна средней энергии всех частиц на нулевой высоте, часть которых не смогла достигнуть высоты h из-за малости кинетической энергии.** Однако если на нулевой высоте рассчитать среднюю энергию частиц, достигших высоты h, то она больше средней энергии всех частиц на нулевой высоте. Поэтому можно сказать, что средняя энергия частиц на высоте h действительно уменьшилась и в этом смысле они «охладились» при подъеме. **Однако средняя энергия всех частиц на нулевой высоте и высоте h одинакова, т. е. и температура одинакова.** С другой стороны, уменьшение плотности частиц с высотой также является следствием выбывания частиц из потока.

Поэтому закон сохранения энергии при подъеме частиц на высоту приводит к уменьшению их кинетических энергий и выбыванию частиц из потока. Благодаря этому, с одной стороны, плотность частиц с высотой уменьшается, а с другой стороны, их средняя кинетическая энергия сохраняется, несмотря на то что кинетическая энергия каждой из частиц убывает. Это можно подтвердить прямым расчетом, который рекомендуется проделать в качестве упражнения.»

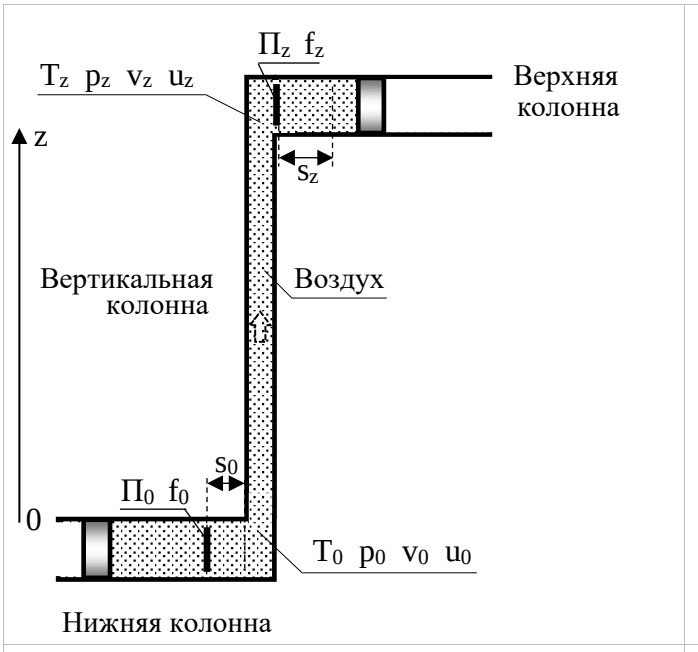
(Раздела гидравлики и гидростатики у Матвеева не обнаружен)

4. Филиппов В.Ю. Проталкивание воздуха наверх в поле тяжести, показывающее неизотермичность воздуха по высоте:

«Схема квазистатического проталкивания воздуха наверх в вертикальной адиабатической колонне дана на Рисунке 1 и Рисунке 2.

Проталкивание воздуха наверх в термодинамике потока [1].

Задача – найти выражение для градиента температуры $\frac{\Delta T}{\Delta Z}$



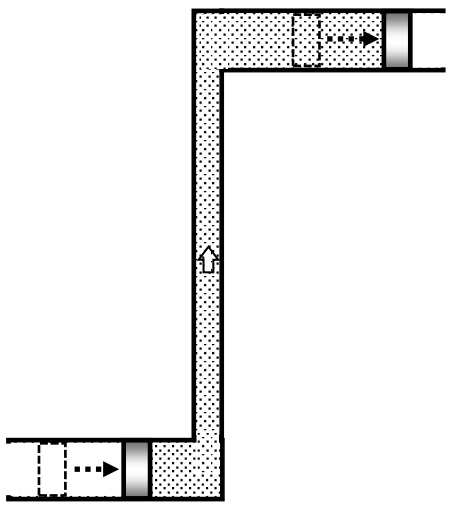


Рисунок 1.
Исходное состояние.
Работа над внешним объектом в вертикальной колонне не совершается ($l_{тех} = 0$).
Удельная работа проталкивания $l_{прот}$ через вертикальную колонну определяется через действие на условные невесомые пластины $П_0$ и $П_z$, площадью f_0 и f_z и перемещения s_0 и s_z

Рисунок 2.
Положение в квазистатическом процессе проталкивания воздуха наверх.

Первый закон термодинамики для потока (в нашем случае для вертикальной колонны)

$$q = \Delta u + l_{прот} + l_{тех} + \Delta e_{кин} + \Delta e_{пот} \qquad (1)$$

где:

q – удельная теплота, Дж/кг;

Δu – изменение удельной внутренней тепловой энергии, Дж/кг. $\Delta u = c_v (T_z - T_0)$;

$l_{прот}$ – удельная работа потока против внешних сил, то есть работа проталкивания, состоящая из разности работ выталкивания и вталкивания, Дж/кг,
$l_{прот} = l_{выталк} - l_{вталк} = p_z f_z s_z - p_0 f_0 s_0 = p_z v_z - p_0 v_0 = RT_z - RT_0 = R(T_z - T_0)$;

$l_{тех}$ – удельная техническая работа над внешним объектом, Дж/кг, $l_{тех} = 0$;

$\Delta e_{кин}$ – изменение удельной кинетической энергии, Дж/кг, $\Delta e_{кин} = 0$ для квазистатического процесса;

$\Delta e_{пот}$ – изменение удельной потенциальной энергии, Дж/кг. $\Delta e_{пот} = g\Delta z$.

С учётом найденных выражений и запишем уравнение (1)

$$q = c_v (T_z - T_0) + R(T_z - T_0) + g\Delta z \qquad (2)$$

С учётом $q = 0$ и уравнения Майера $c_p = c_v + R$ получаем

$$c_p (T_z - T_0) = -g\Delta z \qquad (3)$$

$$T_z - T_0 = \Delta T$$

Тогда искомое выражение для градиента температуры

$$\frac{\Delta T}{\Delta z} = -\frac{g}{c_p} \qquad (4)$$

и

$$\frac{dT}{dz} = -\frac{g}{c_p} \qquad (5)$$

В предположении изотермичности воздуха в поле тяжести ($T_0 = T_z$ и $\Delta T = 0$) в уравнении (3) получаем

$$0 = -g\Delta z$$

что противоречит закону сохранения энергии, так как работа проталкивания не ведёт к увеличению потенциальной энергии и значит воздух не может быть изотермичным по высоте в поле тяжести.»

5. Большая советская энциклопедия. Тепловая смерть Вселенной

Теплова́я смерть Вселенной («Теплова́я смерть» Вселе́нной,) ошибочный вывод о том, что все виды энергии во Вселенной в конце концов должны перейти в энергию теплового движения, которая равномерно распределится по веществу Вселенной, после чего в ней прекратятся все макроскопические процессы. Этот вывод был сформулирован Р. Клаузиусом (1865) на основе второго начала термодинамики (См. Второе начало термодинамики). Согласно второму началу, любая физическая система, не обменивающаяся энергией с другими системами (для Вселенной в целом такой обмен, очевидно, исключен), стремится к наиболее вероятному равновесному состоянию — к так называемому состоянию с максимумом энтропии (См. Энтропия). Такое состояние соответствовало бы «Т. с.» В. Ещё до создания современной космологии (См. Космология) были сделаны многочисленные попытки опровергнуть вывод о «Т. с.» В. Наиболее известна из них флуктуационная гипотеза Л. Больцмана (1872), согласно которой Вселенная извечно пребывает в равновесном изотермическом состоянии, но по закону случая то в одном, то в другом её месте иногда происходят отклонения от этого состояния; они происходят тем реже, чем большую область захватывают и чем значительнее степень отклонения. Современной космологией установлено, что ошибочен не только вывод о «Т. с.» В., но ошибочны и ранние попытки его опровержения. Связано это с тем, что не принимались во внимание существенные физические факторы и прежде всего Тяготение. **С учётом тяготения однородное изотермическое распределение вещества вовсе не является наиболее вероятным и не соответствует максимуму энтропии.** Наблюдения показывают, что Вселенная резко нестационарна. Она расширяется, и почти однородное в начале расширения вещество в дальнейшем под действием сил тяготения распадается на отдельные объекты, образуются скопления галактик, галактики, звёзды, планеты. Все эти процессы естественны, идут с ростом энтропии и не требуют нарушения законов термодинамики. Они и в будущем с учётом тяготения не приведут к однородному изотермическому состоянию Вселенной — к «Т. с.» В. Вселенная всегда нестатична и непрерывно эволюционирует. Лит.: Зельдович Я. Б., Новиков И. Д., Строение и эволюция Вселенной, М.,1975. И. Д. Новиков.

6. Французская академия наук:

«Почему французские академики в 1775 году отказалась рассматривать проекты вечного двигателя?

Вечным двигателем, или перпетуум-мобиле (лат. perpetuum mobile – вечное движение), принято называть воображаемую машину, которая, будучи раз пущена в ход, совершала бы работу неограниченно долгое время, не заимствуя энергии извне. Вечный двигатель противоречит закону сохранения и превращения энергии (возможность работы такой машины неограниченное время означала бы получение

энергии из ничего) и потому неосуществим. Первые проекты вечного двигателя относятся к XIII веку (Виллар д'Оннекур, 1245, Англия; Пьер де Марикур, 1269, Франция). Широкую популярность идея вечного двигателя получила в XVI–XVII веках, в эпоху перехода к машинному производству; до XIX века количество проектов вечного двигателя неуклонно возрастало. Идея создания вечного двигателя занимала не только фантазеров-самоучек, мало знакомых с основами физики, но и некоторых ученых. К концу XVIII века вследствие бесплодности многовековых попыток осуществления вечного двигателя среди ученых укрепилось убеждение в невозможности его создания, и с 1775 года французские академики отказались рассматривать проекты вечного двигателя. Теоретически принципиальная неосуществимость вечного двигателя была доказана лишь в середине XIX века – с установлением закона сохранения энергии. Несмотря на это, тщетные попытки создания вечного двигателя предпринимались малосведущими изобретателями и в последующее время.»

7. М. Дж. Клейн. Термодинамика в мышлении Эйнштейна

Эйнштейновский сборник 1978-1979. М.: Наука, 1983. 150-172 С.

Образцом, который Эйнштейн был готов принять в качестве такого формального принципа, были законы термодинамики. Термодинамика не делает никаких прямых утверждений о строении материи, скорее она дает систематический ответ на вопрос: «**Каковы должны быть законы природы, чтобы нельзя было построить вечный двигатель?**» [1, с. 549]. В том же духе Эйнштейн поставил вопрос «Каковы должны быть законы природы, чтобы не существовали особо привилегированные наблюдатели?» Или, другими словами, пусть уравнения Максвелла спраедливы. К чему в таком случае приведет предположение об эквивалентности наблюдателей, находящихся в состоянии равномерного относительного движения? Ответом на этот вопрос явились анализ одновременности, преобразования Лоренца и вся структура специальной теории относительности.

Затем Эйнштейн проиллюстрировал сказанное, пояснив, как можно проанализировать движение быстрых электронов, используя известные законы движения медленных частиц и релятивистские правила преобразований для кинематических параметров и электромагнитных полей. «Таким образом, — отметил он в заключение, — мы здесь ни в коей мере не имеем дело с «системой», в которой частные законы неявно содержатся и из которой они могут быть получены одной лишь дедукцией, скорее, речь идет только о принципе, который позволяет нам свести определенные законы к другим, **аналогично второму закону термодинамики**».

8. Заключение

8.1. В курсе физики Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшица строго выводится неизотермичность газа и жидкости в поле тяжести $-\frac{dT}{dz} < \frac{g}{c_P}$ без напёрстничества с противоположным выводом изотермичности.

«Жидкость может находится в механическом равновесии (то есть в ней может отсутствовать макроскопическое движение), ***не находясь при этом в тепловом равновесии****…».*

Этот вывод в какой-то степени подрывает полученный строгий результат неизотермичности возможным предположением что отсутствие теплового равновесия приведёт к выравниванию температуры теплопроводностью. Но строгость полученной финишной формулы как раз соответствует тепловому равновесию в поле тяжести.

8.2. В курсе физики Сивухина Д.В. сначала нарративом, без строгого вывода с математическим сопровождением, говорится об изотермичности газа в поле тяжести и затем строго выводится противоположное - неизотермичность газа в поле тяжести

$$\left(\frac{dT}{dz}\right)_{\text{ад}} = -\frac{g}{c_P}.$$

«Если температура воздуха повышается с высотой, то атмосфера в механическом отношении устойчива. ***Но устойчивое равновесие возможно и тогда, когда с высотой температура воздуха понижается.*** *Однако это понижение не может превосходить примерно одного градуса на каждые сто метров высоты.»*

Автор не говорит об отсутствии теплового равновесия, понимая что строго полученная им финишная формула неизотермичности соответствует тепловому равновесию в поле тяжести.

8.3. В курсе физики А.Н. Матвеева нарративом, без математического сопровождения, говорится об изотермичности газа в поле тяжести и отсутствует раздел гидростатики. Студентам предлагается: «Это можно подтвердить прямым расчетом, который рекомендуется проделать в качестве упражнения.»

Расчёты в таком фундаментальном вопросе нужно делать автору учебника.

8.4. Альберт Эйнштейн по всей видимости не смог преодолеть гнёт запрета французской академии наук вечного двигателя и пошёл на поводу тренда:

*« …Термодинамика не делает никаких прямых утверждений о строении материи, скорее она дает систематический ответ на вопрос: «****Каковы должны быть законы природы, чтобы нельзя было построить вечный двигатель?****»*

Это волюнтаризм.

8.5. Выводы полученные в:

4. Филиппов В.Ю. Проталкивание воздуха наверх в поле тяжести

5. **Большая советская энциклопедия. Тепловая смерть Вселенной**, -

однозначно показывают несостоятельность Нулевого закона термодинамики в поле тяжести, а значит и Второго начала термодинамики в том же поле.

Эти выводы сделаны без маскировки условиями возникновения конвекции, а напрямую по критерию закона сохранения энергии (Филиппов В.Ю.).

8.6. **Вечный двигатель второго рода возможен «**как *циклический процесс, единственным результатом которого является производство работы A за счет уменьшения внутренней энергии U только одного теплового резервуара»*.

Такая возможность обеспечивается неизотермичностью (градиентностью) температур тел в поле тяжести или в общем виде - в поле потенциальных сил.

Принципиальная схема вечного двигателя второго рода для газа в поле тяжести приведена в короткой статье Необходимость встроенной тепловой машины с горячим и холодным источниками в схеме монотемпературного вечного двигателя второго рода.

Схема монотемпературного термоэлектронного полупроводникового преобразователя, использующего естественную градиентность скоростей электронов

приведена в статье Демон Виноградова – Лукьянеца - Родионова – Филиппова: термоэлектронный полупроводниковый преобразователь.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. ГИДРОДИНАМИКА. Теоретическая физика: т.VI, стр. 22. [1]

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика. Том I. Стр. 481, 482. [2]

3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. Стр. 81, 82. [3]

4. Большая советская энциклопедия. Тепловая смерть Вселенной.

5. Французская академия наук. http://www.peterlife.ru/funoffice/superpuper/272177.html

6. М. Дж. Клейн. Термодинамика в мышлении Эйнштейна. Эйнштейновский сборник 1978-1979. М.: Наука, 1983. 150-172 С. http://alexandr4784.narod.ru/klein.htm

7. Мурзаков В.В. Основы технической термодинамики. М., «Энергия», 1973. https://www.studmed.ru/murzakov-v-v-osnovy-tehnicheskoy-termodinamiki_5f129d82850.html