

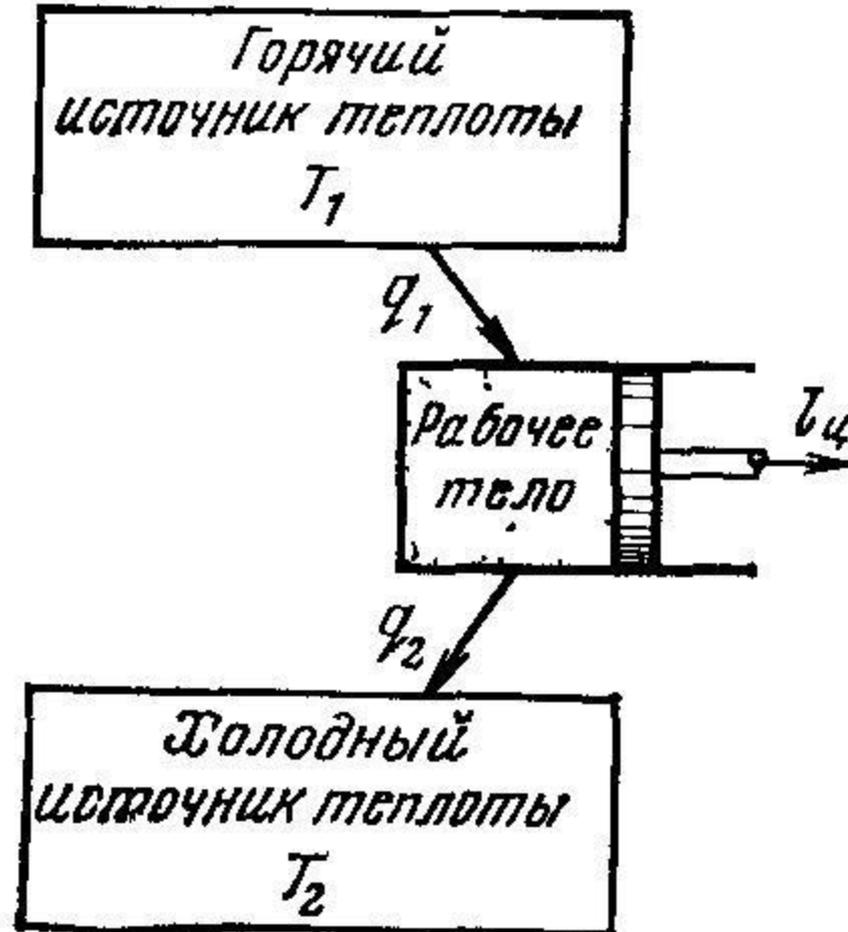
Термодинамика и теплопередача

**Второй закон термодинамики
Обратимые и необратимые
процессы
Энтропия**

Постулаты второго начала термодинамики:

- 1. Тепло не может переходить от холодного тела к теплему без компенсации (Клаузиус);
- 2. Природа стремится к переходу от менее вероятных состояний к более вероятным (Больцман);
- 3. Осуществление вечного двигателя второго рода невозможно (Клаузиус);
- 4. Невозможно осуществление цикла теплового двигателя без переноса некоторого количества теплоты от источника тепла с более высокой температурой к источнику с более низкой температурой (Томпсон).

Термодинамическая схема теплового двигателя



- В тепловом двигателе всегда должно выполняться неравенство: $L \leq Q_1$

- По первому закону термодинамики:

$$L = Q_1 - Q_2$$

- Поэтому в тепловых двигателях какой бы конструкции они не были всегда должно выполняться неравенство:

$$Q_2 \geq 0$$

Термический коэффициент полезного действия:

$$\eta_t = \frac{L}{Q_1} \leq 1$$

$$\eta_t = \frac{l_u}{q_1} = \frac{(q_1 - q_2)}{q_1}$$

Т.о. термический кпд теплового двигателя всегда должен быть меньше единицы. Так же кпд можно рассчитать:

$$\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1} \leq 1$$

Энтропия

- Уравнение изменения параметров идеального газа в равновесных процессах:

$$\frac{\delta q}{T} = \frac{c_v dT + p dv}{T} = c_v \frac{dT}{T} + R \frac{dv}{v}$$

$$ds = \delta q / T$$

- S – энтропия [Дж/К];
- s – удельная энтропия [Дж/кг*К].

- Энтропия как функция состояния может быть представлена в виде функции любых двух параметров состояния:

$$s = \xi_1(p, v)$$

$$s = \xi_2(p, T)$$

$$s = \xi_3(v, T)$$

- Уравнение, связывающее энтропию с другими параметрами, записывают в виде:

$$Tds = du + pdv = dh - vdp$$

- Значение энтропии для заданного состояния определяется:

$$s = \int \frac{\delta q}{T} + s_0$$

- В технической термодинамике используют как правило не абсолютное значение энтропии, а ее изменение в каком либо процессе:

$$\Delta s = s_2 - s_1 = \int_1^2 \frac{\delta q}{T}$$

- Получим формулы позволяющие вычислить изменение энтропии идеального газа:

$$s_2 - s_1 = c_p \ln(T_2 / T_1) - R \ln(p_2 / p_1)$$

$$s_2 - s_1 = c_v \ln(p_2 / p_1) - c_p \ln(v_2 / v_1)$$

Графическое изображение теплоты в TS - диаграмме

- В равновесном процессе:

$$\delta q = T ds$$

$$q = \int_1^2 T ds$$

