

Tlak v tekutine:

$$p = p_0 + \rho g h$$

Translačný pohyb nádoby

- zvislým smerom $p = p_0 + \rho (g \pm a) h$

- vodorovným smerom $p = p_0 + \rho g h - \rho a x$

Rotačný pohyb nádoby okolo zvislej osi

$$p = p_0 + \rho g h + \rho u^2/2$$

Tlaková sila od nerovnomerne rozloženého tlaku

veľkosť $F = \rho g h_t A$. excentricita $e = I_x/I_{st}$

Rovnica kontinuity

$$Q_1 = w_1 A_1 = w_2 A_2$$

Bernoulliho rovnica

$$g z_1 + \frac{p_1}{\rho} + \frac{w_1^2}{2} = g z_2 + \frac{p_2}{\rho} + \frac{w_2^2}{2} + e_z \quad [\text{J.kg}^{-1}]$$

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{w_2^2}{2g} + h_z \quad [\text{m}]$$

Straty 1) miestne $h_{z_m} = \xi \frac{w^2}{2g}$, 2) dĺžkové $h_{z_l} = \lambda \frac{l}{d} \frac{w^2}{2g}$

Výtok kvapaliny

- malým otvorom $Q = \mu A \sqrt{2gH}$

- veľkým otvorom $Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} \left[z_2^{3/2} - z_1^{3/2} \right]$

Vyprázdňovanie nádob $t = \frac{2A_1 \sqrt{H}}{\mu A \sqrt{2g}} = \frac{2A_1 H}{\mu A \sqrt{2gH}} = \frac{2V}{Q}$

Silový účinok prúdu kvapaliny na dosku

$$F = \rho A w_1^2 = \rho Q w_1 = Q_m w_1 \quad [\text{N}]$$

Stavová rovnica ideálneho plynu

- pre n kilomólov látky $p.V = nRT$

- pre m kg látky $p.V = mrT$

Špecifické tepelné kapacity $c_v = \frac{r}{\kappa - 1}$, $c_p = \frac{\kappa r}{\kappa - 1}$

1. veta termodynamická

$$dQ = dU + dW = mc_v dT + pdV \quad [\text{J}]$$

$$dQ = dH + dW_t = mc_p dT - Vdp \quad [\text{J}]$$

Termická účinnosť $\eta_t = \frac{w_c}{q_A} = \frac{q_A - |q_B|}{q_A} = 1 - \frac{|q_B|}{q_A}$

Termická účinnosť Carnotovho cyklu $\eta_t = 1 - \frac{T_B}{T_A}$

2. veta termodynamická $dS = \frac{dQ}{T} \quad [\text{J.kg}^{-1}]$

Exergia tepla, exergetická účinnosť

$$Ex = Q_A - Q_A \frac{T_0}{T_A} = \left(1 - \frac{T_0}{T_A}\right) Q_A, \quad \eta_{ex} = \frac{W_c}{W_{max}} = \frac{\eta_t}{\left(1 - \frac{T_0}{T_A}\right)}$$

Dvojstupňová kompresia $p_x = \sqrt{p_1 \cdot p_2}$

Hustota tepelného toku $q = d\Phi/dA$

- vedením $q = -\lambda \text{grad}T \quad [\text{W.m}^{-2}]$

- prúdením $q = h(T_s - T_r) = h \Delta T \quad [\text{W.m}^{-2}]$

Vedenie a prestup tepla rovinnou a valcovou stenou

$$q = \frac{T_{r1} - T_{r2}}{\frac{1}{h_1} + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_2}} \quad q_l = \frac{T_{r1} - T_{r2}}{\frac{1}{\pi h_1 d_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\pi \lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\pi h_2 d_{i+1}}}$$

$$Nu = \frac{hL}{\lambda}, \quad Re = \frac{wL}{\nu}, \quad Gr = \frac{g L^3 \alpha_v \Delta T}{\nu^2}, \quad Pr = \frac{\nu}{a}, \quad Ry = Gr \cdot Pr$$

Voľná konvekcia do neobmedzeného priestoru

$$Nu_{L,m} = C \cdot Ry_{L,m}^n$$

Ry_m	C	n
0 až 10^{-3}	0,45	0
10^{-3} až 500	1,18	1/8
500 až $2 \cdot 10^7$	0,54	1/4
$2 \cdot 10^7$ až 10^{13}	0,135	1/3

Voľná konvekcia v obmedzenom priestore

$$\varepsilon_{konv} = 1 \quad \text{pre } Ry_{\delta,m} < 10^3$$

$$\varepsilon_{konv} = 0,105 Ry_{\delta,m}^{0,3} \quad \text{pre } 10^3 < Ry_{\delta,m} < 10^6$$

$$\varepsilon_{konv} = 0,4 Ry_{\delta,m}^{0,2} \quad \text{pre } 10^6 < Ry_{\delta,m} < 10^{10}$$

Nútená konvekcia pri prúdení v rúrkach a kanáloch

$$Nu_{d,r} = 0,17 \cdot Re_{d,r}^{0,33} \cdot Pr_r^{0,43} \cdot Gr_r^{0,1} \left(\frac{Pr_r}{Pr_s}\right)^{0,25} \quad \text{pre } Re < 2300$$

$$Nu_{d,r} = 0,021 \cdot Re_{d,r}^{0,8} \cdot Pr_r^{0,43} \left(\frac{Pr_r}{Pr_s}\right)^{0,25} \quad \text{pre } Re > 2300$$

hydraulický priemer $d_{ekv} = 4A/o$

Nútená konvekcia pri obtekaní telies

$$Nu_{d,r} = C \cdot Re_{d,r}^m \cdot Pr_{d,r}^n \left(\frac{Pr_r}{Pr_s}\right)^{0,25}$$

Obtekanie	Teleso - usporiadanie	Hodnoty			L	Re	
		C	m	n			
Pozdĺžne	Rovinná stena	0,660	0,50	0,33	l	$< 5 \cdot 10^5$	
		0,037	0,80	0,43	l	$> 5 \cdot 10^5$	
	Valec	0,560	0,50	0,36	d	$< 10^3$	
Priechne	Za	0,280	0,60	0,36	d	$> 10^3$	
		0,560	0,50	0,36	d	$< 10^3$	
	Zväzok	sebou	0,220	0,65	0,36	d	$> 10^3$
	rúr	Strie-	0,560	0,50	0,36	d	$< 10^3$
	davé	0,400	0,60	0,36	d	$> 10^3$	

Výmenníky tepla:

$$\Phi = \dot{m}_1 \cdot c_1 (T_1 - T_1') = \dot{m}_2 \cdot c_2 (T' - T_2)$$

$$\Phi = K \cdot A \cdot \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = K \cdot A \cdot \Delta T_{str}, \quad \Delta T_{str} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$$

Hustota tepelného toku radiáciou

$$q_{12} = \varepsilon_{12} C_0 \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right] \quad C_0 = 5,67 \text{ Wm}^{-2} \text{K}^{-4}$$

$$\varepsilon_{12} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{A_1}{A_2} \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1\right)}$$

1) $\varepsilon_{12} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$, ak $A_1 = A_2$

2) $\varepsilon_{12} = \varepsilon_1$, ak $A_2 \gg A_1$

	Izochorická zmena	Izobarická zmena	Izotermická zmena	Adiabatická zmena	Polytropická zmena
Vzťahy medzi stavovými veličinami	$V = \text{konšt.}$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$	$p = \text{konšt.}$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	$T = \text{konšt.}$ $p_1 V_1 = p_2 V_2$	$dQ = 0$ $p_1 V_1^\kappa = p_2 V_2^\kappa$ $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\kappa-1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$	$c_n = \text{konšt.}$ $p_1 V_1^n = p_2 V_2^n$ $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}$
Zmena vnút. energie	$\Delta U_{12} = mc_v(T_2 - T_1)$				
Zmena entalpie	$\Delta H_{12} = mc_p(T_2 - T_1)$				
Dodané teplo	$Q_{12} = mc_v(T_2 - T_1)$	$Q_{12} = mc_p(T_2 - T_1)$	$Q_{12} = mrT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = p_1 V_1 \ln \frac{p_1}{p_2}$	$dQ = 0$	$Q_{12} = mc_n(T_2 - T_1)$ $c_n = c_v \frac{\kappa - n}{1 - n}$
Objemová práca	$W_{12} = 0$	$W_{12} = p(V_2 - V_1) = mr(T_2 - T_1)$	$W_{12} = W_{112} = Q_{12}$	$W_{12} = mc_v(T_1 - T_2) = \frac{p_1 V_1}{\kappa - 1} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\kappa-1} \right] = \frac{mrT_1}{\kappa - 1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right]$	$W_{12} = \frac{p_1 V_1}{n - 1} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1} \right] = \frac{mrT_1}{n - 1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} \right]$
Technická práca	$W_{i12} = V(p_1 - p_2) = mr(T_1 - T_2)$	$W_{i12} = 0$		$W_{i12} = \kappa W_{12}$	$W_{i12} = n W_{12}$

Porovnávací cyklus	Termická účinnosť	Poznámka
Carnotov cyklus	$\eta_t = 1 - \frac{ q_B }{q_A} = 1 - \frac{T_B}{T_A}$	
Ottov cyklus	$\eta_t = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}$	kompresný pomer $\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$
Dieselov cyklus	$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} \frac{\varphi^\kappa - 1}{\kappa(\varphi - 1)}$	stupeň plnenia $\varphi = \frac{v_3}{v_2}$
Braytonov cyklus	$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} = 1 - \frac{1}{\pi^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}$	tlakový pomer $\pi = \frac{p_2}{p_1}$
Clausiov-Rankinov cyklus	$\eta_t = \frac{w_t}{q_A + w_c} = \frac{h_5 - h_6}{h_5 - h_1}$	dodané teplo $Q_A = m_p(h_5 - h_1)$ výkon turbíny $P = m_p(h_5 - h_6)\eta_{td}$
Obrátený Carnotov cyklus chladiace zariadenia	$\varepsilon_{ch(C)} = \frac{q_B}{w_C} = \frac{q_B}{q_A - q_B} = \frac{1}{\frac{T_A}{T_B} - 1} = \frac{T_B}{T_A - T_B}$	
Obrátený Carnotov cyklus tepelné čerpadlo	$\varepsilon_{i(C)} = \frac{q_A}{w_C} = \frac{q_A}{q_A - q_B} = \frac{1}{1 - \frac{T_B}{T_A}} = \frac{T_A}{T_A - T_B}$	

Spojená 1. a 2. veta termodynamická – výpočet zmeny entropie:

$$dS = \frac{dQ}{T} = \frac{mc_v dT + p dV}{T}$$

$$dS = \frac{dQ}{T} = \frac{mc_p dT - V dp}{T}$$

$$s_2 - s_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + r \ln \frac{v_2}{v_1} \quad s_2 - s_1 = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} - r \ln \frac{p_2}{p_1}$$

$$s_2 - s_1 = c_p \ln \frac{v_2}{v_1} + c_v \ln \frac{p_2}{p_1}$$