Základní výpočet plnícího okruhu

Určení hmotnostního průtoku

Plynová konstanta vzduch: R=8,314 MPa.cm^3.K^{-1}.mol^{-1}

Molární hmotnost: M=0,02896 kg/mol

Termodynamická teplota: T=30 ˚C= 303,7 K - odhadováno

Objem válce: V=8000 mm^3 - viz Excelový výpočet

Ovládací tlak p= 1,6 MPa

K výpočtu využijeme stavovou rovnici ideálního plynu

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$m = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T} = \frac{1{,}6 \cdot 8000 \cdot 0{,}02896}{8{,}314 \cdot 303{,}7} = 0{,}146\ kg$$

Jelikož je spínací čas 0,2 sekundy dle měření, je potřebný hmotnostní průtok:

$$Q = \frac{1}{0{,}2} \cdot 0{,}146 = 0{,}73\ kg/s$$

LÁTKA	POTRUBÍ	RYCHLOST m/s
	■ Nizkotlaké rozvody	10 - 20
	■ Vysokotlaké rozvody	20 - 30
	■ Ventilátory do 1 kPa sací potrubí	8 - 12
	výtlačná potrubí	15 - 20
	více než 1 kPa sací potrubí	až 20
	výtlačná potrubí	25 – 30
VZDUCH	■ Kompresory odstředivé sací potrubí	18 – 23
	výtlačná potrubí	25 - 30
	■ Kompresory pístové potrubí sací - podle velikosti	10 - 25
	potrubí výtlačná - podle velikosti	17 - 35

Dle vzorce níže lze určit průměr trubky s ohledem na doporučenou rychlost vzduchu viz tabulka výše.

v=25 m/s

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Hustotu stlačeného vzduchu určíme dle vztahu:

Plynová konstanta specifická $R_s = 287{,}058\ J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$

$$\rho = \frac{p}{R_s \cdot T} = \frac{1\ 600\ 000}{287{,}058 \cdot 303{,}7} = 18{,}35\ kg/m^3$$

$$v = \frac{Q}{\rho \cdot S}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \rho \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}73}{25 \cdot 18{,}35 \cdot \pi}} = \mathbf{0{,}045\ m} \Rightarrow \textit{volím vnitřní průměr trubky } 45\ mm$$

Spotřeba vzduchu

Množství dodávaného vzduchu pod tlakem 16 bar lze učit následovně:

Objem válce: V=8000 mm^3

Počet sepnutí za minutu: n=20 min^{-1}

Rezervní koeficient pro možné ztráty v potrubí k=1,4

Maximální koeficient opotřebení obložení k_{o2}= 2,5

Spotřeba vzduchu níže odpovídá spotřebě při maximálním dovoleném opotřebení obložení, kdy se zdvih pístu 2,5 zvětší.

$$Q_S = k \cdot V \cdot n \cdot k_{o2} = 0{,}008 \cdot 20 \cdot 2{,}5 \cdot 1{,}4 = 0{,}56 \frac{m^3}{min} = 560\ \frac{l}{min}$$

V případě, že obložení je bez opotřebení pak k_{o2}= 1 a spotřeba vzduchu je poloviční

$$Q_S = k \cdot V \cdot n \cdot k_o = 0{,}008 \cdot 20 \cdot 1 \cdot 1{,}4 = 0{,}224 \frac{m^3}{min} = 224\ \frac{l}{min}$$

Vstupní tlak odpovídá tlaku 5 bar, výstupní tlak je 20 bar. Dle těchto tlaků a potřebného množství vzduchu lze zvolit dotlačovací kompresor.

Na základě vypočtených hodnot byl poptán kompresor a vzdušník u firmy ALMIG. Dle poskytnutých informací od firmy ALMIG je ideální vytížení kompresoru okolo 40%. Použitý dotlačovací kompresor BOOSTER 3-42-74 5,5KW má při maximálním opotřebení obložení následující vytíženost:

$$v_k = \frac{Q_s}{Q_k} \cdot \frac{p}{p_k} = \frac{0{,}56 \cdot 1{,}6}{0{,}937 \cdot 2} = 0{,}597 = 47{,}8\%$$

Kde Q_k je množství vzduchu dodávaného kompresorem.

P a p_k jsou plnící tlak spojky a tlak pod kterým je kompresor schopný dodávat uvedený objemový průtok.

V případě že je obložení bez opotřebení je pak vytíženost 2,5x menší: **19,12 %.**

Opotřebení obložení, při kterém kompresor dosáhne hraničního vytížení 40 %, lze vyjádřit takto:

Objemový průtok za minutu při vytíženosti 40%

$$v_k = \frac{Q_{s40}}{Q_k}\frac{p}{p_k} = \frac{Q_{s40}}{0{,}937}\frac{1{,}6}{2} = 0{,}4 \Rightarrow Q_{s40} = \frac{0{,}937 \cdot 2}{1{,}6} \cdot 0{,}4 \frac{m^3}{min} = 468\ \frac{l}{min}$$

Koeficient opotřebení při vytíženosti 40%:

$$k_{o240} = \frac{Q_{S40}}{V \cdot n \cdot k} = \frac{0{,}468}{0{,}008 \cdot 20 \cdot 1{,}4} = 2{,}09$$

Zdvih pístu při vytíženosti 40 %:

$$z_p = h \cdot k_{o240} = 4 \cdot 2{,}09 = 8{,}36\ mm$$

Kde h je zdvih pístu.

Opotřebení obložení při vytíženosti 40 %:

$$y_o = z_p - h = 8{,}36 - 4 = 4{,}36\ mm$$

Jelikož jsou na spojce použity dvě plochy obložení je hraniční opotřebení na plochu **2,18 mm**.

Určení velikosti vzdušníku

V_v	[m^3]	Objem válce
V_p	[m^3]	Objem potrubí
l	[m]	Délka potrubí
$V = \mathrm{Vv} + \mathrm{Vp}$		Objem válce a potrubí

$$\mathrm{Vp} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l = \frac{\pi \cdot 0{,}045^2}{4} \cdot 2 = 0{,}003\ m^3$$

$$V = 0{,}008 + 0{,}003 = 0{,}009\ m^3$$

$$VD_r = (15 - 20) \cdot\ V = 18 \cdot 0{,}011 = 0{,}18\ m^3 = \mathbf{198\ \boldsymbol{l}}$$

Velikost vzdušníku by měla být přibližně 198 litrů.