

Лекция 13. Второе начало термодинамики. Тепловые и холодильные машины.

Цикл, совершаемый идеальным газом можно разбить на процессы расширения и сжатия.

Работа расширения положительна ($\delta V > 0$)

Прямой цикл: $A = \int P \delta V > 0$;

Обратный цикл: $A = \int P \delta V < 0$;



Работа A в круговом процессе равна площади фигуры $abcd$.

В результате кругового процесса система возвращается в исход. состояние и, след., полная изм. внут. эн-ии газа равно нулю: $\delta U = 0$

Тогда первое начало термодинамики для кругового процесса имеет вид $Q = \delta U + A = A$

1. Начало термодинамики

Термический коэффициент полезного действия (КПД) для кругового процесса:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Все термодинамические процессы, в т.ч. и круговые, делят на 2 группы: обратимые и необратимые

Процесс наз. обратимым, если он протекает так медленно, что после окончания процесса он может быть проведен в обр. направлении через все те же промежуточные состояния, что и прямой процесс.

Свойства обратимости обладают только равновесные процессы. (процесс адиабатического расширения / сжатия газа)

- Тепловой машиной наз. периодический действ. двигатель, сов. работу за счет падающего извне тепла.

Второе начало термодинамики

Формулировка 1:

Клаузиус: невозможен самопроизвольный переход тепла от менее к более нагретому телу, или невозможен процесс, единственным конечным результатом которого был бы переход тепла от менее нагретому к более нагретому телу.

Формулировка 2:

Кельвин: невозможны процессы, единственным конечным результатом которых было бы превращение тепла целиком в работу.

Теорема Карно

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

КПД обратимых двигателей, работающих по циклу Карно, зависит только от T_1 и T_2 температур - нагревателя и холодильника, но не зависит ни от устройства двигателя, ни от рода рабочего вещества.

Холодильная машина - машина, работающая по обратному циклу Карно.

Тепловой насос

$$\eta_{\text{ТН}} = \frac{Q_1'}{A'} = \frac{Q_1'}{Q_1' - Q_2} = \frac{-Q_1}{-A} = \frac{1}{\eta}$$

Термодинамическая энтропия

$$dS = \frac{d'Q}{T}$$

энтропия, такая же ф-я состояния как температура, внут. энергия или давление. Полученное системой тепло Q зависит от процесса перехода из нач. состояния в конечное, приращение же энтропии ΔS совершенно не зависит от процесса, а только от начального и конечного состояний

Свойства энтропии

1. энтропия - ф-я состояния
адиабата - это одновременно и изэнтропна.
2. энтропия - величина аддитивная.
3. энтропия замкнутой (т.е. теплоизолированной) макросистемы не уменьшается - она либо возрастает, либо остается постоянной.

Принцип возрастания энтропии замкнутых систем представляет собой еще одну формулировку второго начала термодинамики.