

Potrubí a armatury

- **Potrubí** -slouží k dopravě kapalina, plynů, sypkých hmot i kusového materiálu
- **Výhody :**
 - snadná regulovatelnost dopravovaného množství
 - Možnost vzájemného míšení několik látek dohromady
 - Snadné a rychlé přerušení dopravy

Potrubí a armatury

- Hlavní části potrubí :

- **Trubky (do průměru 60 mm) a trouby (nad 60 mm)**
- **Spoje trubek** – pro vytváření potrubí libovolné délky
- **Uzávírky potrubí (armatury)**- k regulaci a zastavení průtoku
- **Tvarovky** –pro dělení a spojování proudu, změnu toku, ukončení potrubí
- **Kompenzátory**- pro vyrovnávání tepelných dilatací potrubí
- **Části k uložení a upevnění potrubí**
- **Vyprazdňovací soustavy**- k odzdušňování, odvodňování nebo vyprazdňování potrubí
- **Kontrolní a měřicí přístroje** –pro kontrolu a měření tlaku, teploty a průtočného množství

Základní veličiny potrubí

- a) **Pracovní látka** – látka dopravovaná potrubím
- b) **Pracovní teplota** - t_p – předepsaná teplota pracovní látky, která se musí za provozu udržovat
- c) **Pracovní tlak** - p_p – předepsaný tlak pracovní látky, který musí být za provozu dodržen
- d) **Jmenovitý tlak** – PN – maximálně přípustný pracovní tlak v potrubí, který nesmí být za provozu překročen
- e) **Jmenovitá světlost** – DN (Jt) – velikost vnitřního průměru potrubí v mm
- f) **Pracovní stupeň** – kritérium, podle kterého se dělí potrubí do skupin v závislosti na velikosti pracovního tlaku a pracovní teplotě

Značení potrubí a armatur

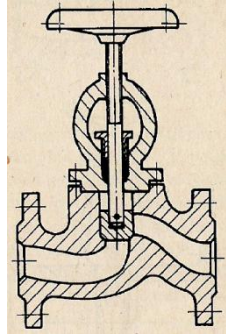
- Na výkresech se kreslí schématickými značkami, které jsou normalizované ČSN. Směr proudění dopravované látky se značí šipkami. Různým druhům dopravované látky norma přiřazuje i barevné značení

Armatury

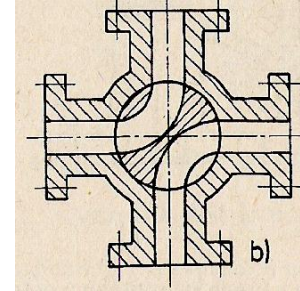
- **Druhy armatur :**
 1. **Přístroje regulační a uzavírací :**
 - Ventily
 - Kohouty
 - Šoupata
 2. **Přístroje pojistné a ochranné :**
 - Pojistné ventily
 - Zpětné klapky
 - Filtry
 - Sací koše aj.
 3. **Přístroje kontrolní a měřící:**
 - Teploměry
 - Tlakoměry
 - Vodoměry aj.

Armatury

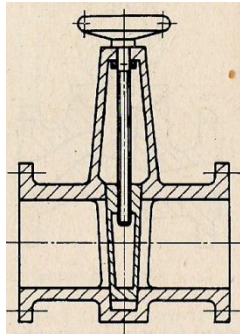
- Ventil



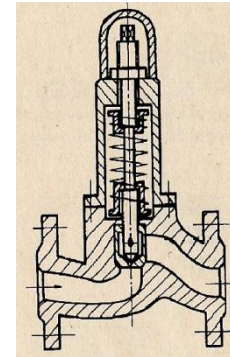
Kohout



- šoupě

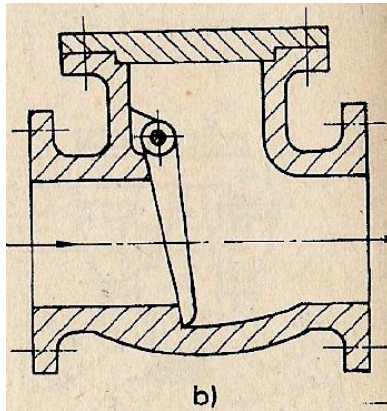


Pojistný ventil

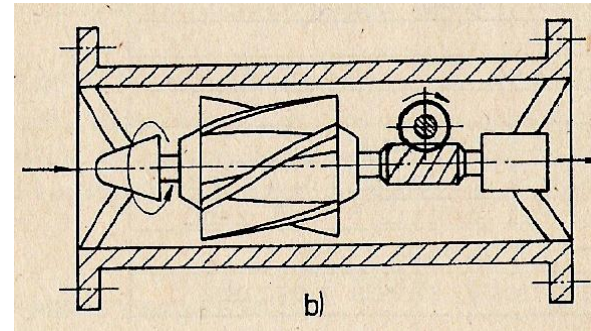


Armatury

- Zpětná klapka



- Měřidlo průtoč.množ.



Výpočet potrubí

1. Výpočet průměru potrubí (světlost)-d

- Výpočet průměru potrubí d (z rovnice spojitosti) :

$$Q_V = S \cdot v \qquad d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_V}{\pi \cdot v}}$$

- Kde :

- Q_V =objemový průtok kapaliny ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
- S =plocha průřezu potrubí (m^2) $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$
- v =rychlost proudění kapaliny ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

- Vypočtený průměr zaokrouhlíme na nejbližší vyšší normalizovaný, který se vyrábí a je uveden v tabulkách

Výpočet potrubí

2. Výpočet tloušťky stěny potrubí

$$s = \frac{p_p \cdot D}{2 \cdot \sigma_{Dt}} + c$$

Kde :

- P_p =tlak v potrubí (MPa)
- D =vnější průměr potrubí (mm)
- σ_{Dt} =dovolené napětí v tahu (MPa)
- c =přídavek k vypočtené tloušťce (mm)

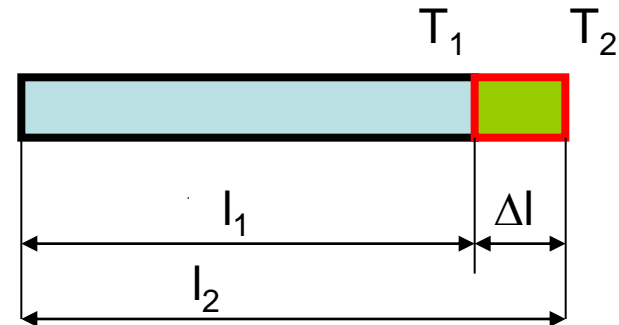
Výpočet potrubí

3. Výpočet dilatace potrubí – pro určení dilatačních kompenzátorů

$$\Delta l = \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta T \text{ (mm)}$$

Kde :

- α = součinitel délkové roztažnosti materiálu potrubí (K^{-1})
- l_1 = délka potrubí (m)
- $\Delta T = (T_2 - T_1)$ = teplotní rozdíl
 - T_2 = dosažená teplota ($^{\circ}C$)
 - T_1 = počáteční teplota ($^{\circ}C$)
- $\Delta l = (l_2 - l_1)$ = délkový rozdíl
 - l_1 = počáteční délka
 - l_2 = konečná délka



Výpočet potrubí

4. Výpočet závažového pojistného ventilu

- Účel je zjistit vzdálenost l tak, aby ventil otevřel při překročení stanoveného tlaku $p > p_p$

$$\Sigma M = 0; \quad F \cdot a - G \cdot l = 0$$

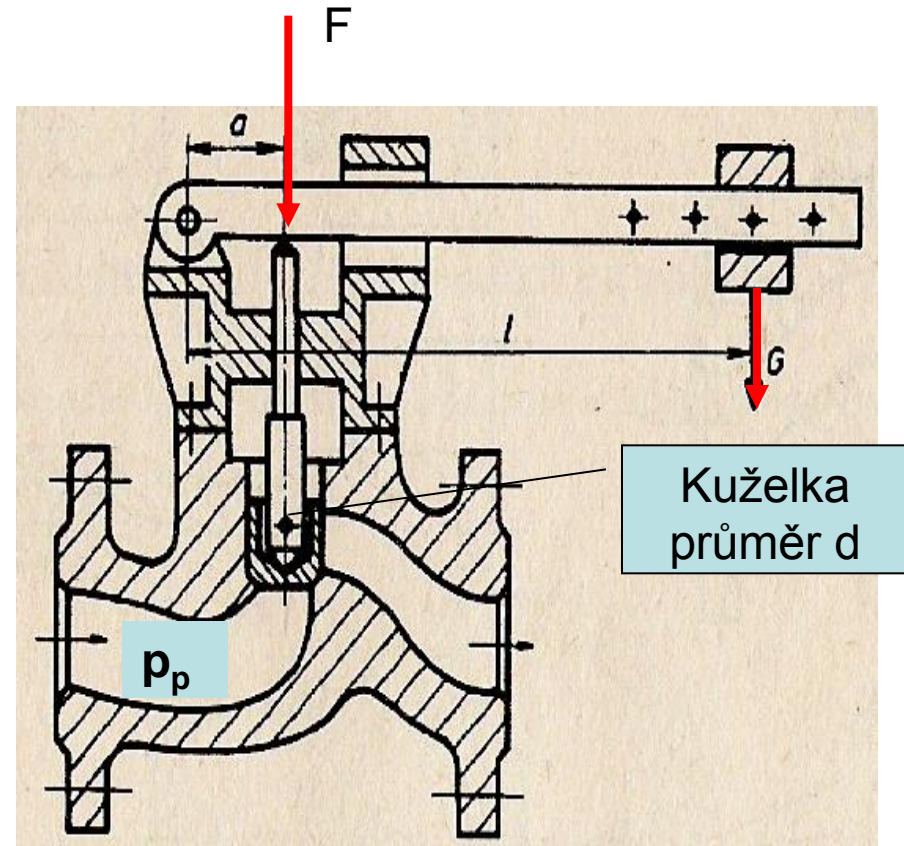
- Síla F musí být v rovnováze s tlakovou silou působící na plochu kuželky $S = \pi d^2 / 4$

$$F = S \cdot p$$

$$S \cdot p \cdot a - G \cdot l = 0$$

- Vzdálenost l

$$l = \frac{S \cdot p \cdot a}{G} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot p \cdot a}{4 \cdot G}$$



Příklad 1.

- Zadání
 - Potrubím má protékat 1000 m³ páry za 1 hod o teplotě 385°C a tlaku 3 MPa. Střední průtoková rychlost páry je 35 m/s. Vypočítejte světlost potrubí d (DN).
- Dáno
 - $Q_V = 1000 \text{ m}^3/\text{hod} = 0,278 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $v = 35 \text{ m/s}$
- Výpočet

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_V}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,278}{\pi \cdot 35}} = 0,100 \text{ m} = 100 \text{ mm}$$

- Potřebná světlost potrubí DN je minimálně 100 mm

Příklad 2.

- Zadání
 - Vypočítejte tloušťku stěny s bezešvé trubky z oceli 15 110.5, je-li pracovní tlak 6,4 MPa, pro přehřátou páru. Rychlost proudění páry je 35 m/s, vnější průměr trubky je 159 mm a přídavek $c=1,7$ mm. Dovolené namáhání v tahu je 47 MPa
- Dáno :
 - $p_p=6,4$ MPa
 - $D = 159$ mm
 - $v = 35$ m/s
 - $c = 1,7$ mm
 - $\sigma_{Dt} = 47$ MPa

Příklad 2.

- Výpočet :

$$s = \frac{p_p \cdot D}{2 \cdot \sigma_{Dt}} + c = \frac{6,4 \cdot 159}{2 \cdot 47} + 1,7 = 12,53 \text{ mm}$$

- **Požadovaná tloušťka stěny je min s = 12,53 mm. V tabulkách je nutné nalézt normalizovanou tloušťku vyráběných tlakových trubek.**

Příklad 3.

- Zadání
 - Vypočítejte tepelnou dilataci ocelového potrubí dlouhého 30 m. potrubím proudí pára o teplotě 200°C, okolní vzduch má teplotu 15°C. pro ocel je koeficient roztažnosti $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
- Dáno :
 - $l_1 = 30 \text{ m}$
 - $T_1 = 15^\circ \text{C}$
 - $T_2 = 200^\circ \text{C}$
 - $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

Příklad 3.

- Výpočet

$$\Delta l = \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta T$$

$$\Delta l = (l_2 - l_1) = \alpha \cdot l_1 \cdot (T_2 - T_1) = 30\,000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (200 - 15) = 66,6 \text{ mm}$$

Potrubí se za daných podmínek prodlouží o 66,6 mm

Příklad 4.

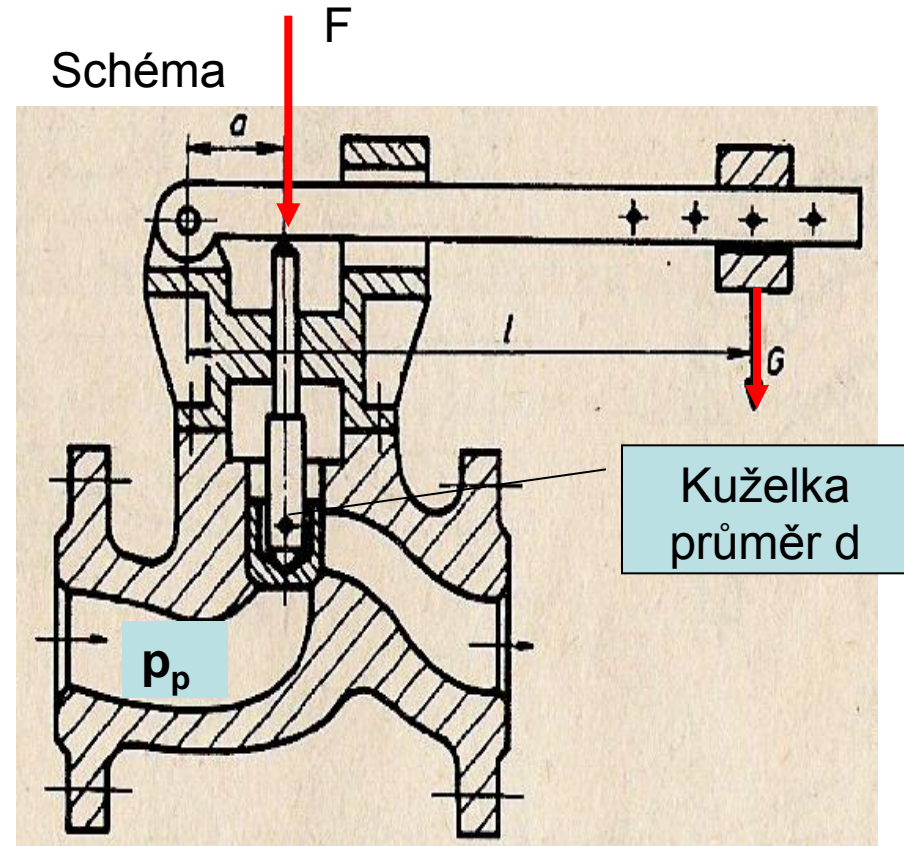
- Zadání
 - Vypočítej do jaké vzdálenosti musíš umístit na rameno pojistného ventilu závaží o váze 5 N, jestliže nesmí překročit tlak v potrubí 0,7 MPa. Ventil má průměr těsnící kuželky $d = 10$ mm a jeho střed je vzdálen od otočného čepu ramena $a = 20$ mm.
- Dáno
 - $G = 5$ N
 - $d = 10$ mm
 - $p = 0,7$ MPa
 - $a = 20$ mm

Příklad 4.

- Výpočet

$$l = \frac{S \cdot p \cdot a}{G} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot p \cdot a}{4 \cdot G}$$
$$= \frac{\pi \cdot 100^2 \cdot 0,7 \cdot 20}{4 \cdot 5} = 219,9 \text{ mm}$$

- Vypočítaná vzdálenost je $l=220 \text{ mm}$



Zadání látky pro samostudium

- Učebnice :
 - Části strojů pro učební a studijní obory SOU a SOŠ
 - Nastudovat látku :
 - str. 161 až 185 – Potrubí
 - Příprava vyučujícího - PowerPoint
 - Nastudovat příklady :
 - Str.175 až 177- potrubí
 - Příprava vyučujícího - PowerPoint
 - Vypracování příkladů dle zadání vyučujícího

Příklady k samostudium

- **Příklad 1**

- Potrubím má protékat 1500 m^3 páry za 2 hod o teplotě 385°C o tlaku 3 MPa . Střední průtoková rychlost páry je $v = 40 \text{ m/s}$. Vypočítejte světlost potrubí d (DN).

- **Příklad 2**

- Vypočítejte tloušťku stěny s bezešvé trubky z oceli 15 110.5, je-li pracovní tlak $p_p = 6,4 \text{ MPa}$, pro přehřátou páru. Rychlost proudění páry je $v = 35 \text{ m/s}$, vnější průměr trubky je $D = 200 \text{ mm}$ a přídavek $c = 1,2 \text{ mm}$. Dovolené namáhání v tahu je $\sigma_{Dt} = 50 \text{ MPa}$