

Název a adresa školy:	Střední škola průmyslová a umělecká, Opava, příspěvková organizace, Praskova 399/8, Opava, 746 01
Název operačního programu:	OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost, oblast podpory 1.5
Registrační číslo projektu:	CZ.1.07/1.5.00/34.0129
Název projektu	SŠPU Opava – učebna IT
Typ šablony klíčové aktivity:	III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT (20 vzdělávacích materiálů)
Název sady vzdělávacích materiálů:	SPS II
Popis sady vzdělávacích materiálů:	Stavba a provoz strojů II, 2. ročník
Sada číslo:	C-07
Pořadové číslo vzdělávacího materiálu:	10
Označení vzdělávacího materiálu: (pro záznam v třídní knize)	VY_32_INOVACE_C-07-10
Název vzdělávacího materiálu:	Potrubí
Zhotoveno ve školním roce:	2011/2012
Jméno zhotovitele:	Ing. Hynek Palát

Potrubí

Potrubí slouží k transportu kapalných a plyných látek. Většinou se jedná o různě složité potrubní systémy skládající se hlavně z trubek, potrubních spojů, různých tvarovek (kolena, T-kusy apod.), ventilů, šoupátek, měřících prvků, kompenzátorů a upevňovacích elementů.

Aby se dopravovaná látka v potrubí pohybovala, je nutný rozdíl tlaků na jeho začátku a konci. Kapaliny někdy proudí i samospádem (např. vodovody, kanalizace).

Základní veličiny a pojmy u potrubních systémů

- pracovní tlak p_p – trvalý tlak, který má látka přepravovaná potrubím;
- objemový průtok Q_v – objem kapaliny, která proteče určitým průřezem potrubí za jednotku času;
- hmotnostní průtok Q_m – hmotnost kapaliny, která proteče určitým průřezem potrubí za jednotku času;
- rychlost proudění v – přepravní rychlost dopravované látky;
- pracovní teplota t – teplota, kterou má látka přepravovaná potrubím;
- jmenovitá světlost DN (někdy J_s) – vnitřní průměr otvoru v potrubí;
- pracovní látka (pracovní médium) – např. voda, vzduch, zemní plyn apod.

Vzájemný vztah mezi objemovým a hmotnostním průtokem

$$Q_v \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$$Q_m \left[\frac{kg}{s} \right]$$

$$Q_v = \frac{Q_m}{\rho} = \frac{\pi \cdot DN^2}{4} \cdot v$$

Odtud lze vyvodit vztah pro jmenovitou světlost potrubí:

$$DN = \sqrt{\frac{4Q_v}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4Q_m}{\pi \cdot \rho \cdot v}}$$

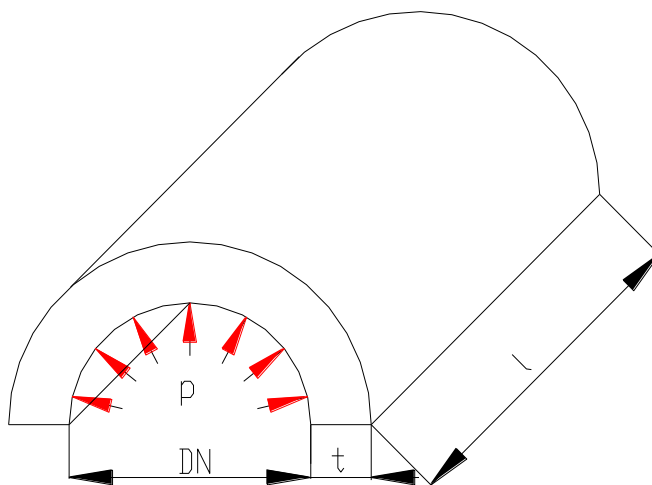
Pro přepravovaná média se v praxi používají následující přepravní rychlosti:

Voda $0,5$ až $2,5 \left[\frac{m}{s} \right]$.

Vodní pára 10 až $15 \left[\frac{m}{s} \right]$.

Stlačený vzduch 2 až $15 \left[\frac{m}{s} \right]$.

Výpočet tloušťky stěny trubky



$$\sigma_t = \frac{F}{S} = \frac{p \cdot DN \cdot l}{2t \cdot l} \leq \sigma_{t \text{ DOV}}$$

Z toho odvodíme tloušťku stěny:

$$t \geq \frac{p \cdot DN}{2\sigma_{t \text{ DOV}}}$$

V praxi se používá vzorec ve tvaru:

$$t \geq \frac{p \cdot DN}{2\sigma_{t \text{ DOV}} \cdot V} + c_1 + c_2$$

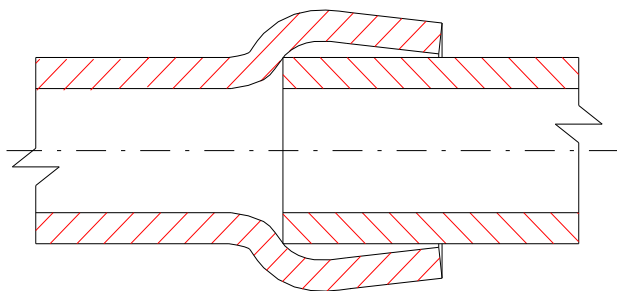
kde V je součinitel kvality podélného svaru trubky (0,6 až 0,8), u bezešvých trubek je roven 1;

c_1 je přídavek tloušťky stěny na výrobní nepřesnost;

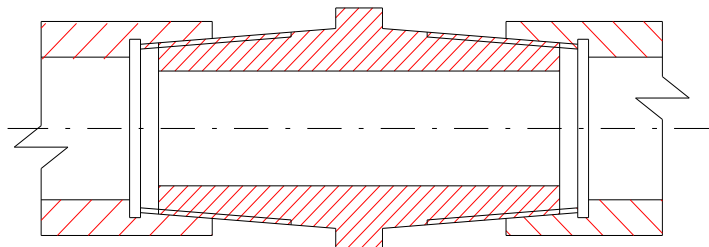
c_2 je přídavek tloušťky stěny na korozi.

Trubky je potřeba vzájemně spojovat. Způsobů existuje víc:

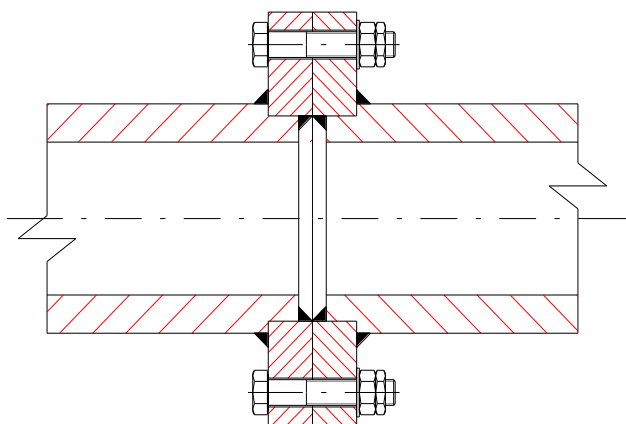
- **Hrdlové spoje** – se používají hlavně pro odpadní potrubí. Vůli ve spoji je třeba vyplnit tmelem nebo lepidlem. Někdy se hrdla svařují.



- **Šroubované spoje** (zvané též „fitinky“) – se vyskytují ve vodovodních rozvodech pro domácnosti. Vyrábí se z temperované litiny a jsou normalizovány. Jejich rozměry se udávají v palcích podle světlosti trubek (DN), ke kterým pasují.



- **Svařované spoje** – se používají pro dálková potrubí (ropovody a plynovody), pro potrubní rozvody s vyšším tlakem (v hydraulice) a v domácnostech u rozvodů plynu. Svary musejí být velmi kvalitní – vodotěsné. Je potřeba je kontrolovat (rentgen, ultrazvuk).
- **Přírubové spoje** – na konce spojovaných trubek jsou přivařeny ocelové příruby tedy kotouče s otvory pro šrouby. Jejich prostřednictvím je pak celé potrubí sešroubováno do jednoho celku. Mezi příruby se obvykle vkládá těsnění (např. pryžový kotouč, někdy měděný kotouč).



Materiály trubek

Trubky se nejčastěji vyrábějí z tvárné oceli, šedé litiny, oceli na odlitky, mědi, mosazi, hliníku, olova, skla a různých plastů.

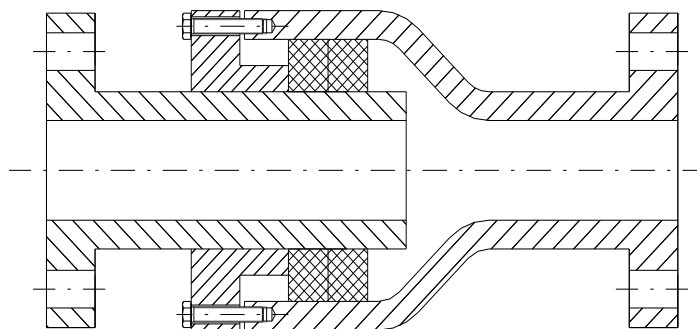
Je-li z konstrukčních důvodů nezbytné, aby část potrubního systému byla ohebná (je-li např. potrubí připojeno k pohyblivým dílům stroje), musí se některé jeho části nahradit hadicemi. Ty jsou nejčastěji pryžové, mohou být ale i z plastů nebo upleteny z kovových pásků.

Ochrana potrubí proti korozi

Potrubí je potřeba účinně chránit před vlivy okolního prostředí (povětrnostní podmínky, podnebí), a to i v případě jeho umístění do podzemí (spodní voda). Rovněž je nutné je chránit i zevnitř, protože i přepravovaná látka může být korozivní. Ochrana se provádí nanášením nátěrových hmot, pokovením nebo plastovými povlaky. Je-li potrubí uloženo do země, je jeho ochranný obal nejčastěji asfaltový s vyztužením skleněnými vlákny. Při nutnosti chránit dopravovanou látku před ochlazováním nebo ohříváním se potrubí opatřuje tepelnou izolací např. z minerální vlny, polyuretanu apod.

Tepelná dilatace

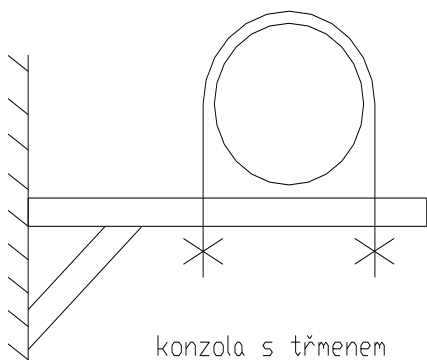
Jednou ze základních fyzikálních vlastností všech konstrukčních materiálů je jejich teplotní roztažnost (dilatace). V důsledku tohoto jevu je při návrhu potrubí nutno umožnit trubkám, aby se při oteplení měly kam prodloužit a při ochlazení opět zkrátit. Jinak by v těle trubky vzniklo napětí, jehož důsledkem může být její deformace popř. roztržení. Proto do potrubí vkládáme kompenzátory. Existují různé typy kompenzátorů. Nejčastěji se vyskytují ucpávkové nebo vlnovcové kompenzátory.



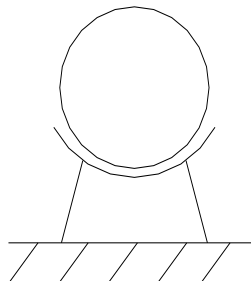
Ucpávkový kompenzátor

Ukládání potrubí

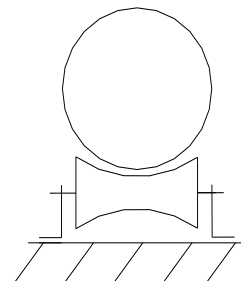
Je-li potřeba potrubí umístit do podzemí, ukládá se zpravidla do předem vykopaných žlabů nebo betonových kanálů. Je-li nad zemí, připevňuje se na různé typy konzol nebo podpěr. Potrubí musí být vždy uloženo tak, aby byl umožněn jeho osový posuv v důsledku tepelné dilatace (roztlačnosti). Proto bývají podpěry potrubí posuvné, nebo osazené válečky.



konzola s třmenem



kluzná podpěra



válečková podpěra

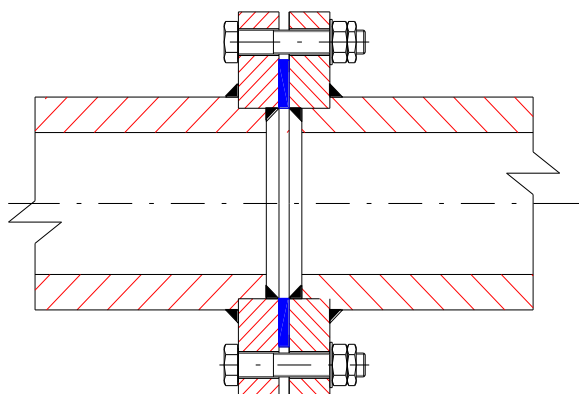
Potrubí je potřeba často kontrolovat a v pravidelných intervalech podrobovat tlakovým zkouškám. (V závislosti na dopravovaném médiu).

Utěšňování potrubních spojů

Spoje potrubí musí být těsné, aby se zabránilo úniku dopravované látky do okolí. Existuje několik způsobů bezpečného utěsnění těchto spojů:

- **Svařované spoje** – kvalitně provedené svary jsou těsné. Aby si dal svářeč záležet, je nutné tyto svary na výkrese opatřit technologickou poznámkou „vodotěsně“.

- **Přírubové spoje** – utěsňování těchto spojů se nejčastěji provádí vkládáním plochých kroužků vyrobených z pryže, kůže, azbestových desek, korku, polyuretanu a někdy i z mědi. Těsnění se vkládá mezi obě příruby, mezi kterými je pak smáčknuto sevřením spojovacích šroubů na přírubách. Vyrábějí se i pryžová těsnění (těsnící manžety), která jsou do těsnící drážky samočinně zatlačována tlakem proudící kapaliny. U vysokých tlaků (např. v hydraulice) se často používá měděných těsnících kroužků nebo se těsní přímým stykem přes hranu dotyku.
- **Hrdlové spoje** – hrdla se těsní vyplněním vhodnou látkou, např. tmelem, teflonovou páskou, lepidlem nebo se může použít pryžový o-kroužek.
- **Šroubové spoje** – pro běžné tlaky se nejčastěji používá nanášené vinuté těsnění z konopí napuštěného fermezí. Pro vysoké tlaky (např. v hydraulice) se používá těsnění s přímým stykem přesně obrobených ploch, většinou kulových nebo kuželových.



Opakovací otázky a úkoly

- K čemu slouží potrubí a jaké pojmy používáme u potrubních systémů?
- Jaký je vzájemný vztah mezi objemovým a hmotnostním průtokem kapaliny a jak vypočteme potřebnou světlost potrubí?
- Proveď odvození výpočtu minimální tloušťky stěny trubky.
- Co je to tepelná dilatace potrubí a jakým způsobem jí čelíme?

Seznam použité literatury

- KRÍŽ, R. a kol.: *Stavba a provoz strojů I, Části strojů*. Praha: SNTL, 1977.
- LEINVEBER, J. – VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky. 3. doplněné vydání*. Praha: Albra, 2006. ISBN 80-7361-033-7.