

Výpočtové vzťahy

Rovnica kontinuity (ustálený stav, nestlačiteľná kvapalina)

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$$

$$\dot{V}_1 \rho = \dot{V}_2 \rho = \dot{V} \rho$$

$$S_1 w_1 = S_2 w_2$$

Výpočet rýchlosti prúdenia kvapaliny v potrubí kruhového prierezu

$$w = \frac{\dot{V}}{S} = \frac{\dot{m}}{\rho S} = \frac{\dot{m}}{\rho \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4\dot{m}}{\pi \rho d^2}$$

Určenie charakteru prúdenia (Reynoldsovo kritérium)

$$Re = \frac{dw\rho}{\mu}$$

Výpočet ekvivalentného priemeru potrubia

$$d_e = 4S_z/O_z$$

Bilancia mechanickej energie prúdiacej tekutiny (Bernoulliho rovnica, adiabatické podmienky)

$$z_1 g + \frac{w_1^2}{2\alpha_1} + \frac{p_1}{\rho} = z_2 g + \frac{w_2^2}{2\alpha_2} + \frac{p_2}{\rho} + \varepsilon_{dis} + \varepsilon_w$$

Výpočet disipácie mechanickej energie pri prúdení reálnej tekutiny

a) trením po dĺžke (Darcyho rovnica)

$$\varepsilon_{dis,L} = \lambda \frac{L}{d} \frac{w^2}{2}$$

b) trením v dôsledku miestneho odporu proti prúdeniu

$$\varepsilon_{dis,M} = \sum_i \zeta_i \frac{w^2}{2} \quad \text{alebo} \quad \varepsilon_{dis,M} = \lambda \sum_i \left(\frac{L_{ekv}}{d} \right)_i \frac{w^2}{2}$$

Výpočet hodnoty súčiniteľa disipácie mechanickej energie tením

$$\lambda = f(Re, n)$$

a) laminárne prúdenie

$$\lambda = k/Re$$

v prípade potrubia s kruhovým prierezom $k = 64$

b) turbulentné prúdenie (napr. Roundova rovnica)

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,8 \log \frac{Re}{0,135 Re n + 6,5}$$

rovnica platí pre $4000 < Re \leq 10^7$ a $0 \leq n \leq 10^{-2}$

Výpočet relatívnej drsnosti potrubia

$$n = \varepsilon/d$$

Výpočet špecifickej energie dodávanej čerpadlom

$$-\varepsilon_w = \varepsilon_{w\check{c}} = \frac{N}{\dot{V}\rho} \quad \text{alebo} \quad -\varepsilon_w = \varepsilon_{w\check{c}} = \frac{P_{02} - P_{01}}{\rho}$$

Výpočet príkonu čerpadla

$$N_p = N/\eta$$

Všeobecný tvar rovnice charakteristiky potrubia

$$\varepsilon_w = f(\dot{V}^2)$$

$$-\varepsilon_w = A + B\dot{V}^2$$

Vzťahy proporcionality

$$\frac{\dot{V}_{f_1}}{\dot{V}_{f_2}} = \frac{f_1}{f_2} \quad \frac{-\varepsilon_{wf_1}}{-\varepsilon_{wf_2}} = \left(\frac{f_1}{f_2} \right)^2 \quad \frac{P_{pf_1}}{P_{pf_2}} = \left(\frac{f_1}{f_2} \right)^3$$

Výpočet rýchlosti prúdenia tekutiny v clonke, dýze a venturimetri

$$w_2 = C \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho \left(1 - \frac{d_2^4}{d_1^4} \right)}}$$

pre $Re_2 > 4 \times 10^4$ je hodnota korekcie $C_{clona} = 0,61$,

$C_{dýza} = 0,95$ a $C_{venturimeter} = 0,98$

Výpočet lokálnej rýchlosti prúdenia tekutiny na základe merania pomocou Pitotovej-Prandtlovej rúrky

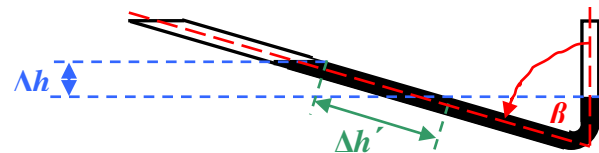
$$v = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}$$

Rozdiel tlakov meraný U manometrom pripojeným ku prietokomeru

$$\Delta p = \Delta h (\rho_{mk} - \rho) g$$

Rozdiel výšok hladín manometrickej kvapaliny v šikmom ramene U-manometra

$$\Delta h' = \frac{\Delta h}{\cos \beta}$$



Zoznam symbolov

A	koeficient rovnice charakteristiky potrubia	J kg^{-1}
B	koeficient rovnice charakteristiky potrubia	$\text{J kg}^{-1} \text{m}^{-6} \text{s}^2$
C	korekčný faktor prietokomera (clona, dýza, venturimeter)	
d	priemer potrubia	m
d_e	ekvivalentný priemer potrubia	m
f	frekvencia	min^{-1}
g	tiažové zrýchlenie	$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$
Δh	rozdiel výšok hladín manometrickej kvapaliny v U-manometri	m
$\Delta h'$	rozdiel výšok hladín manometrickej kvapaliny v šikmom ramene U-manometra	m
L	dĺžka potrubia	m
z	geodetická výška	m
$\frac{L_{\text{ekv}}}{d}$	relatívna ekvivalentná dĺžka potrubia	
\dot{m}	hmotnostný prietok	kg s^{-1}
N	výkon odstredivého čerpadla	W
N_p	príkon odstredivého čerpadla	W
n	relatívna drsnosť potrubia	
O_z	zmáčaný obvod potrubia	m
p	tlak	Pa
Δp	rozdiel tlakov meraný pomocou U-manometra	Pa
Re	Reynoldsovo kritérium	
S	plocha prierezu potrubia	m^2
S_z	živý prierez potrubia	m^2
\dot{V}	objemový prietok prúdiacej tekutiny	$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
v	lokálna rýchlosť prúdenia tekutiny	m s^{-1}
w	priemerná rýchlosť prúdenia tekutiny	m s^{-1}
α	korekcia špecifickej kinetickej energie na nerovnakú rýchlosť prúdenia tekutiny v priereze potrubia (laminárne prúdenie: $\alpha = 1/2$, turbulentné prúdenie: $\alpha = 1$)	
β	uhol sklonu šikmého ramena U-manometra od vertikály	°
ε	výška výstupkov v potrubí	m
ε_{dis}	špecifická disipovaná energia	J kg^{-1}
ε_w	špecifická energia dodaná ($\varepsilon_w < 0$) alebo odobraná ($\varepsilon_w > 0$) tekutine	J kg^{-1}
$\varepsilon_{w\check{c}}$	špecifická energia dodávaná kvapaline čerpadlom	J kg^{-1}
η	účinnosť	
λ	súčiniteľ disipácie mechanickej energie trením	
μ	viskozita tekutiny	Pa s
ζ	súčiniteľ miestnej disipácie mechanickej energie	
ρ	hustota prúdiacej tekutiny	kg m^{-3}
ρ_{mk}	hustota manometrickej kvapaliny	kg m^{-3}