

# I. ZTD PRE UZAVRETÝ TD SYSTÉM

## Pomôcka:

$$\begin{aligned}dQ &= dU + dW && [\text{J}] \\dq &= du + dw && [\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}] \\q &= \Delta u + w && [\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}]\end{aligned}$$

V rovniciach sa predpokladá, že:

- $dQ > 0$  pre teplo privádzané do sústavy
- $dQ < 0$  pre teplo odvádzané zo sústavy
- $dU > 0$  pre zvyšovanie vnútornej energie sústavy
- $dU < 0$  pre znižovanie vnútornej energie sústavy
- $dW > 0$  pre sústavu, ktorá koná prácu
- $dW < 0$  pre sústavu, ktorá spotrebúva prácu

---

## Príklad A.2-1

Vzduch hmotnosti  $m = 10$  [kg] je izochoricky ohrievaný z teploty  $t_1 = -5$  [°C] na teplotu  $t_2 = 50$  [°C]; ( $r_{\text{vzd}} = 287$  [J·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>];  $\kappa = 1,4$ ).

a) Určite zmenu vnútornej energie; b) Vypočítajte  $c_p$  vzduchu !

---

## Príklad A.2-2

Kompresorom stláčame  $m = 2$  [kg] kyslíka teploty  $t_1 = 20$  [°C], pričom sa spotrebuje kompresná práca  $W = 48$  [kJ]; ( $M_{\text{O}_2} = 32$  [kg·kmol<sup>-1</sup>];  $\kappa = 1,4$ ).

Určite odvedené teplo  $Q$ , ak je teplota po kompresii  $t_2 = t_1$  [°C] !

---

## Príklad A.2-3

Aká je teplota kyslíka po kompresii ( $t_2 = ?$ ), ak stláčame  $m = 2$  [kg] kyslíka, ktorého počiatočná teplota je  $t_1 = 20$  [°C].

Pri kompresii sa spotrebovala kompresná práca  $W = 85$  [kJ] a počas kompresie sa chladením odvedlo teplo  $Q = 40$  [kJ].

Aká by bola teplota kyslíka po kompresii, ak by sme neodvedli žiadne teplo ?

---

## Príklad A.2-4

Elektromotor kompresora chladničky má príkon 1,5 [kW]. Chladnička je umiestnená v dokonale zaizolovanej miestnosti.

Stanovte zmenu vnútornej energie miestnosti za čas 30 [min] !

---

# I. ZTD PRE OTVORENÝ TD SYSTÉM

## Pomôcka:

- Zápis I.ZTD pre všeobecný proces v otvorenom systéme

$$\dot{Q} = \dot{m}_2 \cdot \left( h_2 + \frac{c_2^2}{2} + g \cdot z_2 \right) - \dot{m}_1 \cdot \left( h_1 + \frac{c_1^2}{2} + g \cdot z_1 \right) + \dot{W}_t + \left( \frac{dE}{d\tau} \right)_{KO} \quad [W]$$

- Zápis I.ZTD pre stacionárny proces, t.j.  $\left( \frac{dE}{d\tau} \right)_{KO} = 0$ ;  $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot (h_2 - h_1) + \dot{m} \cdot \left( \frac{c_2^2}{2} - \frac{c_1^2}{2} \right) + \dot{m} \cdot g \cdot (z_2 - z_1) + \dot{W}_t \quad [W]$$

$$q = h_2 - h_1 + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + g \cdot (z_2 - z_1) + w_t \quad [J \cdot kg^{-1}]$$

$$dq = dh + d \frac{c^2}{2} + g \cdot dz + dw_t \quad [J \cdot kg^{-1}]$$

---

## Príklad A.2-5

V regulačnej stanici zemného plynu je potrebné plyn pre regulátorom predohriať z teploty  $t_1 = 7$  [°C] na teplotu  $t_2 = 40$  [°C].

Hmotnostný tok plynu je  $\dot{m} = 10$  [kg·s<sup>-1</sup>] a  $c_p = 2580,71$  [J·kg·K<sup>-1</sup>].

Vypočítajte minimálny tepelný tok, na ktorý musíme dimenzovať kotle predohrevu zemného plynu !

---

## Príklad A.2-6

Adiabatická parná turbína má výkon 6 [MW].

Parametre pary na vstupe sú:  $p_1 = 2,5$  [MPa];  $v_1 = 0,10976$  [m<sup>3</sup>·kg<sup>-1</sup>];  $h_1 = 3126,3$  [kJ·kg<sup>-1</sup>];  $c_1 = 40$  [m·s<sup>-1</sup>] a poloha vstupu nad úrovňou terénu je  $z_1 = 9$  [m].

Parametre pary na výstupe sú:  $p_2 = 15$  [kPa];  $v_2 = 9,2185$  [m<sup>3</sup>·kg<sup>-1</sup>];  $h_2 = 2409,2$  [kJ·kg<sup>-1</sup>];  $c_2 = 175$  [m·s<sup>-1</sup>] a poloha vstupu nad úrovňou terénu je  $z_2 = 4$  [m].

Stanovte:

- zmenu entalpie;
- zmenu kinetickej energie;
- zmenu potenciálnej energie;
- špecifickú užitočnú prácu turbíny;
- hmotnostný tok pary v turbíne;
- tlakové energie na vstupe a výstupe.

---

## Príklad A.2-7

Prúd vzduchu stavu  $t_1 = 10$  [°C] a  $p = 80$  [kPa] vstupuje do vodorovného izolovaného rozširujúceho sa kuželového potrubia rýchlosťou  $c_1 = 200$  [m·s<sup>-1</sup>]. Vstupný prierez je  $A_1 = 0,4$  [m<sup>2</sup>]. Výstupným prierezom vystupuje prúd rýchlosťou  $c_2 = 2$  [m·s<sup>-1</sup>].

Vypočítajte: a) hmotnostný tok vzduchu ( $\dot{m} = ?$ ); b) teplotu vzduchu na výstupe ( $t_2 = ?$ )

---

### **Príklad A.2-8**

V čerpadle má prísť k zvýšeniu tlaku o 3000 [kPa]. Hmotnostný tok vody 120 [kg·s<sup>-1</sup>] vstupuje do čerpadla potrubím priemeru 22 [cm] a vystupuje potrubím priemeru 10 [cm] v rovnakej výške.

- Stanovte:
- Minimálny výkon pre pohon čerpadla, ak neuvažujeme hydraulické straty a vplyv prenosu tepla.
  - Aká je zmena kinetickej energie pri čerpaní za jednotku času ?
- 

### **Príklad A.2-9**

Sekcia elektrického vykurovania je tvorená kanálom v stene, v ktorom sa nachádza odporové teleso príkonu 18 [kW].

Prúd vzduchu, 135 [m<sup>3</sup>·min<sup>-1</sup>], je ohrievaný pri vynútenom prietoku touto sekciou.

Stav vzduchu pre vykurovacou sústavou je:  $p_1 = 100$  [kPa],  $t_1 = 19$  [°C].

Tepelné straty vykurovacej siete sú 235 [W]. Uvažujte, že tlak sa nemení.

Určite teplotu vzduchu za vykurovacou sekciou !

---