**13. Второе начало термодинамики. Принцип работы тепловой машины. Цикл Карно. КПД теплового двигателя.**

**Второе начало термодинамики (ВНТ)**

Выражая всеобщий закон сохранения и превращения энергии, первое начало термодинамики (ПНТ) не позволяет определить направление протекания процессов. Действительно, процесс самопроизвольной передачи теплоты от холодного тела к горячему не противоречит ПНТ, если только уменьшение внутренней энергии холодного тела равно энергии, полученной горячим телом. Однако, опыты показывают, что такой процесс не происходит (раскаленный кусок железа, опущенный в воду, не нагревается за счет охлаждения воды).

Обобщение огромного экспериментального материала привело к необходимости формулирования второго, третьего и нулевого начал термодинамики.

ВНТ в отличие от ПНТ не является всеобщим законом природы. Оно справедливо только по отношению к термодинамическим системам. Существует несколько эквивалентных формулировок ВНТ:

*1. Невозможен процесс, единственным результатом которого является передача теплоты от холодного тела к горячему (формулировка Клаузиуса).*

*2. Невозможен процесс, единственным результатом которого является совершение работы за счет охлаждения одного тела (формулировка Томсон).* Соответственно этой формулировке была доказана невозможность вечного двигателя второго рода, который целиком превращал бы в работу теплоту, извлекаемую из окружающих тел (океана, атмосферного воздуха и др.) Согласно формуле (24) для него было бы *Q2*=0, *A*=*Q1*, *η*=1. Таким образом, это невозможно. Заметим, что ПНТ не противоречило бы создание такого двигателя.

*3. Энтропия изолированной системы не может убывать при любых происходящих в ней процессах, т.е. dS≥0,* где знак равенства относится к обратимым процессам, а знак больше – к необратимым процессам.(Формулировка Клаузиуса, 1865 г.) В 1876 г. Клаузиус дал наиболее общую формулировку ВНТ: *при реальных (необратимых) адиабатических процессах dS>0, т.е. энтропия возрастает, достигая максимального значения в состоянии равновесия.*

Формула Больцмана (31) *S=k*ln*W* позволяет дать статистическое истолкование третьей формулировки ВНТ: *Термодинамическая вероятность W состояния изолированной системы при всех происходящих в ней процессах не может убывать.*

Итак, ВНТ является статистическим законом.

Оно выражает необходимые закономерности хаотического движения *большого* числа частиц, входящих в состав изолированной системы.

**Цикл Карно**

В 1824 г. французский физик и инженер Н. Карно (1796-1832) опубликовал единственную работу, в которой теоретически проанализировал обратимый наиболее экономичный цикл, состоящий из двух изотерм и двух адиабат. Его называют циклом Карно, в котором в качестве рабочего тела используют идеальный газ, заключенный в сосуд с подвижным поршнем.

Цикл Карно изображен на рис.8, где изотермическое расширение и сжатие заданы соответственно кривыми 1-2 и 3-4, адиабатическое расширение и сжатие – кривыми 2-3 и 4-1.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Согласно (23) КПД цикла Карно *η=А/Q=( Q1-Q2)/ Q1= 1- Q2/Q1*, где Q1- количество теплоты, полученное газом от нагревателя, температура которого *Т1, Q2-* количетво теплоты, отданное газом холодильнику, температура которого *Т2*. Карно показал, что для такого цикла  *η=(Q1-Q2)/Q1=(Т1-Т2)/Т1=1-Т2/Т1*, (24)  т.е. КПД определяется только температурами нагревателя и холодильника. Карно предположил, что этот результат справедлив для *любых* термодинамических систем. |

Обратный цикл Карно положен в основу действия тепловых насосов. Тепловые насосы должны как можно больше тепловой энергии отдавать горячему телу, например системе отопления. Большая часть этой энергии отбирается от окружающей среды с низкой температурой и меньшая часть – получается за счет механической работы, производимой, например компрессором.

**Принцип работы тепловой машины.**

Тепловой машиной называется циклическое устройство, превращающее теплоту, выделенную при сжигании топлива, в работу.

Элементы тепловой машины:

-Нагреватель

-Рабочее вещество

-Холодильник

На примере цилиндра автомобиля - происходит нагревание воздуха, повышение температуры воздуха, это вызывает поступательное движение поршня. Движущийся поршень приводит во вращение коленчатый вал, а далее через систему зубчатых передач вращательное движение передаётся колёсам.

КПД-Это работы машины к затраченной энергии.

=A/Q, =Q1-Q2/Q1

Рабочее вещество идеальной тепловой машины совершает цикл Карно.

Вывод фор-ы Карно:

S(12) ==1/Tн \* Qн

Qн= S(12)\*Tн

-Qх=S(34)\*Tх

S(34)=-S(12)Qх= Tх\*S(12) ;=