

КПД ТЕПЛОВЫХ МАШИН.

КПД теплового двигателя(η) равно отношению полезной работы($A_{\text{п}}$) совершенной двигателем к количеству теплоты полученное от нагревателя($Q_{\text{н}}$).

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{Q_{\text{н}}}$$

$$A_{\text{п}} = Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}$$

$Q_{\text{х}}$ — теплота отданная холодильнику.

$$\eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}$$

Это уравнение удобно использовать для анализа задач

Для нахождения максимального КПД, КПД цикла Карно или КПД идеальной тепловой машины используют следующие формулы:

$$\eta_{\text{max}} = \frac{T_{\text{н}} - T_{\text{х}}}{T_{\text{н}}}$$

$$\eta_{\text{max}} = 1 - \frac{T_{\text{х}}}{T_{\text{н}}}$$

Это уравнение удобно использовать для анализа задач

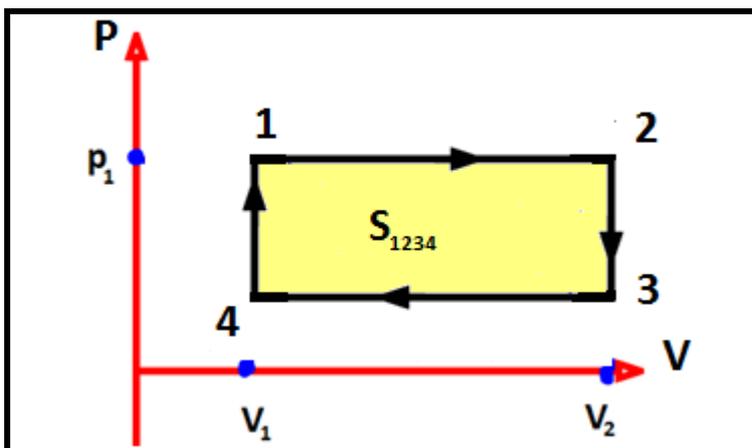
$T_{\text{н}}$ — температура нагревателя,
 $T_{\text{х}}$ — температура холодильника.

ВАЖНО!!! ЗАПОМНИТЬ!!!

- 1) КПД измеряют в процентах или долях. Например, 60% это тоже самое, что и 0.6 в долях.
- 2) Все формулы представленные в этой теме находят КПД в долях. Если необходимо получить в процентах, то просто нужно КПД в долях умножить на 100%.
- 3) Если необходимо найти КПД для цикла то $T_{\text{н}}$ и $T_{\text{х}}$ — **наибольшая и наименьшая температуры в этом цикле.**

ПОЛЕЗНАЯ РАБОТА ЗА ЦИКЛ

Полезную работу за цикл находят как площадь фигуры ограниченную этим циклическим процессом.



$$A_{\text{п}} = S_{1234}$$
$$S_{1234} = (p_1 - p_4) * (V_2 - V_1)$$

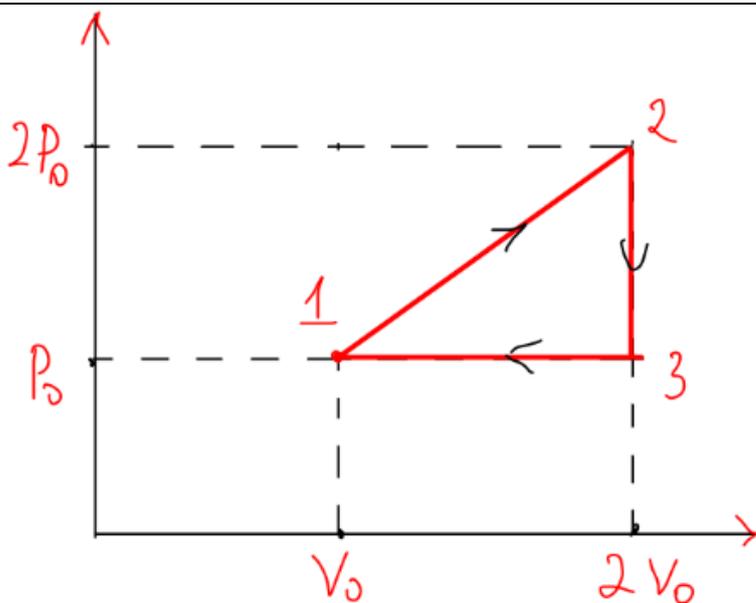
Q_H — это теплота полученная газом от нагревателя (например сгоревшего топлива). То есть для газа это положительная теплота.

$Q > 0$ когда $\Delta U + A > 0$ то есть когда $\Delta T \geq 0$ и $\Delta V \geq 0$.

Q_x — это теплота отданная газом холодильнику (например окружающей среде). То есть для газа это отрицательная теплота.

$Q < 0$ когда $\Delta U + A < 0$ то есть когда $\Delta T \leq 0$ и $\Delta V \leq 0$.

ПРИМЕР



1-2 $Q_{12} > 0$

1) $\Delta V_{12} > 0$ тогда $\Delta A_{12} > 0$

2) $\Delta T_{12} > 0$ так как процесс **общий** $\frac{pV}{T} = const$ и P растет и V растет, тогда и T должна расти.

2-3 $Q_{23} < 0$

1) $\Delta V_{12} = 0$ тогда $\Delta A_{12} = 0$

2) $\Delta T_{12} < 0$ так как процесс **изохорный** $\frac{p}{T} = const$ и P убывает, тогда и T должна убывать.

3-1 $Q_{31} < 0$

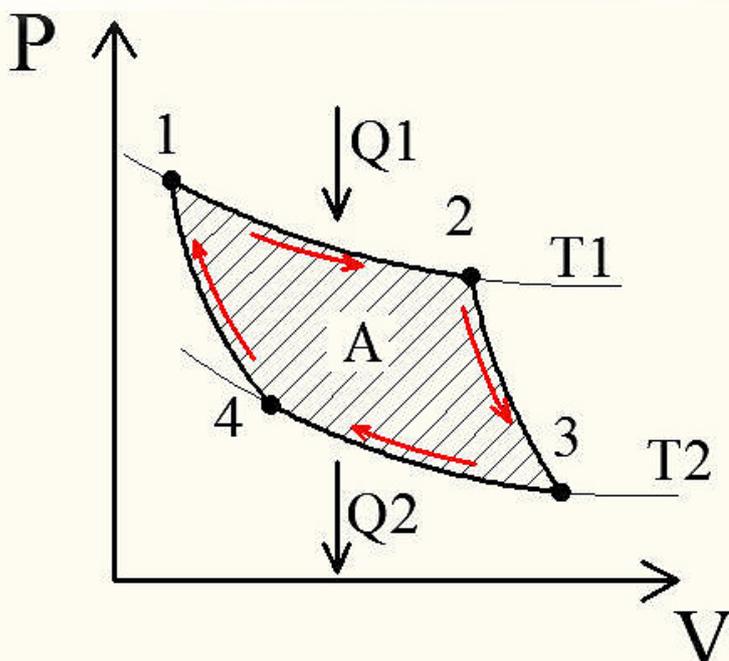
1) $\Delta V_{12} < 0$ тогда $\Delta A_{12} < 0$

2) $\Delta T_{12} < 0$ так как процесс **изобарный** $\frac{V}{T} = const$ и V убывает, тогда и T должна убывать.

$$Q_H = Q_{12}$$

$$Q_x = Q_{23} + Q_{31}$$

ЦИКЛ КАРНО.



(1-2) - изотермический процесс - происходит передача рабочему телу теплоты Q_1 от нагревателя, причем эта теплота передается бесконечно медленно, при практически нулевой разнице температуры между нагревателем и рабочим телом. При этом увеличивается объем рабочего тела.

(2-3) - адиабатическое расширение - рабочее тело продолжает расширяться без теплообмена с окружающей средой. Его температура уменьшается до температуры T_2 .

(3-4) - изотермический процесс - рабочее тело сжимается и холодильник забирает у него теплоту Q_2 .

(4-1) - адиабатическое сжатие - рабочее тело продолжает сжиматься без теплообмена с окружающей средой. Его температура увеличивается до T_1 .

T_1 - температура нагревателя

T_2 - температура холодильника

Как видим **цикл Карно** состоит из 2 изотермических процессов(1-2 и 3-4) и двух адиабатических процессов(2-1 и 4-1).

