

Цикл Карно

Вывод КПД:

$$1-2, 3-4: T_{1,3} = const$$

$$2-3, 4-1: \delta Q = 0$$

$$1-2: Q^+ = \nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$3-4: Q^- = \nu RT_2 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$\begin{cases} 4-1 : T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_4^{\gamma-1} \\ 2-3 : T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1} \end{cases} \implies \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma-1}$$

$$\eta = 1 - \frac{\nu RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4}}{\nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\eta = 1 + \underbrace{\frac{Q^-}{Q^+}}_{T_1 = -T_2 \frac{Q^+}{Q^-}} = 1 - \frac{T_2}{T_1} - \text{это даёт нам абсолютную термодинамическую шкалу, то есть цикл Карно можно}$$

использовать для определения температуры

Холодильная машина

Мы поменяли местами Q^+ и Q^- (1-2: Q^- ; 3-4: Q^+)

$$\text{Кпд: } \eta = \frac{Q^+}{|A|}; \quad Q^+ = \nu RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4}; \quad Q^- = -\nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \implies$$

$$\eta = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \text{коэффициент для холодильной машины}$$

$$\text{Связь кпд холодильника и кпд тепловой машины: } \eta_x = \frac{1 - \eta_{\text{тд}}}{\eta_{\text{тд}}}$$

Тепловой отсос

Машина, переносящая тепловую энергию от более холодного тела к более горячему

$$\text{Коэффициент трансформации энергии: } \eta_{\text{тр}} = [\text{Для цикла Карно}] = \frac{Q^-}{A} = \frac{-T_1}{T_2 - T_1} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$

$$\text{Связь с тепловым двигателем: } \eta_{\text{тр}} = \frac{1}{\eta_{\text{тд}}}$$

Цикл стирлинга

Состоит из: 2 изотермических и 2 изохорических процесса

КПД меньше, чем у цикла Карно, но зато он легче в конструкции и надёжный

$$\eta = \frac{Q^+ - Q^-}{Q^+} = \frac{T_1 - T_2}{T_1 + \frac{C_V(T_1 - T_2)}{R \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)}}$$

$$\text{Вывод: } \begin{cases} 4-1-2 : Q^+ = \nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} + \nu C_V(T_1 - T_2) \\ 2-3-4 : Q^- = -\nu RT_2 \ln \frac{V_2}{V_1} - \nu C_V(T_1 - T_2) \end{cases}, \text{дальше просто}$$

Преимущества: Бесшумен, не имеет выхлопа, может работать при малой разнице температур, не расходует рабочее тепло

Двигатели внутреннего сгорания

Цикл Отто

Цикл Дизеля

Теоремы Карно

1. КПД любой обратимой машины Карно зависит только от температур (не зависит от рабочего тела и конструктивных деталей двигателя)
2. КПД Необратимой машины Карно не может быть больше КПД обратимой машиной, если используются одинаковые нагреватель и холодильник

АХАХАХХА, ОН ВТОРУЮ ПОЛОВИНУ ЛЕКЦИИ НАМ ЮТУБЧИК ПОКАЗЫВАЛ