

Уравнения связи начальных и конечных параметров

$$p v^n = \text{const}$$

$$\frac{C_p - C}{C_v - C} = n$$

*показатель
политропы*

$n=0$ – изобарный процесс $n=1$ – изотермический процесс

$n=\infty$ - изохорный процесс $n=k$ – адиабатный процесс

$$P_1 v_1^n = P_2 v_2^n$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^n \quad \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{n-1} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{n-1}{n}}$$

Константы политропного процесса

α – коэффициент распределения теплоты

c – теплоемкость политропного процесса

n – показатель политропного процесса

k – показатель адиабаты

$$c = \frac{c_v}{\alpha} \qquad k = \frac{c_p}{c_v}$$

$$c = c_v \frac{n - k}{n - 1}$$

Теплота в процессе

$$q = c_v \frac{n - k}{n - 1} \cdot \Delta t \quad \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$Q = M \cdot c_v \frac{n - k}{n - 1} \cdot \Delta t \quad \text{Дж}$$

Работа в процессе

$$dl = dq - du = CdT - C_v dT = (C - C_v)dT$$

$$l_{1-2} = \int_1^2 (C - C_v)dT, \text{ поменяем пределы}$$

интегрирования и заменим

$$(C_v - C) = \frac{R}{n-1}$$

$$l_{1-2} = \frac{R}{n-1} (T_1 - T_2) \quad \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Например, для изобарного процесса ($n=0$), тогда

$$l_p = R \cdot \Delta T$$

Работа в изотермическом процессе

$$dl = p dv$$

$$l_{1-2} = \int_1^2 p dv = RT \int_1^2 \frac{dv}{v} = RT (\ln v_2 - \ln v_1) = RT \ln \frac{v_2}{v_1}$$

$$l_T = RT \ln \frac{v_2}{v_1}$$

$\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

$$RT = P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{P_1}{P_2}$$

$$v_1 \quad P_2$$

$$L_T = M \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$$

Дж

Изменение сложных параметров в процессе

$$\Delta u = C_V \cdot \Delta T \quad \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\Delta U = M \cdot C_V \cdot \Delta T \quad \text{Дж}$$

$$\Delta h = C_P \cdot \Delta T \quad \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\Delta H = M \cdot C_P \cdot \Delta T \quad \text{Дж}$$

$$\Delta s = C \cdot \ln \frac{T_2}{T_1} \quad \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$\Delta S = M \cdot C \cdot \ln \frac{T_2}{T_1} \quad \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Изменение сложных параметров в изотермическом процессе

$$\Delta T = 0$$

$$\Delta u = 0$$

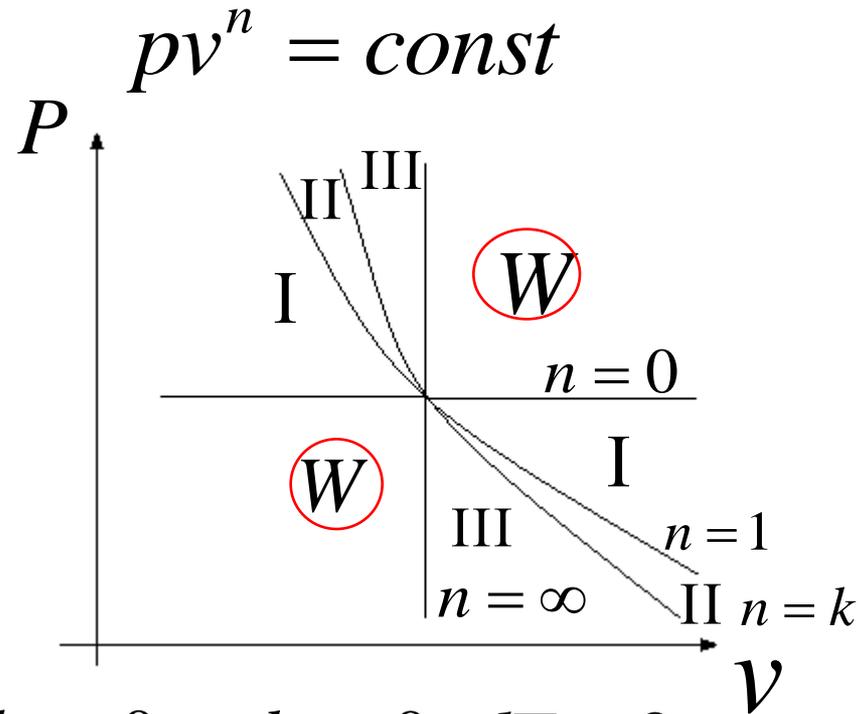
$$\Delta h = 0$$

$$\Delta s = R \cdot \ln \frac{v_2}{v_1} \quad \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$\Delta S = M \cdot R \cdot \ln \frac{v_2}{v_1} \quad \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Графический анализ процессов

Рабочая диаграмма



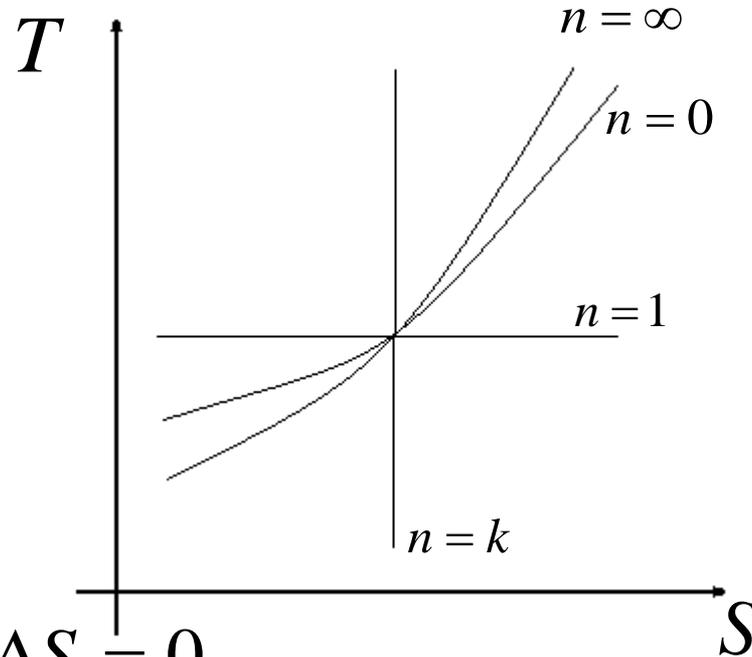
I зона : $0 \leq n \leq 1$ $dq > 0$, $dv > 0$, $dT \geq 0$

II зона : $1 \leq n \leq k$ $dv \geq 0$, $dq \geq 0$, $dT \leq 0$

III зона : $k \leq n \leq \infty$ $dv > 0$, $dq \leq 0$, $dT < 0$

Тепловая диаграмма

$$\Delta S = C \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$$



$$n = k, c = 0 \rightarrow \Delta S = 0$$

$$n = 1, c = \infty \rightarrow \Delta S = \infty$$

$$n = 0, c = c_p \rightarrow \Delta S = c_p \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$n = \infty, c = c_v \rightarrow \Delta S = c_v \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$C_p > C_v$$

Тепловая диаграмма

$$\Delta S = C \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$$

