PROCESNA TEHNIKA V ŽIVILSTVU I
Pisni izpit 09.02.2000

1. Izračunaj stacionarni masni pretok tekočine z gostoto 1080 kg/m^3 po vertikalni gladki steni širine 1.1 m in debelini filma 2.4 mm.

a		b	
τ (Pa)	γ (s^{-1})	τ (Pa)
60	1	0.20
75	2	0.283
90	3	0.346
105	4	0.400
195	10	0.632

2. V posodi prostornine 300 l mešamo melaso z viskoznostjo 55000 cP s turbinskim mešalom $\rho = 1400$ kg/m^3
P/V = 120 W/m^3

Re = 1	$P_o = 75$
50 < Re < 500	$P_o = 3.5$
Re > 1000	$P_o = 5.0$

Izračunaj hitrost vrtenja mešala in Re število!

3. V izparjalniku izparevamo kontinuirno 36.000 kg/h vodne raztopine od 3.6 na 14.4 % trdne snovi. Za ugrevanje služi nasičena vodna para s pritiskom 2 bara (T_{kond} = 120 °C, ΔH_{kond} = 2225 kJ/kg (531 Kcal/kg). Pritisk v izparjalniku je 1 bar (ΔH_{kond} = 2260 kJ/kg)

a) Temperatura napajalne raztopine = 12 °C
Izračunaj potrebno količino sveže pare in velikost grelne površine!

b) Napajalno raztopino predgrevamo v protitočnem toplotnem menjalniku z vrelo gosto raztopino na 33 °C. Izračunaj potrebno površino toplotnega menjalnika, izparjalnika in prihranek na sveži pari!

U_{izp} = 1600 W/m^2 °C
$U_{t.m.}$ = 800 W/m^2 °C

Specifična toplota c_p = konst. = 4.19 kJ/kg °C

Zanemari toplotne izgube, zvišanje vrelišča in predpostavi, da kondenzat odteka iz grelnega prostora s temperaturo kondenzacije.

$\delta = 2{\cdot}4$ mm

$w = 1{\cdot}1$ m

$\vartheta_m = 0{\cdot}00388$ kg/s

$15 \cdot \tau_p L = 2 \eta$ ... [illegible]

$\eta = 15 \Rightarrow \tau_p L = 45$ Pa

$\tau_s = 1080 \cdot 9{\cdot}81 \cdot 1 \cdot 0{\cdot}0024 = $ [illegible]

↳ pri kj će filma ništ ne steće

$$\boxed{\vartheta_m = \vartheta_v \cdot \rho = \rho \cdot \delta \cdot \bar{v} \cdot w}$$

$\vartheta_m = 1080\,kg/m^3 \cdot 0{\cdot}0024\,m \cdot 0{\cdot}00136\,m/s \cdot 1{\cdot}1$

$\vartheta_m = \underline{0{\cdot}00388\ kg/s}$

$$\boxed{\bar{v} = \frac{\rho \cdot g \cos\beta \cdot \delta^2}{3\eta}}$$

$$\bar{v} = \frac{1080\,kg \cdot 9{\cdot}81\,m \cdot 1 \cdot (0{\cdot}0024)^2\,m^2\,m\,s}{m^3\,s^2 \cdot 3 \cdot 15\,kg\,s} = 0{\cdot}00136\ m/s$$

domaća
zad. A

V = 300 dm³

$\eta = 55000\,cP = 55\,Pas \rightarrow$ Lam. tok

$\rho = 1100\ kg/m^3$

$P/V = 120\ W/m^3$

$N = 0{\cdot}78\ s^{-1}$

$Re = 0{\cdot}32$

Lam. tok ; $P_0 = 75$, $Re = 1$

$$\boxed{P_0 = \frac{K}{Re}} \quad K = P_0 \cdot Re = 75$$

$$\boxed{P = P/V \cdot V} = 120\,W/m^3 \cdot 0{\cdot}3 = 36\,W$$

$$\boxed{V = \frac{\pi \cdot D_p^3}{4}} \Rightarrow D_p = \sqrt[3]{\frac{V \cdot 4}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 300}{\pi}} = 7{\cdot}26\,dm \Rightarrow D = 0{\cdot}242\,m$$

$$\boxed{P = K \cdot \eta \cdot N^2 \cdot D^3} \Rightarrow N = \sqrt{\frac{P}{K \cdot \eta \cdot D^3}} = \sqrt{\frac{36\,W}{75 \cdot 55\,Pas \cdot (0{\cdot}242)^3\,m^3}} = \underline{0{\cdot}78\ s^{-1}}$$

$$Re = \frac{\rho \cdot D^2 N}{\eta} \qquad Re = \frac{1100 \cdot (0{\cdot}242)^2\,m^2 \cdot 0{\cdot}78\ kg\ m\ s^2}{m^3\,s \cdot 55\ kg\ m \cdot kg} = \underline{0{\cdot}32} \Rightarrow \text{Lam. tok}$$

$F = 36000\ kg/h = 10\ kg/s$

$x_F = 0{\cdot}036$

$x_L = 0{\cdot}144$

$T_{kond} = 120°C$ $\Delta H_{kond} = 2225\ kJ/kg$

$\Delta H_{isp} = 2260\ kJ/kg$

$T_F = 12°C$

a) $G = 9{\cdot}28\ kg/s$
$A = 645\ m^2$

b) $G' = 0{\cdot}395\ kg/s$
$A_1 = 24{\cdot}55\ m^2$
$A_m = 49{\cdot}1\ m^2$
$\Delta G = 8{\cdot}89\ kg/s$

a)

$$\boxed{F \cdot x_F = L \cdot x_L + V \cdot 0} \Rightarrow L = \frac{F \cdot x_F}{x_L} = \frac{10 \cdot 0{\cdot}036}{0{\cdot}144} = 2{\cdot}5\ kg/s$$

$$\boxed{V = F - L =} 10 - 2{\cdot}5 = 7{\cdot}5\ kg/s$$

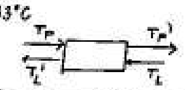
$$\boxed{Q = F \cdot c_p \cdot (T_L - T_F) + V \cdot \Delta H_{isp}} \quad Q = 10\,kg/s \cdot 4{\cdot}19\ kJ/kg°C\ (100 - 12) + 7{\cdot}5 \cdot$$ [illegible]

$Q = 20\,637{\cdot}2\ kJ/s$

$$\boxed{G = \frac{Q}{\Delta H_{kond}}} \quad G = \underline{9{\cdot}28\ kg/s}$$

$$\boxed{A = \frac{Q}{U \cdot (T_k - T_L)}} \quad A = \frac{20\,637{\cdot}2 \cdot 10^3\ W\ m^2\ °C}{1600\ W\ (120 - 100)\ °C} = \underline{645\ m^2}$$

b) $T_F' = 33°C$



$$\boxed{Q = F \cdot c_p\ (T_F' - T_F) = L \cdot c_p \cdot (T_L - T_L')}$$

$$T_L - T_L' = \frac{F\ (T_F' - T_F)}{L}$$

$$T_L - T_L' = \frac{10\ (33 - 12)}{2{\cdot}5} = 84°C$$

$T_L' = 100 - 84 = 16\ °C$

$$\boxed{\Delta T_{Ln} = \frac{(100 - 33) - (16 - 12)}{\ln \frac{67}{4}}} = 22{\cdot}4\ °C$$

$$\boxed{Q = F \cdot c_p \cdot (T_F' - T_F)}$$

$Q = 10 \cdot 4{\cdot}19 \cdot 10^3\ (33 - 12) = 879{\cdot}9\ kJ/s$

$$\boxed{G = \frac{Q}{\Delta H_{kond}}} \quad G' = \underline{0{\cdot}395\ kg/s}$$

$$\boxed{A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{Ln}}} \quad A_1 = \underline{24{\cdot}55\ m^2} \quad A_m = \underline{49{\cdot}1\ m^2}$$

$$\boxed{\Delta G = G - G'} = 9{\cdot}28 - 0{\cdot}395 = 8{\cdot}89\ kg/s$$

PROCESNA TEHNIKA V ŽIVILSTVU I
Pisni izpit 20.06.2000

1. Izračunaj masni pretok in strižno hitrost tekočine ob steni za ravno gladko cev:
   a) L = 5.2 m, $d_{notranji\ cevi}$ = 0.8 cm, ΔP = 3200 Pa, η = 6.8 mPa s, ρ = 1080 kg/m³.

PRETOKI + REOLOGIJA

   b) Isti količini izračunaj še za primer, da je tekočina psevdoplastična, (ista cev, enak ΔP in ρ)

$$\tau = K\dot{\gamma}^{n}$$

$$K = 0.1\ Pa\ s^{0.5}$$

$$n = 0.5$$

2. Izračunaj korekcijski faktor gibalne količine β

REŠI

$$\beta = \frac{1}{S}\int_{S}\left(\frac{v}{\bar{v}}\right)^{2} dS$$

za laminarni in turbulentni tok. Za turbulentni tok predpostavi

$$v = v_0\left(1-\frac{r}{R}\right)^{1/n} \qquad n = 8$$

3. V izparjalniku izparevamo kontinuirno 15.000 kg/h vodne raztopine od 4 na 10 % trdne snovi. Za ugrevanje služi nasičena vodna para s pritiskom 2.5 bara (T_{kond} = 127 °C, ΔH_{kond} = 2220 kJ/kg)

IZPARJEVANJE

Pritisk v izparjalniku je 1 bar (ΔH_{izp} = 2260 kJ/kg)
Temperatura napajalne raztopine = 12 °C
Izračunaj potrebno količino sveže pare in velikost grelne površine.

a) Brez predgrevanja napajalne raztopine
b) Napajalno raztopino predgrejemo v protitočnem toplotnem menjalniku z vrelo raztopino iz uparjalnika na 46 °C. Izračunaj še velikost grelne površine predgrelnika.

U_{izp} = 1600 W/m² °C , U_{tm} = 480 W/m² °C
Specifična toplota c_p = konst. = 4.19 kJ/kg °C.

F = 15 000 kg/h = 4.167 kg/s

3 $x_F = 0.04$

$x_L = 0.1$

$T_{kond} = 127\,°C$ $\Delta H_{kond} = 2220\,kJ/kg$

$\Delta H_{Verd} = 2260\,kJ/kg$

$T_F = 12\,°C$

a) $G = 3.24\,kg/s$

$A = 166.35\,m^2$

b) $G' = 0.27\,kg/s$

$A_i = 21\,m^2$

$A_{i.m} = 70\,m^2$

$\Delta G = 2.97\,kg/s$

a) $F \cdot x_F = L \cdot x_L + V \cdot 0 \quad | = 0$

$L = \frac{F \cdot x_F}{x_L} = \frac{4.167 \cdot 0.04}{0.1} = 1.67\,kg/s$

$V = F - L = 2.5\,kg/s$

$Q = F \cdot c_p (T_L - T_F) + V \cdot \Delta H_{Verd}$

$Q = 4.167\,kg/s \cdot 4.19\,kJ/kg\,°C\,(100-12) + 2.5\,kg/s\,2260\,kJ/kg$

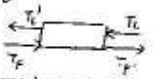
$Q = 7186.5\,kJ/s$

$G = \frac{Q}{\Delta H_{kond}}$ $\quad G = 3.24\,kg/s$

$A = \frac{Q}{V \cdot (T_{kond} - T_L)}$ $\quad A = \frac{7186.5 \cdot 10^3\,m^2\,°C}{3 \cdot 1600\,W\,(127-100)\,°C}$

$A = 166.35\,m^2$

b) $T_F' = 46\,°C$



$\Delta T_{Ln} = \frac{(100-46)-(15-12)}{\ln \frac{54}{3}} = 17.7\,°C$

$Q = F \cdot c_p \cdot (T_F' - T_F)$

$Q = 593\,631\,W$

$Q = F \cdot c_p \cdot (T_L' - T_F) + V \cdot \Delta H_{Verd}$

$T_L' - T_L = \frac{F (T_F' - T_F)}{L} = 85\,°C$

$T_L' = 15\,°C$

$G' = \frac{Q}{\Delta H_{kond}}$ $\quad G' = 0.27\,kg/s$

$A = \frac{Q}{V \cdot \Delta T_{Ln}}$ $\quad A_i = 21\,m^2$

$A_{i.m} = 70\,m^2$

$\Delta G = G - G'$

$\Delta G = 3.24 - 0.27 = 2.97\,kg/s$

PROCESNA TEHNIKA V ŽIVILSTVU I

Pisni izpit 17.06.2003

1. Izračunaj masni pretok in padec pritiska za valjasto cev L = 72 m

a) Gladka ravna cev D = 1/2'' = 1.27 cm
$\rho = 1180$ kg/m^3, $\eta = 3.6$ cP
Hitrost v osi cevi $v_0 = 3.6$ cm/s

b) Gladka cev D = 4'' in $v_0 = 4.3$ m/s
dolžina cevi, ρ in η kot pri a)

c) Cev zamenjamo z litoželezno (cast iron)
Vse ostalo isto kot pod b). Izračunaj pretok!

2. V mešalniku standardne konfiguracije prostornine V = 1.2 m^3 mešamo raztopino polisaharida z viskoznostjo $\eta = 80$ Pas in gostoto $\rho = 1150$ kg/m^3 z močjo 50 W/m^3.
Kako hitro se mora vrteti mešalo?
Za izračun uporabi odvisnost P_0 od Re števila

Re = 1	$P_o = 75$
50 < Re < 500	$P_o = 3.5$
Re > 1000	$P_o = 5.0$

3. V izparjalniku izparevamo kontinuirno 36.000 kg/h vodne raztopine od 3.6 na 14.4 % trdne snovi. Za ugrevanje služi nasičena vodna para s pritiskom 2 bara ($T_{kond} = 120$ °C, $\Delta H_{kond} = 2225$ kJ/kg (531 Kcal/kg). Pritisk v izparjalniku je 1 bar ($\Delta H_{izpar} = 2260$ kJ/kg)

a) **Temperatura napajalne raztopine = 12 °C**
Izračunaj potrebno količino sveže pare in velikost grelne površine!

Napajalno raztopino predgrevamo v protitočnem toplotnem menjalniku z vrelo gosto raztopino na 33 °C. Izračunaj potrebno površino toplotnega menjalnika, izparjalnika in prihranek na sveži pari!

$U_{izp} = 1600$ W/m^2 °C
$U_{t.m.} = 800$ W/m^2 °C

Specifična toplota c_p = konst. = 4.19 kJ/kg °C

Zanemari toplotne izgube, zvišanje vrelišča in predpostavi, da kondenzat odteka iz grelnega prostora s temperaturo kondenzacije.

$D = 0.5'' = 1.27\,cm$
$\rho = 1180\ kp/m^3$
$\eta = 36 \cdot 10^{-3}\ Pas$
$\bar{v}_0 = 8.6\ cm/s$

a) $\Delta p = 825.66\ Pa$
$\Theta_m = 0.00269\ kp/s$

b) $D = 4'' = 0.1016\ m$
$\Delta p = 27\,476\ Pa$
$\Theta_m = 33.6\ kp/s$

$Re = \frac{\bar{v} \cdot \rho \cdot D}{\eta}$ $\quad Re = \frac{0.018 \cdot 1180 \cdot 0.0127}{36 \cdot 10^{-3}} = 74.9 \Rightarrow$ Laminarno

$\Theta_m = \pi r^2 \cdot \bar{v} \cdot \rho$ $\quad \Theta_m = \pi \cdot (0.00635)^2 \cdot 0.018 \cdot 1180 = 0.00269\ kp/s$

$\Delta p = \frac{\bar{v}_0 \cdot 4 \cdot \eta \cdot L}{r^2}$ $\quad \Delta p = \frac{0.036 \cdot 4 \cdot 36 \cdot 10^{-3} \cdot 72}{(0.00635)^2} = 925.66\ Pa$

b) $\bar{v}_0 = 4.3\ m/s \Rightarrow \bar{v} = \frac{49}{50} \bar{v}_0 = 3.51\ m/s$

$Re = \frac{\bar{v} \cdot \rho \cdot D}{\eta}$ / $Re = \frac{3.51 \cdot 1180 \cdot 0.1016}{36 \cdot 10^{-3}} = 116\,890.8 \Rightarrow$ turbulentno

$\Theta_m = \pi r^2 \cdot \bar{v} \cdot \rho$ $\quad \Theta_m = \pi \cdot (0.0508)^2 \cdot 3.51 \cdot 1180 = 33.6\ kp/s$

$\varepsilon/D = 0.0003$

$f = \frac{0.316}{Re^{0.25}}$ / $= \frac{0.316}{116\,890.8^{0.25}} = 0.01698$

$h_f = \frac{f \cdot \bar{v}^2 \cdot L}{2D} = \frac{0.01698 \cdot (3.51)^2 \cdot 72}{2 \cdot 0.1016} = 74.13\ m^2/s^2$

$\Delta p = h_f \cdot \rho$ $\quad \Delta p = 74.13\ m^2/s^2 \cdot 1180\ kp/m^3 = 87\,471$

c) $\varepsilon/D = 0.002$

$Re\sqrt{f} = \frac{D \cdot \rho}{\eta} \sqrt{\frac{2D \cdot h_f}{L}}$ $\quad Re\sqrt{f} = \frac{0.1016 \cdot 1180}{36 \cdot 10^{-3}} \sqrt{\frac{2 \cdot 0.1016 \cdot 74.13}{72}} = 15\,231.899$

$\Theta_m = 27.36\ kp/s$

$\frac{1}{\sqrt{f}} = 6.25 \Rightarrow \sqrt{f} = 0.16$ $\quad Re = \frac{Re\sqrt{f}}{\sqrt{f}} = \frac{15\,231.899}{0.16} = 95\,199.4$

$\bar{v} = \frac{Re\,\eta}{\rho D}$ $\quad \bar{v} = \frac{95\,199.4 \cdot 36 \cdot 10^{-3}}{1180 \cdot 0.1016} = 2.86\ m/s$ $\quad \Theta_m = \pi r^2 \cdot \rho \cdot \bar{v}$ $\quad = \pi \cdot (0.0508)^2 \cdot 1180 \cdot 2.86 = 27$

---

2) $V = 1.2\ m^3$
$\eta = 80\ Pas \Rightarrow$ Lam.
$\rho = 1150\ kp/m^3$
$P/V = 50\ W/m^3$

$N = 0.42\ s^{-1}$

$P = 50 \cdot 1.2 = 60\ W$

$P_e = K \cdot Re^{-1}$
$P_e = \frac{K}{Re} \Rightarrow K = P_e \cdot Re = 35$

$P = K \cdot \eta \cdot N^2 \cdot D^3$
$\Rightarrow N = \sqrt{\frac{P}{K \cdot \rho D^3}}$
$N = \sqrt{\frac{60W}{75 \cdot 80 \cdot 0.0566}}$
$= \sqrt{0.17667} = 0.42$

$V = \frac{\pi \cdot D_p^3}{4} \Rightarrow D_p = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}} = \sqrt[3]{1.5278} = 1.152\ m$

$D = 0.324\ m$

---

3) g/ej 9.2.2000 / 3. naloga