

Podpěry a závěsy potrubí



© Václav Pekař, 2023

iPotrubí.cz, Vysoké Mýto, 2023

Obsah:

1. POUŽITÉ VELIČINY A JEDNOTKY	5
2. VÝBĚR VHODNÉHO ULOŽENÍ	6
2.1. Všeobecně.....	6
2.2. Základní vývojový diagram pro umístování podpěr.....	6
2.3. Pravidla pro volbu druhu a umístění podpěr a závěsů.....	7
2.3.1. Všeobecná pravidla.....	7
2.3.2. Podpěry anebo závěsy	8
2.3.3. Jednoduché anebo dvojité závěsy	9
2.3.4. Zatížení konstrukce od podpěr a závěsů v závislosti na jejich typu	9
3. URČENÍ VZDÁLENOSTI PODPĚR TAK, ABY NEBYLY PORUŠENY MEZNÍ STAVY POTRUBÍ	11
3.1. Mezní stavy potrubí mající vliv na vzdálenost podpěr	11
3.2. Dovolené napětí v materiálu potrubí a z něj odvozená vzdálenost podpěr .	11
3.3. Maximální vzdálenost podpěr vypočítaná z dovoleného průhybu.....	12
3.4. Dovolená únosnost podpěr a z ní odvozená vzdálenost podpěr.....	12
4. VÝPOČET ÚNOSNOSTI A KONSTRUKCE PODPĚR	14
4.1. Materiál podpěr.....	14
4.2. Konstrukční teploty a dovolené napětí u podpěr	14
4.3. Zatížení podpěr.....	15
4.4. Provádění výpočtu.....	15
4.5. Výpočet tuhosti pružného závěsu či podpěry.....	16
4.6. O konstantních závěsech	18
4.7. Podpěry při dynamických zatížení potrubí	18

5. PROVEDENÍ PODPĚR PRO OCELOVÁ POTRUBÍ	19
<i>5.1. Kotvení.....</i>	<i>19</i>
<i>5.2. Kluzná tuhá podpěra</i>	<i>20</i>
<i>5.3. Směrová zarážka</i>	<i>21</i>
<i>5.4. Směrová zarážka ve všech směrech.....</i>	<i>22</i>
<i>5.5. Vedení.....</i>	<i>23</i>
<i>5.6. Pružná podpěra</i>	<i>24</i>
<i>5.7. Tuhý závěs.....</i>	<i>25</i>
<i>5.8. Pružný závěs.....</i>	<i>26</i>
<i>5.9. Konstantní závěs.....</i>	<i>27</i>
<i>5.10. Zavěšení potrubí na laně či řetězu</i>	<i>27</i>
<i>5.11. Tlumič rázů.....</i>	<i>29</i>
<i>5.12. Provedení uložení se vzpěrnými tyčemi.....</i>	<i>30</i>
<i>5.13. Uložení speciálně pro potrubí pro kryogeny a chladiva.....</i>	<i>31</i>
<i>5.14. Uložení duktů.....</i>	<i>31</i>
<i>5.15. Staré neplatné oborové normy pro potrubní podpěry</i>	<i>32</i>
6. PODPĚRY PRO PLASTOVÁ POTRUBÍ.....	34
<i>6.1. Upravené uložení klasické</i>	<i>34</i>
6.1.1 Důvody nutnosti úpravy uložení	34
6.1.2. Některé klasické podpěry či závěsy ve verzi pro plastová potrubí	34
<i>6.2. Uložení do korýtek.....</i>	<i>37</i>
<i>6.3. Uložení plastových potrubí při „pevné montáži“</i>	<i>38</i>
7. PODPĚRY PRO LAMINÁTOVÁ POTRUBÍ.....	40
8. SOUVISEJÍCÍ TECHNICKÉ NORMY A LEGISLATIVA	41
<i>8.1. Související legislativa.....</i>	<i>41</i>

8.2. Evropské normy (harmonizované k PED).....	41
9. POUŽITÁ LITERATURA A LITERATURA PRO DALŠÍ STUDIUM.....	42
9.1. Odborná literatura.....	42
9.2. Firemní literatura.....	42
9.3. Zajímavé internetové adresy.....	42

1. Použité veličiny a jednotky

Značka	Zkratka jednotky	Název	Značka	Zkratka jednotky	Název
F	N	síla (všeobecně)	t	$^{\circ}C$	teplota
M	Nm	moment síly (všeobecně)	α	$1/K$	koeficient tepelné roztažnosti
M_o	Nm	ohybový moment	Δt	$^{\circ}C$	rozdíl dvou teplot (současné a srovnávací)
$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$	MPa	tahová/ tlaková napětí	q	N/m	tíha od hmotnosti trubky s izolací a tekutinou na 1m délky potrubí
τ_x, τ_y, τ_z	MPa	smyková napětí	y_{max}	mm	maximální průhyb potrubí
R_e	MPa	mez kluzu materiálu při pokojové teplotě	J	mm^4	moment setrvačnosti průřezu (všeobecně)
R_m	MPa	pevnost materiálu při pokojové teplotě	i	mm	kvadratický poloměr setrvačnosti průřezu
μ	.	Poissonova konstanta	Z, W_o	mm^3	průřezový modul potrubí pro ohyb
f, σ_{dov}	MPa	dovolené namáhání	z	.	součinitel pevnosti svaru
E	MPa	modul tahové/tlakové pružnosti	ρ	kg/m^3	hustota
G	MPa	modul pružnosti ve smyku	g	m/s^2	gravitační zrychlení $9,81 m/s^2$
PT, P_{test}	$bar\ g$	zkušební tlak tekutiny	m	$kg, .$	hmotnost
PS	$bar\ g$	nejvyšší dovolený tlak tekutiny	TD, t_c	$^{\circ}C$	výpočtová teplota tekutiny
PD, p, p_c	$bar\ g$	výpočtový tlak tekutiny	TS	$^{\circ}C$	nejvyšší dovolená teplota tekutiny

tab. 1.1 Jednotky této kapitoly

2. Výběr vhodného uložení

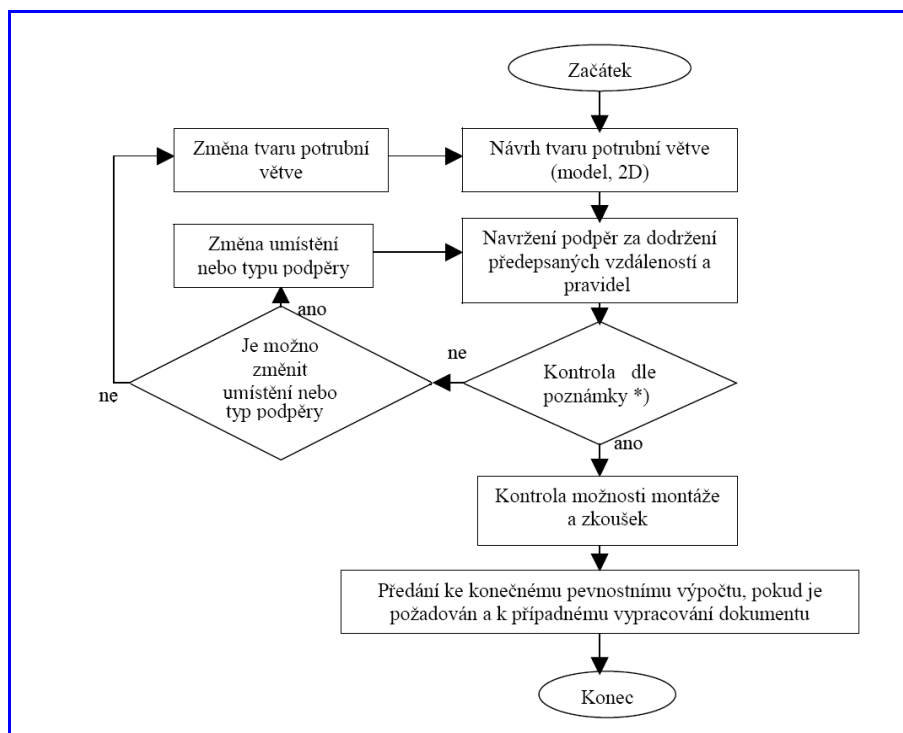
2.1. Všeobecně

Výběru vhodného uložení je třeba se věnovat již v projektové přípravě. V mnoha případech je třeba znát konkrétní typ uložení ještě před začátkem pevnostního a dilatačního výpočtu potrubní trasy a to z důvodu správného zadání míst, kde vyhoví pevná uložení. Tam, kde nevyhoví, je třeba zadat do výpočtu správné tuhosti pružin. Naopak síly pro konstantní závěsy se určují právě na základě výpočtu. Zvýšenou pozornost je nutno věnovat správným délkám táhel. Pokud totiž například dilatace potrubí v místě závěsu bude relativně veliká, pak je třeba potrubí zavěsit na tak dlouhé táhlo, aby nebyla překročena úhlová výchylka táhla cca 4°. Při větší výchylce se začnou významným způsobem projevovat i vodorovné síly, které jsou nepříjemné jak z hlediska přenosu na stavbu, tak i z hlediska výpočtu, protože zvyšují napjatost trasy. Tam, kde je to nutné, je třeba aplikovat speciální uložení. Volbu jednotlivých typů uložení také často předurčují i jiná zařízení v okolí uložení (kolize).

2.2. Základní vývojový diagram pro umístování podpěr

Uložení potrubí je důležitou součástí potrubních systému, má vliv na jejich spolehlivost a životnost. Při nesprávné aplikaci uložení může dojít k poruchám spolehlivosti, které se projevují především roztěsňováním přírub nebo poruchami připojených zařízení, především čerpadel, která mohou při nadměrném zatížení hrdel vykazovat nadměrné vibrace.

Pro správné určení a dimenzování uložení je třeba zpravidla provést dilatační a pevnostní výpočet potrubní sítě a v tomto výpočtu již respektovat omezení pohybu potrubí (např. osová vedení a pevné body). Výpočet je zpravidla prováděn pro více provozních stavů, které jsou definovány úvodním projektem. Navržená uložení pak musejí vyhovovat všem těmto provozním a abnormálním nebo havarijním podmínkám.



obr. 2.1 Vývojový diagram pro korekci trasy a podpěr potrubí

Poznámka*) V této fázi se kontroluje:

- správná vzdálenost podpěr i s ohledem na možnost jejich přetížení a na průhyb potrubí
- možnost absorbování zatížení od tepelné dilatace potrubí
- zatížení hrdel připojených zařízení za účelem zamezení jeho překročení

Je-li zřejmé, že uvedená kritéria budou dodržena i bez pevnostního výpočtu (např. za použití tabulek max. vzdálenosti podpěr z této pracovní instrukce), je možno tento v této fázi nezpracovávat. Musí být dodrženy předepsané vzdálenosti podpěr. Musí být brána v úvahu několikrát větší tepelná roztažnost plastu

2.3. Pravidla pro volbu druhu a umístění podpěr a závěsů

2.3.1. Všeobecná pravidla

V potrubní větvi by měl být použit aspoň jeden pevný bod. Je-li použito více pevných bodů, musí být od sebe tak daleko, aby pružnost trubky mezi pevnými body pohltila tepelnou dilataci mezi uvedenými body. Za pevný bod může být chápán i přírubu aparátu či jiného zařízení.

Uspořádání podpěr u kompenzátorů má takováto pravidla:

- a) Pevné body se umísťují zpravidla doprostřed, tj. mezi tvarové kompenzátory.
- b) Vlnovcové kompenzátory umístěné u aparátu z důvodů zmenšení zatížení hrdla aparátu, musí být ze strany potrubí uchyceny pevným bodem (kotvením)

c) Vlnovcové kompenzátory uprostřed potrubní větve musí být uchyceny z obou stran vedením a uprostřed pevným bodem nebo z jedné strany vedením a z druhé strany pevným bodem.

d) Mezi pevnými body musí být taková vzdálenost, aby umožňovala zejména v místech přirozených kompenzátorů tvarem potrubí, tepelnou dilataci potrubí bez překročení dovoleného namáhání.

e) Trasa potrubní větve by měla být volena tak, aby tvořila maximální počet přirozených kompenzátorů tvarem potrubí (co nejvíce změn směru, co největší členitost)

f) V případě průchodu stěnou musí otvory umožňovat posuvy potrubí ve všech směrech

Uspořádání podpěr u pojišťovacího ventilu či průtržné membrány: U odbočky pro instalaci pojišťovacího ventilu či průtržné membrány má být instalována podpěra, nejlépe však pevný bod, který má být nadimenzován na reakční sílu vznikající v sedle ventilu při jeho odfuku.

Uložení výfukového potrubí má umožňovat tepelnou roztažnost v případě jeho zahřátí a má být nadimenzováno na reakční sílu v ústí výfukového potrubí do atmosféry při odfuku ventilu.

Další pravidla a doporučení pro umístění podpěr jsou v dílu IX. Atlas řešení problematických potrubních konstrukčních uzlů této knihy.

2.3.2. Podpěry anebo závěsy

V zásadě je možné se rozhodnout mezi dvěma základními typy uložení. Jde o podpěry a závěsy. Podpěry používáme tam, kde v blízkém okolí potrubí je vhodné místo na přenos reakcí od potrubí. Dále je výhodné používat podpěry v těch místech, kde je třeba zamezit příčný posuv potrubí v kombinaci s bočním vedením. Závěsy navrhujeme do těch míst, kde se předpokládají pouze svislé reakce a kde není v místě uložení vhodné místo pro přenos sil. Pak působíště reakce přesouváme pomocí táhla na stavební konstrukci nad místem objímky. Na základě znalosti o dilataci potrubí pak musíme rozhodnout, zda postačí pevné závěsy nebo podpěry, nebo zda je třeba použít pružné, nebo dokonce konstantní komponenty. Nejlevnější je provedení pevné, nejdražší provedení konstantní.

Pružinové závěsy připadají v úvahu u malých vertikálních posuvů až do 180 mm, a pokud změna zatížení pružinového závěsu na základě jeho pružinové konstanty může být přenesena potrubím nebo připojenými součástmi zařízení. Konstantní závěsy jsou používány u větších vertikálních posuvů, nebo když je nutná konstantní nosná síla.

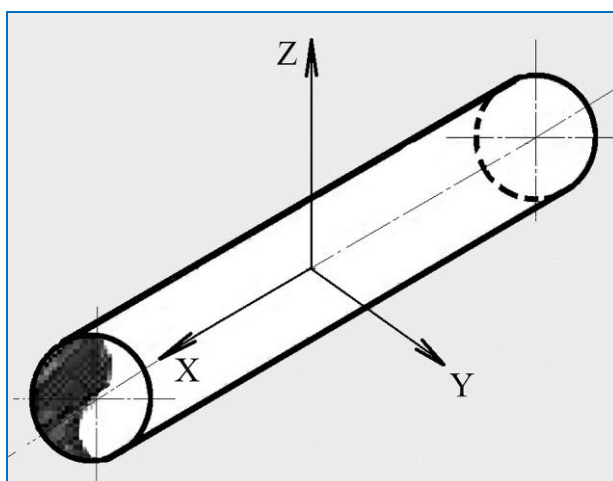
2.3.3. Jednoduché anebo dvojité závěsy

V normálním případě se volí z důvodů ceny a pracnosti montáže u závěsů pro vodorovné potrubí jednotáhlové provedení. Dvoutáhlové provedené volíme v následujících případech:

- Nutnost použití dvou táhel z důvodu dispozičních možností. (např. pokud potrubí a jiné zařízení leží nad objímkou.)
- Pokud je malý výškový rozdíl mezi ocelovou konstrukcí a středem potrubí, které nedovolí, aby se zde daly uložit díly pro přenos zatížení. Nebo v případě, kdy by výchyłka táhla přesáhla 4° , je vhodné použít dvoutáhlový závěs se spodní traverzou.
- Předpoklad vysokého zatížení, které nosná konstrukce nemůže přenést v jednom bodě nebo které nemůže být zachyceno největším možným závěsem z programu.

Další zásadní rozhodnutí musí projektant provést při výběru vhodného způsobu stropního uchycení a zároveň zkontrolovat, zda vybrané řešení je dostatečně pohyblivé ve vodorovném směru, kde se uložení také pohybuje od dilatace potrubí.

2.3.4. Zatížení konstrukce od podpěr a závěsů v závislosti na jejich typu



obr. 2.2 Směr a orientace os

Typ podpěry Symboly: hrdla aparátu a příruby apod.	Posun směrem x	Posun směrem y	Posun směrem z	Rotace okolo x	Rotace okolo y	Rotace okolo z
Kotvení / Pevný bod	R	R	R	R	R	R
Směrová zarážka ve všech směrech, (pevný bod)	R	R	R	N	N	N
Směrová zarážka ve všech směrech, s vůlemi	R, G	R, G	R, G	N	N	N
Směrová zarážka směr x	R, G	F	F	N	N	N
Směrová zarážka směr y	F	R, G	F	N	N	N

Typ podpěry Symboly: hrdla aparátu a příruby apod.	Posun směrem x	Posun směrem y	Posun směrem z	Rotace okolo x	Rotace okolo y	Rotace okolo z
Směrová zarážka směr z	F	F	R, G	N	N	N
Vedení	F	R, G	R, G	N (R,G)	N (R,G)	N (R,G)
Kluzná tuhá podpěra	F	F	+R	N	N	N
Kluzná pružná podpěra	F	F	+S	N	N	N
Kluzná konstantní podpěra	F	F	+C	N	N	N
Tuhý závěs	N	N	+R	N	N	N
Pružný závěs	N	N	+S	N	N	N
Konstantní závěs	N	N	+C	N	N	N
Tlumič rázů a kmitání	V	V	V	N	N	N
Vzpěrné tyče	R	R	R	N	N	N
Hrdlo aparátu	R	R	R	R	R	R

tab. 2.1 Zatížení podpěr v závislosti na jejich typu

Popis reakce	Zkratka
Zachycení pohybu tuhé	R
Zachycení pohybu s určitou vůlí (tj. umožňující pohyb v určitém rozsahu)	G
Zachycení pohybu pružné (s proměnlivou silou danou tuhostí pružiny)	S
Zachycení pohybu konstantní silou (tj. konstantní síla při různém zdvihu)	C
Zachycení tlumící vibrace	V
Odpor proti pohybu třecí silou (momentem)	F
Nezachyceno (Neexistuje odpor proti pohybu. u závěsu bráno do výchytky 4°)	N

tab. 2.2 Popisy reakcí podpěr

Dále se podpěry liší podle toho, zda jsou určeny pro izolovaná anebo neizolovaná potrubí, podle materiálu potrubí, tj. potrubí z uhlíkové oceli, nerezové oceli, plastů anebo laminátů či pro kryogenní potrubí a zda je povoleno je přivařit na trubku či na ocelovou konstrukci anebo jsou šroubovací.

3. Určení vzdálenosti podpěr tak, aby nebyly porušeny mezní stavy potrubí

3.1. Mezní stavy potrubí mající vliv na vzdálenost podpěr

Pro určení vzdálenosti podpěr je vždy limitní jeden ze tří druhů mezních stavů:

- a) mezní stav dovoleného napětí v materiálu potrubí
- b) mezní stav dovoleného průhybu
- c) mezní stav dovolené únosnosti konkrétních uložení

Uvedené je popsáno v ČSN EN 13480.3 Příloha Q, která se zabývá zjednodušenou napěťovou analýzou potrubí. Konkrétně je to tab. č.Q1, která udává vzdálenosti podpěr pro různé podmínky. Dále je tam jednoduše uvedeno, jak se k hodnotám uvedeným v tabulce přišlo. Odvozením takového výpočtu se nyní budeme zabývat. Výpočet vzdálenosti podpěr kdy je mezní stav průhyb tedy případ b), se řadí mezi mezní stavy použitelnosti – viz kapitola v dalším.

Mezní stavy a) mezní stav dovoleného napětí v materiálu a c) mezní stav dovolené únosnosti konkrétních uložení, které také určují vzdálenost podpěr, nepatří mezi mezní stavy použitelnosti, ale patří do této kapitoly mezi mezní stavy únosnosti. Vzdálenosti podpěr vypočítané podle omezení dovoleným průhybem je vždy menší než při omezení dovoleným napětím.

Celkový rozbor mezních stavů pro potrubí je uveden v příslušné kapitole dílu I. této knihy.

3.2. Dovolené napětí v materiálu potrubí a z něj odvozená vzdálenost podpěr

V této kapitole jde o to, že nesmí být překročeno dovolené napětí způsobené všemi zatíženími způsobující primární zatížení ve směru osového hlavního napětí. Protože však v době projektování potrubí a určování vzdálenosti podpěr není znám kompletní výpočet od všech zatížení, je možné z celkového dovoleného zatížení určit část, kterou můžeme brát jako dovolené napětí od zatížení od hmotností trubky, tekutiny a izolace. Výše zmíněná ČSN EN 13480.3 Příloha Q určuje toto dovolené zatížení jako 40% celkového dovoleného napětí, minimálně však 40MPa.

Napětí se vypočítává, jako by byl nosník zatížen spojitým zatížením, tvořeným hmotností trubky, tekutiny a izolace. Z tohoto pružnostně – pevnostního modelu nosníku vypočítáme ohybový moment. Napětí se vypočítá opět klasicky tj. vydělením tohoto ohybového momentu průřezovým modulem tenkostěnné trubky. V případě, že by byl v oblast maximálního momentu svar anebo T-kus, výsledné napětí se musí vynásobit koeficientem svaru anebo SIFem T-kusu. Porovnáním s dovoleným napětím vyjde, zda vzdálenost podpěr vyhoví či ne.

Obecný postup výpočtu vzdálenosti podpěr se skládá ze tří kroků:

Určení měrného zatížení potrubí na jeden metr délky – q . Na výpočet vzdálenosti podpěr se podílí tato zatížení:

- hmotnost potrubí, tekutiny a izolace
- účinky větru a sněhu

Určení velikosti dovoleného napětí materiálu potrubí. Dovolené namáhání potrubí se určí z podmínky, že součet všech osových napětí v nejvíce namáhaném vláknu stěny trubky nesmí přesahovat dovolené namáhání. A jsou to tato namáhání:

- i. osově napětí od vnitřního přetlaku
- ii. osově napětí od ohybového namáhání
- iii. osově napětí od třecích sil v podpěrách
- iv. osově napětí od osově síly vlnovcových kompenzátorů

Všechna tato napětí se musí do hodnoty dovoleného napětí „vtěsnat“. určuje hodnotu namáhání, která je určena pouze pro ohyb způsobený vlastní hmotností. Touto metodou je vypracována i následující tab.. Vzdálenost podpěr je potom odvozena ze vzorců:

$$M_{o \max} = \frac{ql^2}{8} \quad \sigma_{dov} = \frac{M_{o \max}}{W}$$

Z dovoleného průhybu. Vzdálenosti podpěr potrubí se volí tak, aby průhyb potrubí mezi dvěma podpěrami neumožňoval u potrubí s kapalinou hromadění vzduchu. Tomuto požadavku vyhovuje podmínka, že průhyb potrubí mezi dvěma podpěrami není větší než spád potrubí určený elevací podpěr

3.3. Maximální vzdálenost podpěr vypočítaná z dovoleného průhybu

Jednoduchý vztah pro průhyb potrubí je dán následujícím vzorcem. Vzdálenost podpěr je potom odvozena z tohoto vzorce:

$$y_{\max} = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EJ}$$

Bližší údaje o výpočtu vzdálenosti podpěr jsou uvedeny v ČSN EN 13480.3 Kovová průmyslová potrubí Část 3: Konstrukce a výpočet, Příloha Q

3.4. Dovolená únosnost podpěr a z ní odvozená vzdálenost podpěr

Pro potrubí s velkým DN naplněné kapalinou, vychází, že výše uvedené spojitě zatížení působící na jednu podpěru, je větší než únosnost této podpěry. V tomto případě se musí buď snížit vzdálenost podpěr anebo zvýšit únosnost podpěry. Výpočet únosnosti podpěr je uveden dále.

Únosnost podpěry závisí i na rozměrech podložného plechu. Tento plech musí být určen tak, aby nedošlo k narušení stability stěny potrubí a vahou potrubí se nezdeformovala i tyto vztahy jsou uvedeny v dalším.

4. Výpočet únosnosti a konstrukce podpěr

4.1. Materiál podpěr

Materiály použité při výrobě podpěr musí být dovolené pro provozní podmínky a podmínky prostředí potrubí. Materiály podpěr, které jsou v kontaktu s potrubím, musí být kompatibilní a nesmí ovlivňovat požadované metalurgické charakteristiky materiálu potrubí. Materiály musí splňovat požadavky technických norem.

Materiál podpěr se předpokládá 11373 (1.0037) a/nebo 11375 (1.0038). Tyto podpěry se smí použít pro teploty média (páry, kondenzátu) do max. teploty 300°C včetně. Pro náročnější aplikace může být vyroben z materiálu 15Mo3.

Označení materiálu	Materiálové číslo	Označení ČSN	Min. teplota použití °C	Max. teplota použití °C
S235JRG1	1.0037	11373	-19	300
S235JRG2	1.0038	11375	-19	300
P265GH	1.0425	11415	-19	400
13CrMo4.5	1.7335	15121	-19	550
15Mo3	1.5415	15019	-19	500
10CrMo9.10	1.7380	15313	-19	600
X5CrNi18.10	1.4301	17240	-186	400
P272NL1	1.0488		-40	190

tab. 4.1 Nejčastější materiály podpěr

4.2. Konstrukční teploty a dovolené napětí u podpěr

Dovolené napětí u podpěry je menší z hodnot vypočítané z meze kluzu při konstrukční teplotě vydělené bezpečnostním koeficientem nebo pevnosti materiálu při konstrukční teplotě dělené bezpečnostním koeficientem. V případě, že se v materiálu rozvíjí creep a je rozhodující hodnota pevnost v creepu, dovolené napětí je vypočítáno vydělením bezpečnostním koeficientem. Bezpečnostní koeficienty je možno najít v technických normách.

Základní teplotní rozsah je 0°C až 80°C (tj. všechny vyráběné podpěry mají být funkční minimálně v tomto rozsahu). Pro teploty tekutin nad 600°C a pod -19°C se doporučují instalovat do podpěr tepelné bariéry

Teplota tekutiny	t °C
a) Konstrukční teplota částí pod izolací	

Teplota tekutiny	t °C
Přivařené části, třmeny a svorky	t
Části bez přímého dotyku s trubkou	$t.19$
Šrouby, svorníky, matice, čepy	$t.30$
b) Konstrukční teplota částí mimo izolaci	
Části přímo spojené s trubkou	$0,5t,$ $min.80$
Šrouby, svorníky, matice, čepy	$0,33t,$ $min.80$

tab. 4.2 Konstrukční teploty pro jednotlivé části podpěr

4.3. Zatížení podpěr

Zatížení podpěr jsou reakce, které pocházejí od silového (tj. síly a momenty) působení potrubí. Proto i zatížení podpěr je složeno maximálně ze tří sil F_x , F_y , F_z a maximálně ze tří momentů síly M_x , M_y , M_z . Změny sil v podpoře obvykle nesmí překročit 25%.

Podle času působení můžeme rozčlenit zatížení podpěr na:

1. Trvalá zatížení podpěr

Adekvátní část vlastní hmotnosti připojeného potrubí včetně izolace a tekutiny, tlak a tepelná roztažnost v provozních hodnotách.

2. Krátkodobá zatížení podpěr

Tlak a tepelná roztažnost při náběhu, ukončení provozu a v maximálních dovolených hodnotách. Klimatická zatížení (vítr, sníh).

3. Mimořádná zatížení podpěr

Seizmická zatížení, zatížení podpěr při tlakové zkoušce vodou.

4.4. Provádění výpočtu

Únosnost podpěr a závěsů v závislosti na teplotě média v potrubí. U kluzných podpěr a kotevních stojanů se jejich únosnost se snižující teplotou média zvyšuje. U závěsů ale je situace jiná. Sestava závěsu se skládá z vlastní objímky, která je zpravidla vystavena vysokým teplotám. U objímek také dochází k efektu zvyšování maximální únosnosti v závislosti na nižší teplotě, ale sestava je vždy limitována maximální únosností táhla a ostatních komponent, které ale se snižováním teploty média svojí pevnost již nezvyšují.

U kluzných podpěr se využívá koeficient tření, jehož velikost je uvedena v tabulce dále:

Poř. č	1. druh materiálu	2. druh materiálu	Koeficient tření tabulkový	Koeficient nejčastěji používaný ve statickém výpočtu *)	Koeficient nejčastěji používaný v dynamickém výpočtu**)
1	ocel	ocel neznečištěno	0,15-0,2	0,3	0,15-0,2
2	ocel	litina	0,2-0,3	0,3	
3	ocel	ocel nebo litina zkorodováno	0,35-0,45	0,4	
4	ocel	PTFE	0,05	0,1	
5	ocel	PE, PP,	0,3		
6	ocel	PVDF, PFA	0,3		
7	ocel	PVC	0,45		
8	ocel	pryž	0,5		
9	ocel	tavený čedič	0,35		
10	ocel	bronz	0,2		
11	ocel	bronz mazaný grafitem	0,04-0,09	0,1	
12	ocel – valivé tření	ocelový váleček, ocelová kulička	0,03-0,05		

Podmínky: Koeficienty jsou udány pro pohyb z klidu (na mezi adheze)
 *) Ve statickém výpočtu je nutné používat koeficient větší než tabulkový, protože by se mělo započítat i znečištění, např. korozí, které s časem vzniká
 **) V dynamickém výpočtu je nutné brát v úvahu, že kluzná podpora funguje při kmitání jako tlumič a aby výsledek výpočtu byl na bezpečné konzervativní straně, je nutné brát hodnotu tabulkovou nejnižší.

tab. 4.3 Koeficienty tření v kluzných podpěrách

Pro výpočet pevnosti konstrukce podpěry je možné využít výpočtový program využívající metodu MKP. Je též možné použít „ruční“ výpočet.

4.5. Výpočet tuhosti pružného závěsu či podpěry

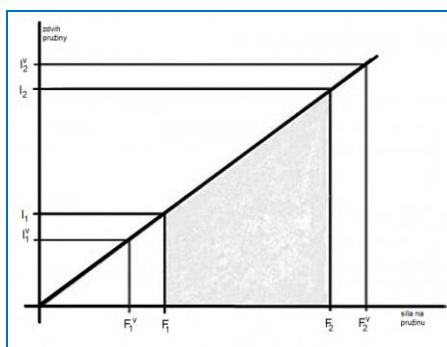
Pružinové závěsy připadají v úvahu u malých vertikálních posuvů až do 180 mm, a pokud změna zatížení pružinového závěsu na základě jeho pružinové konstanty může být přenesena potrubím nebo připojenými součástmi zařízení. Změna zatížení mezi zatížením za studena a za tepla je běžně omezena na cca 25 % zatížení za tepla. Pokud mohou být akceptovány větší změny zatížení, jsou dovolenné i větší posuvy. U pružinových závěsů je pro určení nosnosti nutno předem rozhodnout, zda síly od hmotnosti mají být vyrovnány ve stavu potrubí za studena nebo za tepla.

Pružina je definovaná svoji tuhostí k , zdvihem Δl a změnou síly ΔF při definovaném zdvihu. Vzájemný vztah je takovýto:

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta l} = \frac{F_1}{l_1} = \frac{F_2}{l_2}$$

Kde $\Delta F = F_2 - F_1$ a také $\Delta l = l_2 - l_1$

Veličiny F_1 (předpětí) a l_1 (zdvih při předpětí) jsou při výpočtu určeny při zatížení: vlastní hmotností potrubí, tekutiny a izolace. Veličiny F_2 a l_2 jsou při výpočtu určeny při zatížení: vlastní hmotností potrubí, tekutiny a izolace, dále zatížení od provozní teploty (tj. tepelné dilatace potrubí a včetně pohybu hrdel od tepelné dilatace aparátů) a od provozního tlaku. Proto rozdíl zdvihů Δl je totožný s rozdílem výšky teplého a studeného potrubí v místě závěsu či podpěry. Rozdíl sil je způsoben přitížením nebo odlehčením vzniklým zatížením od provozní teploty (tj. tepelné dilatace potrubí a včetně pohybu hrdel od tepelné dilatace aparátů) a od provozního tlaku.



obr. 4.1 Schema zdvihu a síly pružiny

Maximální zdvih, menší ze sil a tuhost jsou uváděny v katalogu výrobce. Skutečný zdvih Δl musí být vždy uvnitř maximálního zdvihu, který je uveden v katalogu výrobce

Na obrázku jsou exponentem „v“ označeny hodnoty z katalogu výrobce a bez tohoto exponentu jsou uvedeny požadované hodnoty odvozené z výpočtu. V konstrukci pružné podpěry musí být umožněn 10% nadměrný posuv nad posuv výpočtový, nejméně však 25mm.

Kolísání zatížení pružné podpěry je dovoleno v rozsahu 5% až 25%.

$$\text{Kolísání}_{\text{ zatížení}} = \frac{\Delta l \cdot k}{\max(F_1, F_2)}$$

Pracovní charakteristika pružiny

Pro každou velikost pružiny v pružinovém závěsu nebo podpěře musí být známa pracovní charakteristika. Přípustná odchylka od teoretické hodnoty lineární charakteristiky je +/-5%. Pracovní charakteristika je závislost síly na deformaci pružiny. Jedním krajním bodem charakteristiky je stav pružiny po jejím stlačení při výrobě. Tato hodnota je 30% z celkové nosnosti. Druhým krajním bodem je maximální pracovní zatížení. Charakteristika je závislá na pracovním zdvihu. Pružina bývá dodávána s montážním předpětím. Toto předpětí se udává v jednotce síly (kN) nebo v délkové míře (mm). Pružinový závěs (podpěra) je ve stavu požadovaného předpětí zaaretován zařízením, které se snímá až po celkové montáži potrubí a zpravidla až po provedení tlakové zkoušky. Všechny

provozní stavy definované projektem mají ležet v pracovní charakteristice pružiny s rezervou 10%.

Zásady návrhu vhodné pružiny a jejího předpětí. Jak bylo řečeno, všechna zatížení a deformace pružiny v provozních stavech potrubí definované projektem musí ležet v pracovní charakteristice pružiny s rezervou 10%. Výjimkou mohou být některé abnormální nebo havarijní provozní stavy, kdy je dovoleno odlehčit nebo naopak přetížit pružinový závěs nebo podpěru až na 1,8 násobek maximálního pracovního zatížení. V tomto případě je však nutno změnit okrajovou podmínku pro výpočet potrubního systému na pevnou, což může vést k výrazně vyššímu dovolenému zatížení celé sestavy uložení.

Nastavení předpětí na pružinovém závěsu je důležité z hlediska správné montáže potrubního systému. Pokud není pro potrubní trasu proveden deformační výpočet, volí se předpětí na pružině tak, aby pružina nesla vlastní hmotnost potrubní trasy v daném úseku. V případě horkých potrubních tras je však třeba připočítat i dilatace. Návrh správného předpětí se pak provádí tak, aby v horkém stavu byla střednice potrubí co neméně deformovaná (měla minimální přídatná napětí). Je třeba brát v úvahu i požadavek na spádování trasy.

4.6. O konstantních závěsech

Konstantní závěsy jsou používány u větších vertikálních posuvů, nebo když je nutná konstantní nosná síla. Dovolenná odchylna zatížení konstantního závěsu je v normálním případě až do $\pm 5\%$ jmenovitého zatížení, přičemž konstrukce konstantního závěsu umožňuje přenastavení síly $\pm 15\%$ jmenovité nosnosti.

4.7. Podpěry při dynamických zatížení potrubí

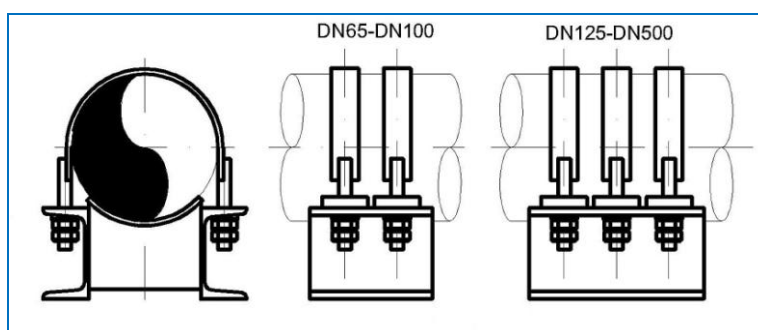
Při dynamických zatíženích potrubí je nutné provést výpočet a vypočítat zatížení podpěr včetně dynamické složky tohoto zatížení. Podpěry je potom nutné na toto zatížení (včetně dynamické složky) nadimenzovat. Použití podpěr, které dynamickou složku utlumují a určení jejich velikosti a umístění je řešeno v dílu Dynamika této série.

5. Provedení podpěr pro ocelová potrubí

5.1. Kotvení

Kotvení (anchor) tuhé zařízení používané pro zabránění relativnímu natočení a posuvům potrubí v místě použití za konstrukčních podmínek teploty a zatížení, které může být samo předmětem nuceného pohybu. Je též možno použít termín *pevný bod* anebo též název *stojan kotevní*. Kotvení se vyrábí podle normy ČSN 130871 Potrubí. Stojany kotevní.

Konstrukce je uzpůsobena pro holá i izolovaná potrubí a zachycuje všechny síly a momenty. Může být podle průměru anebo přenášené síly dvoutřmenová a nebo třítřmenová.



obr. 5.1 Provedení kotvení



obr. 5.2 Provedení kotvení - foto

V potrubní větvi by měl být použit aspoň jeden pevný bod. Je-li použito více pevných bodů, musí být od sebe tak daleko, aby pružnost trubky mezi pevnými body pohltila tepelnou dilataci mezi uvedenými body, což se daleko lépe daří při změně směru potrubí. Za pevný bod může být chápáno i hrdlo aparátu či jiného zařízení.

5.2. Kluzná tuhá podpěra

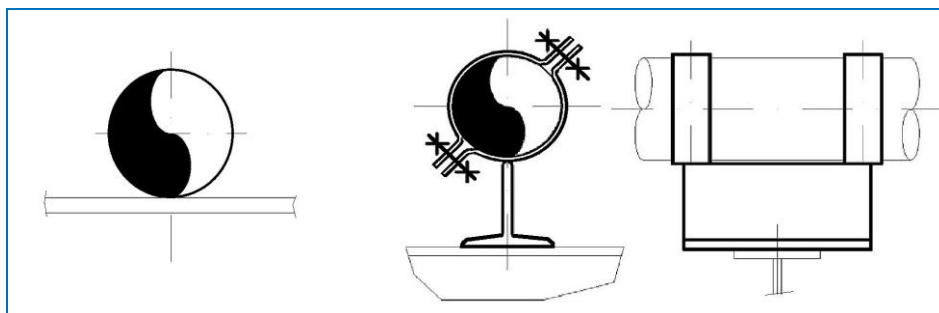
Kluzná tuhá podpěra nebo patka (sliding rigid support or shoe) je zařízení pro přenos vertikálního zatížení potrubní části omezující vertikální pohyb směrem dolů, ale neomezující podstatně rovinné posuvy nebo rotace.

Kluzná podpěra může být projedena i prostým uložením potrubí například na plech. Potrubí však nesmí být izolované.



obr. 5.3 Kluzné podpěry

Kluzné podpěry používáme tam, kde v blízkém okolí potrubí je vhodné místo pro přenos reakcí od potrubí do stavby.



obr. 5.4 Provedení kluzné tuhé podpěry

5.3. Směrová zarážka

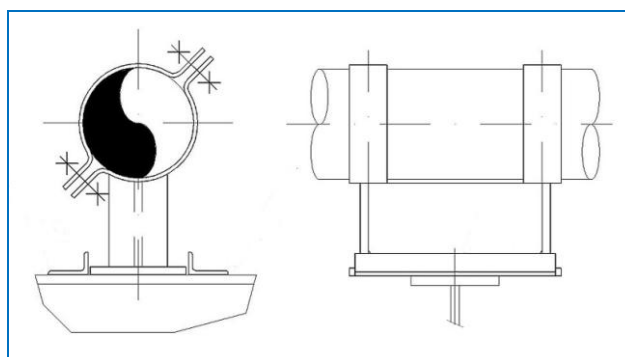
Směrová zarážka (*line stop*) jinak kluzné uložení s vedením rovnoběžným anebo komém k ose potrubí je zařízení, které zamezí axiálnímu anebo radiálnímu posuvu potrubí. Rotace potrubí však jsou povoleny. U malých DN se směrová zarážka tvoří kluznou podpěrou, která má v základech instalované vlastní zarážky. U větších DN jsou běžnější zarážky instalované ve výši osy potrubí na pomocné ocelové konstrukci.



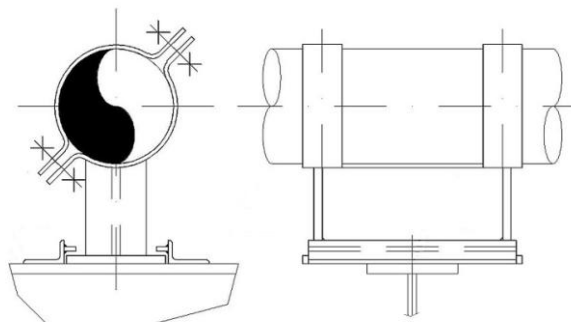
obr. 5.5 Směrová zarážka ve směru obou os s vůlemi

Vhodné konstrukční řešení směrové zarážky v případě izolovaných potrubí je doplnění kluzáku o zarážky v obou směrech tj. podélném i/nebo kolmém na osu potrubí. Zarážky zde mohou být instalovány také tak, že nedoléhají na těleso opěrky a jsou od ní instalovány v určité specifikované vzdálenosti.

Směrové zarážky používáme tam, kde v blízkém okolí potrubí je vhodné místo pro přenos reakcí od potrubí na stavební konstrukci. Dále je výhodné používat směrové zarážky v těch místech, kde je třeba zamezit příčný posuv potrubí v kombinaci s bočním vedením.



obr. 5.6 Provenení směrové zarážky rovnoběžné s osou potrubí II.

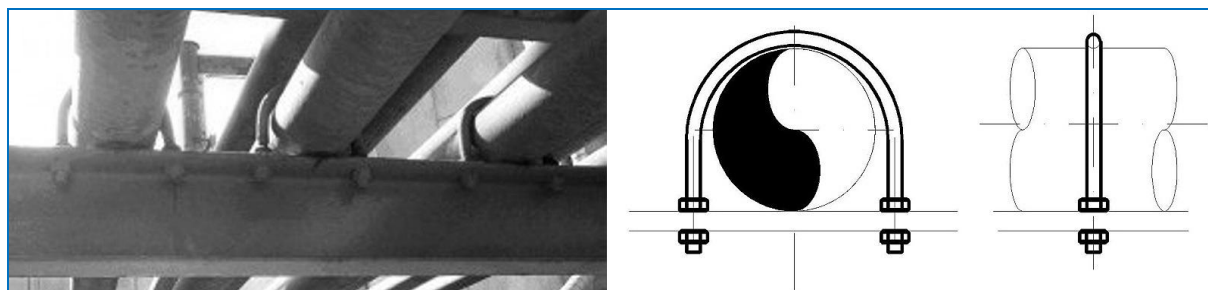


obr. 5.7 Provenení směrové zarážky rovnoběžné s osou potrubí III.



obr. 5.8 Provenení směrové zarážky rovnoběžné s osou potrubí ve výšce osy potrubí II.

Na neizolovaném potrubí je však možné efektu směrové zarážky ve směru kolmém na osu potrubí provést i instalací jednoho třmenu vyrobeného podle ČSN 130725 Potrubí. Třmeny pro potrubí. Avšak matice těchto třmenů nesmí být dotaženy, vždy je instalována jedna matice pod a jedna matice nad protikusem.

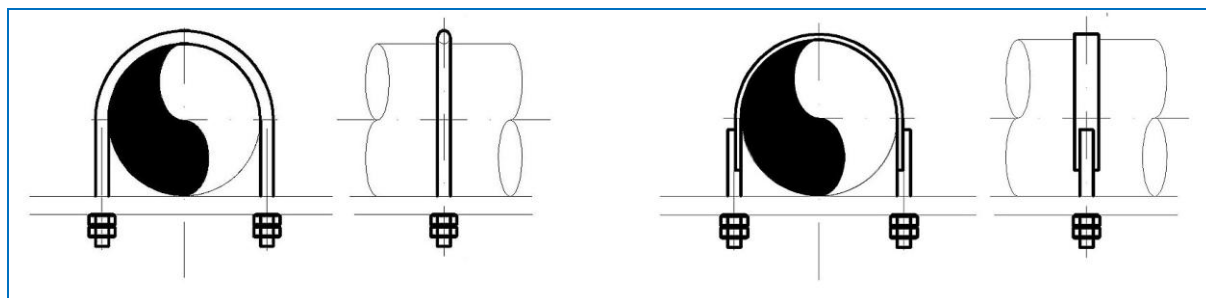


obr. 5.9 Směrová zarážka.provedení třmenem

5.4. Směrová zarážka ve všech směrech

Směrová zarážka (line stop), (jinak též pevný bod nepřenášející momenty) je zařízení, které zamezí posuvu potrubí, ve všech směrech najednou, rotace však jsou

povoleny podle obou os kolmých na osu. Jinak řečeno je to pevný bod, který nepřenáší momenty. Realizace může být provedena pevně dotaženým třmenem, který může být tvořen ohnutou tyčovinou anebo ohnutým páskem. Pevné dotáhnutí je zajištěno vždy dvěma maticemi na jedné straně protokusu. Třmeny z tyčoviny se vyrábějí podle ČSN 130725 Potrubí. Třmeny pro potrubí. Třmeny by se měly používat jen na neizolovaná potrubí.



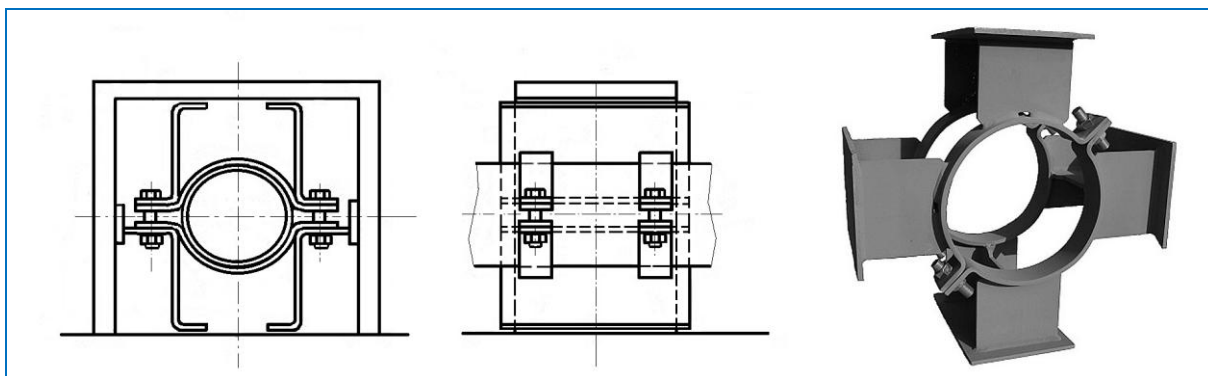
obr. 5.10 Provedení směrové zarážky pomocí kulatého třmenu



obr. 5.11 Provedení směrové zarážky pomocí kulatého třmenu - foto

5.5. Vedení

Vedení (guide) je zařízení, které připouští pohyb potrubí ve směru osy potrubí, zatímco zabráňuje pohybu v jednom nebo více směrech kolmých na osu potrubí. Rotace potrubí však jsou povoleny minimálně podle obou os, kolmých na osu potrubí. Jde to stejnou konstrukci jako u *směrové zarážky (line stop)* avšak potrubí je většinou svislé. U malých DN se směrová zarážka tvoří kluznou podpěrou, která má v základech instalované vlastní zarážky. U větších DN jsou běžnější zarážky instalované ve výši osy potrubí na pomocné ocelové konstrukci.



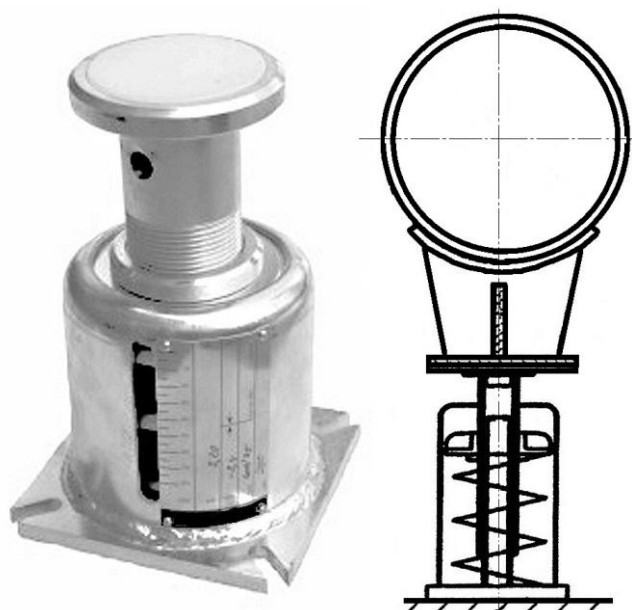
obr. 5.12 Provenení směrové zarážky rovnoběžné s osou potrubí ve výšce osy potrubí

5.6. Pružná podpěra

Pružná podpěra (spring support) je pružně vedené nebo v závěsu zavěšené zařízení pro přenos vertikálního zatížení připouštějící vertikální posuvu. Dále však budeme rozlišovat pružnou podpěru a pružný závěs. Pružná podpěra je tedy kluzné uložení s pružinovou podpěrou. V případě zatížení vertikální silou je umožněn posuv, který umožňuje do zařízení vložená pružina. Kluzná část může být instalována nad i pod pružinou. Výhodnější konstrukce je v případě, když kluz je umožněn nad pružinou, protože kluzné síly jsou vůči ose trubky na kratším rameni, jde tedy o zatěžování trubky menšími momenty. Může zde být též přidána i směrová zarážka v obou kolmých směrech na osu potrubí.



obr. 5.13 Provedení pružné podpěry samostatně a v kombinaci se směrovou zarážkou



obr. 5.14 Provedení pružné podpěry samostatně

5.7. Tuhý závěs



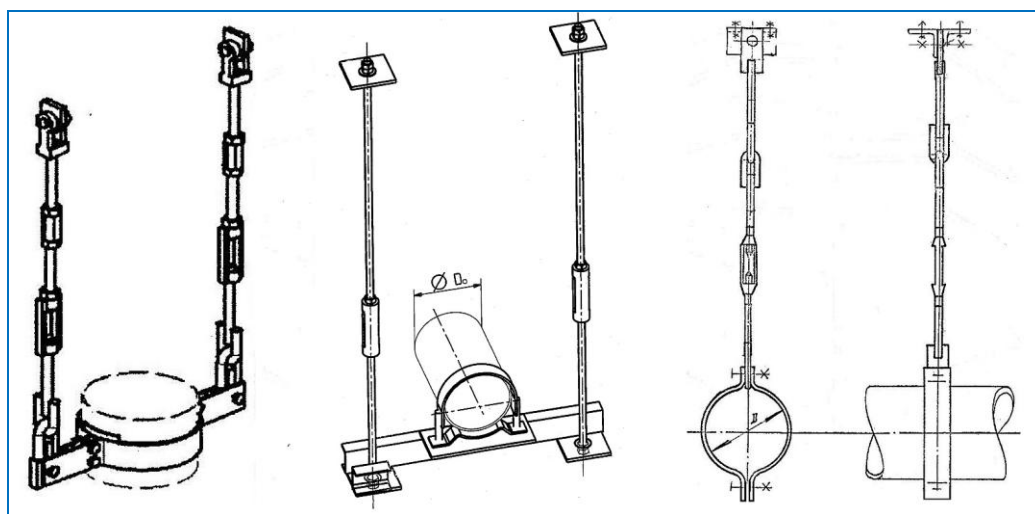
obr. 5.15 Tuhé závěsy vodorovného a svislého potrubí

Provedení tuhého závěsu se skládá z objímky na trubce, z táhla (tyč se závity) a z upevnění na konstrukci. Upevnění může být přivařené i šroubované. Potrubí může být bez izolace i izolované. Většinou bývá tyč závěsu přerušena a do ní vložen dvojitá matice s opačnými závity na koncích. Tímto je možno závěs seřídít tak, aby byl za studena mírně napnutý. Tuhý závěs musí být umístěn a konstruován tak, aby po zahřátí potrubí nesvíral se svislicí úhel větší než 4° .

Závěsy navrhujeme do těch míst, kde se předpokládají pouze svislé reakce a kde není v místě uložení vhodné místo pro přenos sil. Pak působíště reakce přesouváme pomocí táhla na stavební konstrukci nad místem objímky.



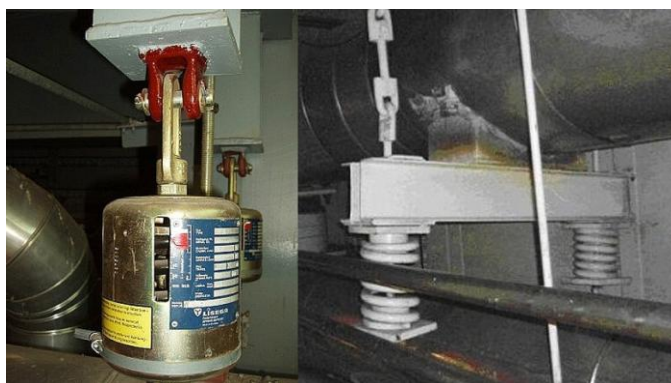
obr. 5.16 Tuhé závěsy na vodorovném potrubí



obr. 5.17 Tuhé závěsy na vodorovném i svislém potrubí

V normálním případě se volí z důvodů ceny a pracnosti montáže u závěsů pro vodorovné potrubí jednotáhlové provedení.

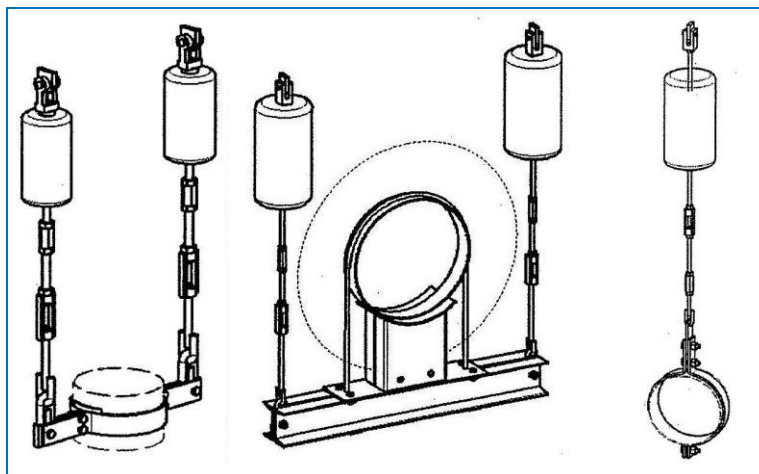
5.8. Pružný závěs



obr. 5.18 Pružný závěs vodorovných a svislého potrubí

Pružný závěs (spring hanger) je v závěsu zavěšené zařízení pro přenos vertikálního zatížení připouštějící vertikální posuvu. Provedení pružného závěsu se skládá z objímky na trubce, z táhel (tyče se závit), z upevnění na konstrukci a z vlastního pružného prvku.

Upevnění může být přivařené i šroubované. Potrubí může být bez izolace i izolované. Většinou bývá jedna tyč závěsu přerušena a do ní vložen dvojitá matice s opačnými závity na koncích. Tímto je možno závěs seřídit tak, aby byl za studena mírně napnutý.



obr. 5.19 Pružné závěsy závěsy na vodorovném a svislém potrubí II.

Pružné závěsy připadají v úvahu u malých vertikálních posuvů až do 180 mm, a pokud změna zatížení pružného závěsu na základě jeho pružinové konstanty může být přenesena potrubím nebo připojenými součástmi zařízení. Změna zatížení mezi zatížením za studena a za tepla je běžně omezena na cca 25 % zatížení za tepla. Pokud mohou být akceptovány větší změny zatížení, jsou přípustné i větší posuvy. U pružinových závěsů je pro určení nosnosti nutno předem rozhodnout, zda síly od hmotnosti mají být vyrovnány ve stavu potrubí za studena nebo za tepla.

5.9. Konstantní závěs

Konstantní závěsy jsou používány u větších vertikálních posuvů, nebo když je nutná konstantní nosná síla. Přípustná odchylka zatížení konstantního závěsu je v normálním případě až do $\pm 5\%$ jmenovitého zatížení, přičemž konstrukce konstantního závěsu umožňuje přenastavení síly $\pm 15\%$ jmenovité nosnosti.

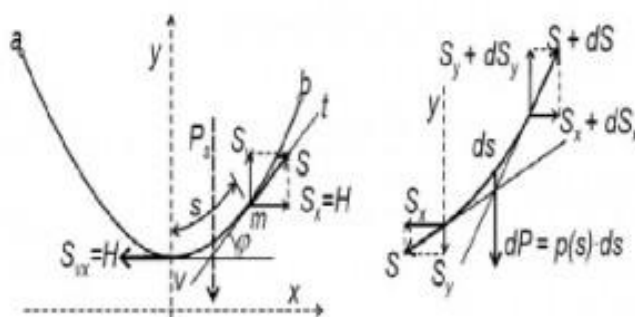
5.10. Zavěšení potrubí na laně či řetězu

Při velkých vzdálenostech podpěr, které jsou vynuceny např. přechodem řeky, železnice nebo silnice je možno použít zavěšení potrubí v šikmém tahu řetězem nebo lanem. Pro další výpočet potrubí potřebujeme zjistit:

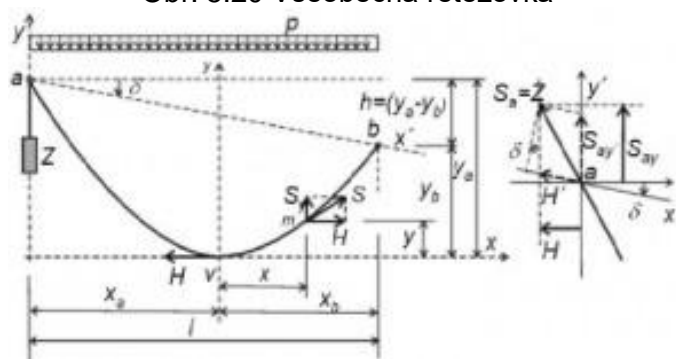
- definovat tuhost celého systému
- určit sílu předpětí

Uvedené hodnoty se zavedou do výpočtu potrubí jako pružná podpěra. Výsledkem je reakce na podpěru. Tato reakce je velikost síly, kterou musí závěsný systém unést. Nakonec se tedy ověří pevnost lana či řetězů.

Je-li dokonale ohebné vlákno zavěšeno ve dvou bodech a zatíženo spojitým zatížením, vzniklou křivku nazýváme řetězovkou. Řetězovka je určena, známe-li osovou sílu (tah) v libovolném bodě vlákna a tvar řetězovky, tj. souřadnice libovolného bodu vlákna. Tvar rovinné řetězovky je závislý na směru a intenzitě zatížení. Rozlišujeme řetězovku všeobecnou, pravou (tížnou) a parabolickou. Rozdíl mezi nimi je v zatížení. Pravá řetězovka má zatížení rovnoměrně rozdělené po ose vlákna a parabolická řetězovka má zatížení rovnoměrně rozdělené po vodorovném průmětu vlákna. Pro naše účely používáme řetězovku parabolickou především z důvodu jednodušších vztahů tuto řetězovku popisujících.



Obr. 5.20 Všeobecná řetězovka



Obr. 5.21 Parabolická řetězovka

Vzorci pro parabolickou řetězovku:

Výsledná rovnice popisující tvar

$$y = \frac{px^2}{2H}$$

kde x, y jsou souřadnice libovolného bodu řetězovky

p je spojitě zatížení řetězovky

H je horizontální síla ve vláknu řetězovky

Vztahy mezi silami

$$S_y = P_x = p \cdot x \qquad S = \sqrt{S_y^2 + H^2}$$

Kde S je osová síla ve vláknu řetězovky

S_y je svislá síla ve vláknu řetězovky

P_x je síla získaná ze spojitého zatížení řetězovky a horizontální vzdálenost sledovaného bodu

Síla S vypočítaná pro bod a je síla předpětí Z

Délka vlákna L

$$\lambda_a = \frac{p}{H} \cdot x_a \qquad \lambda_b = \frac{p}{H} \cdot x_b$$

$$L = \frac{H}{2p} \left[\lambda_a \sqrt{1 + \lambda_a^2} + \ln(\lambda_a + \sqrt{1 + \lambda_a^2}) + \lambda_b \sqrt{1 + \lambda_b^2} + \ln(\lambda_b + \sqrt{1 + \lambda_b^2}) \right]$$

Pro číselný výpočet lze výraz rozvinout v binomickou řadu:

$$L = l + \frac{H}{p} \left[\frac{1}{6} (\lambda_a^3 + \lambda_b^3) - \frac{1}{40} (\lambda_a^5 + \lambda_b^5) + \frac{1}{112} (\lambda_a^7 + \lambda_b^7) - \frac{5}{1152} (\lambda_a^9 + \lambda_b^9) + \dots \right]$$

kde l je horizontální průmět přímě vzdálenosti krajních bodů řetězovky.

Tuhost lana způsobená napínáním řetězovky získáme tak, že předpětí zvětšíme o určitou velikost ΔZ a spočítáme novou délku vlákna, která změní svoji délku o ΔL . Tuhost je potom podíl $\Delta Z / \Delta L$. Tuhost ocelového lana způsobená vlastní pružností má dvě hodnoty:

a) tuhost nového lana, která není přesně definována, a která spočívá v tom, že se jednotlivé drátky pod zatížením deformují a tlačí na sebe

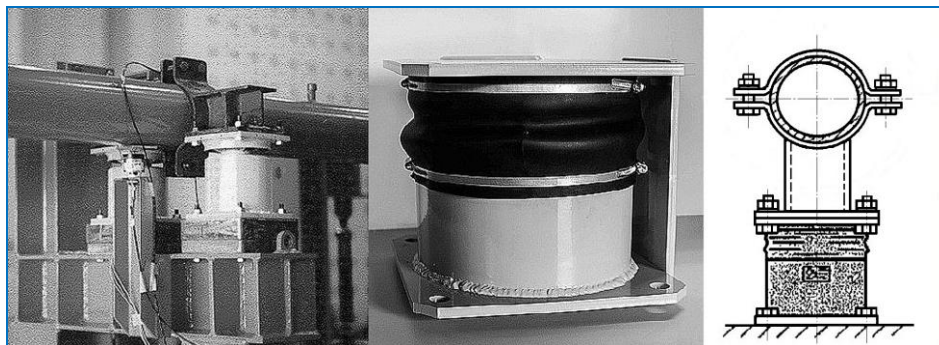
b) tuhost takto „vytáhaného lana“ se zvětší a blíží se k tuhosti ocelové tyče. Je možno zakoupit přímo lano s tuhostí b).

Obě tuhosti jsou mezi sebou v sérii, a proto převrácená hodnota výsledné tuhosti se rovná součtu převrácených hodnot jednotlivých tuhostí.

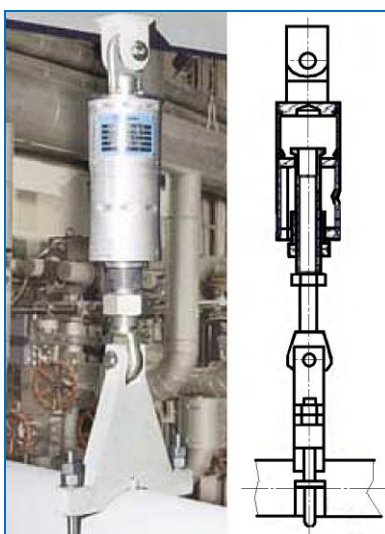
5.11. Tlumič rázů

Tlumič rázů (otřesů) (shock arrester (snubber)) je zařízení, které je samouzavírací nebo samobrzdicí pro omezení rychlých posuvů v jednom nebo více směrech potrubní sítě podrobené dynamickému zatížení, zatímco připouští pomalé pohyby (takové jako od teplotních dilatací) v těchto směrech.

Omezovač kmitání (sway suppresor (sway brace)) je zařízení, které na základě předpětí působí na kmitající potrubí tlumící silou.



obr. 5.22 Provedení uložení s tlumičem kmitů jako podpěra

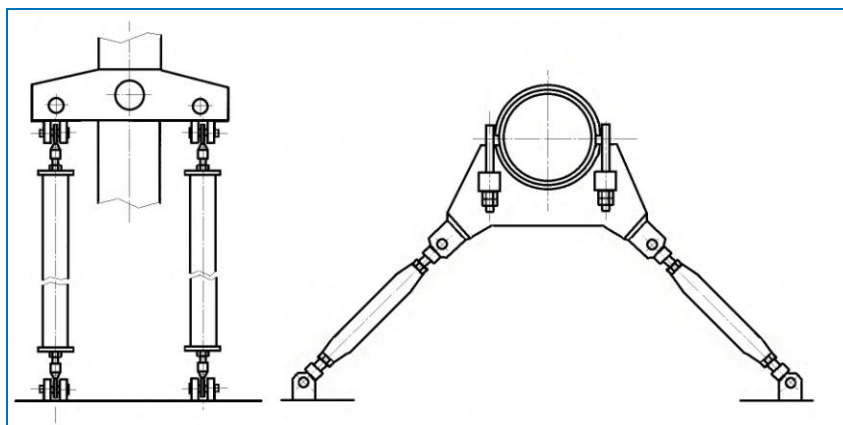


obr. 5.23 Provedení uložení s tlumičem kmitů jako závěs

S bližší konstrukcí a funkcí těchto zařízení seznamuje příslušná kapitola dílu III. Této knihy.

5.12. Provedení uložení se vzpěrnými tyčemi

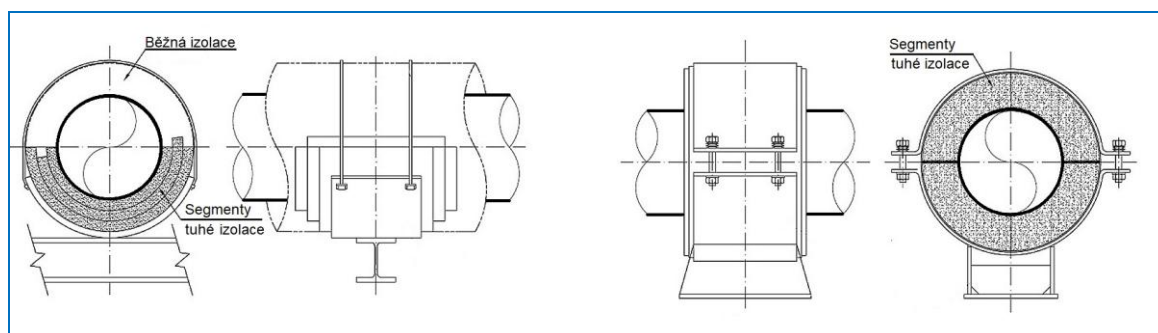
Tuhá kloubová vzpěra (rigid strut) je zařízení pro omezení pohybu potrubí v jednom směru, obvykle během dynamického zatížení. Jde o tlumiče, který využívá systém vzpěrných tyčí. Tato uložení bývají konstruována na zakázku.



obr. 5.24 Příklad instalace vzpěrných tyčí

5.13. Uložení speciálně pro potrubí pro kryogeny a chladiva

Objímka pro tato média je dělána až přes izolaci a to z důvodu ztáty chladu a možnosti křehnutí materiálu podpěr, tudíž ve směru působení síly je nutné používat takovou tepelnou izolaci, která by tuto sílu přenesla, možné je např. použití dřeva.



obr. 5.25 Různé typy kluzné podpěry

5.14. Uložení duktů

Dukty jsou potrubí větších průměrů pro malé tlaky a plynná média. Mají tedy i malou tloušťku stěny. Z tohoto důvodu se musí v místě podpěry provést výpočet stability stěny, aby nedošlo pod vahou potrubí ke zhroucení stěny duktů. Na základě výpočtu se provede zesílení stěny v místě působení sil od podpěry. Různé typy uložení duktů jsou na dalších obrázcích.



obr. 5.26 Uložení duktů – příklad 1, 2, 3

5.15. Staré neplatné oborové normy pro potrubní podpěry

Tyto neplatné oborové normy jsou ještě stále používány při projektování, někteří výrobci podpěr podle nich i vyrábějí. Do této sady patří i několik starých norem ČSN.

ČSN 13 0725 Třmeny pro potrubí

ČSN 13 0871 Stojany kotevní

ON 13 0500 Uložení potrubí. Přehled

ON 13 0530 Vzdálenost uložení potrubí. Výpočtové směrnice

ON 13 0531 Rektifikace potrubí. Směrnice pro projektování, stavbu a provoz

ON 13 0535 Sedla a uložení potrubí. Podklady a směrnice pro výpočet a projektování

ON 13 0600 Objímky dvoudílné se dvěma šrouby

ON 13 0602 Objímky dvoudílné se třemi šrouby

ON 13 0604 Objímky dvoudílné se čtyřmi šrouby

ON 13 0606 Objímky dvoudílné se čtyřmi šrouby pro vyšší teploty (do 550°C)

ON 13 0607 Objímky dvojdílné se třemi šrouby pro vyšší teploty (do 550°C)

ON 13 0610 Závěsný třmem přivařovací

ON 13 0615 Pouta pro svislá potrubí

ON 13 0620 Přichytky pro ocelové trubky

ON 13 0625 Třmeny z ocelových tyčí kruhového průřezu

ON 13 0630 Tyče závěsné

ON 13 0631 Tyče závěsné s okem

ON 13 0635 Závěsná oka z kruhové oceli

ON 13 0636 Závěsná oka plochá

ON 13 0645 Příložky pro tyče průřezu I

ON 13 0650 Podložky pro stropní závěsy

ON 13 0660 Věšáky úhelníkové

ON 13 0661 Věšáky přichytkové

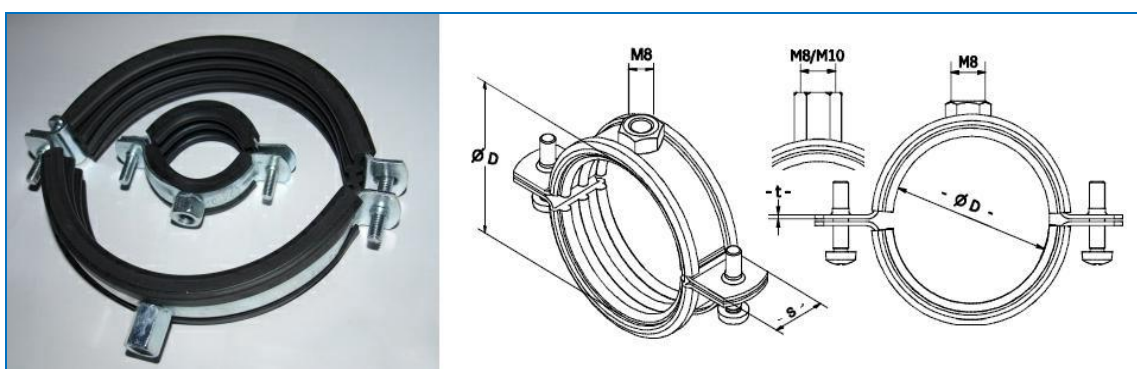
- ON 13 0662 Věšáky přichytkové zesílené
- ON 13 0675 Desky závěsné k objímkám pro svislé potrubí
- ON 13 0680 Kolíky pro stropní závěsy
- ON 13 0685 Šroubovitě pružiny válcové tlačné pro závěsy potrubí. Rozměrová norma
- ON 13 0686 Pružiny pro závěsy potrubí se stlačením 150. Rozměrová norma
- ON 13 0687 Pružiny pro závěsy potrubí se stlačením 100. Rozměrová norma
- ON 13 0689 Pružiny pro závěsy potrubí se stlačením 120 kuželovitě vinuté.
- ON 13 0695 Podložky válečkové
- ON 13 0700 Objímky se dvěma, třemi a čtyřmi šrouby
- ON 13 0710 Závěsné přivařovací třmeny
- ON 13 0750 Závěsy stropní
- ON 13 0755 Závěsy
- ON 13 0770 Závěsy válečkové
- ON 13 0780 Závěsy pružinové pro potrubí. Rozměrová norma
- ON 13 0781 Závěsy pružinové se zdvihem 100. Rozměrová norma
- ON 13 0785 Závěsy pružinové pro malý zdvih. Rozměrová norma
- ON 13 0790 Závěsy potrubí.
- ON 13 0800 Podpěry kluzné do Js 150
- ON 13 0801 Podpěry kluzné s osovým vedením do Js 150
- ON 13 0802 Podpěry kluzné od Js 175
- ON 13 0803 Podpěry kluzné s osovým vedením od Js 175
- ON 13 0810 Podpěry kluzné přivařovací
- ON 13 0811 Podpěry kluzné přivařovací s osovým vedením
- ON 13 0813 Podpěry kluzné přivařovací
- ON 13 0825 Podpěry válečkové
- ON 13 0826 Podpěry válečkové s osovým vedením
- ON 13 0827 Podpěry kluzné Js 400 až Js 2400

6. Podpěry pro plastová potrubí

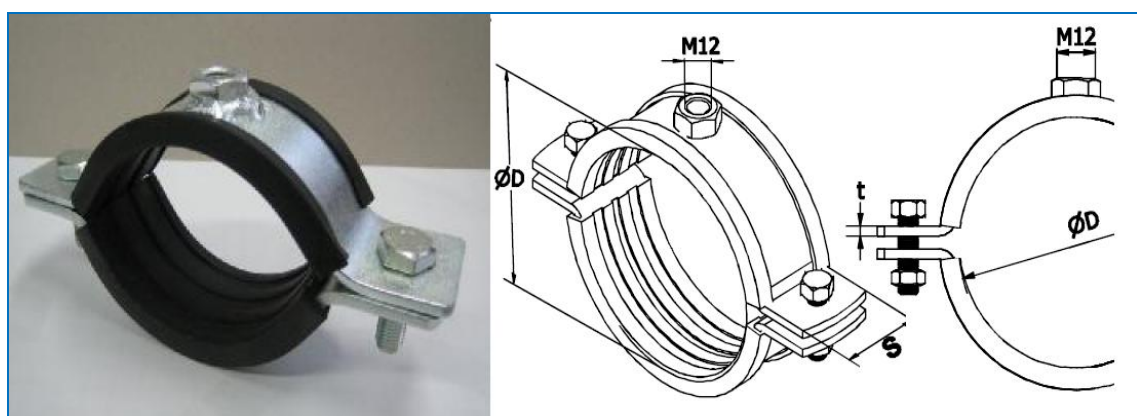
6.1. Upravené uložení klasické

6.1.1 Důvody nutnosti úpravy uložení

Protože plastová potrubí mají jinou normalizovanou řadu vnějších průměrů než ocelová a ostatní kovová potrubí a také proto že plasty jsou materiál o výrazně menší pevnosti a tvrdosti, je nutné používat jiné objímky než pro kovová potrubí.



obr. 6.1 Lehká objímka pro plastová potrubí



obr. 6.2 Objímka MASIVE pro plastová potrubí

Plasty mají výrazně větší tepelnou roztažnost, proto se zde mohou často vyskytovat případy, kdy úhel sklonu táhla je větší než povolené 4° . Z tohoto důvodu je vhodné upravit horní uchycení táhla tak, že se pohybuje v drážce podélné k ose potrubí. Drážka bývá uchycena na konstrukci stavby.

6.1.2. Některé klasické podpěry či závěsy ve verzi pro plastová potrubí

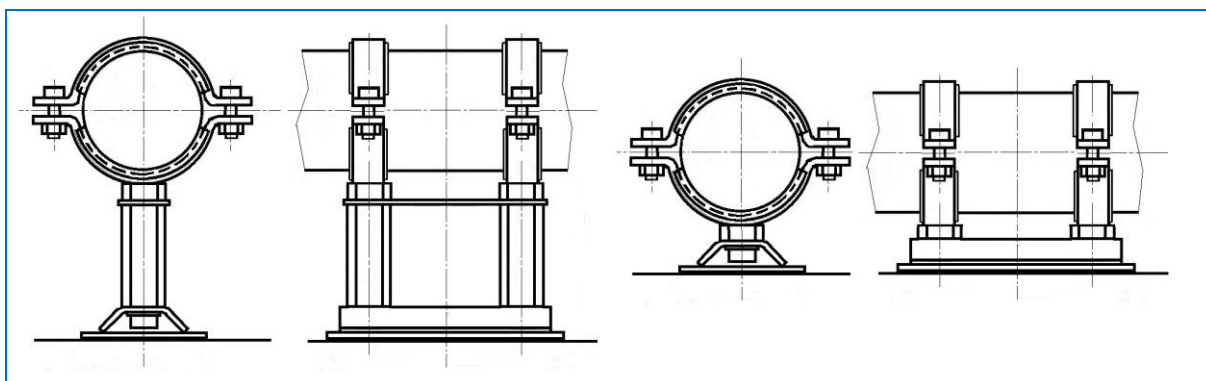
Pevný bod. V potrubní větvi by měl být použit aspoň jeden pevný bod.



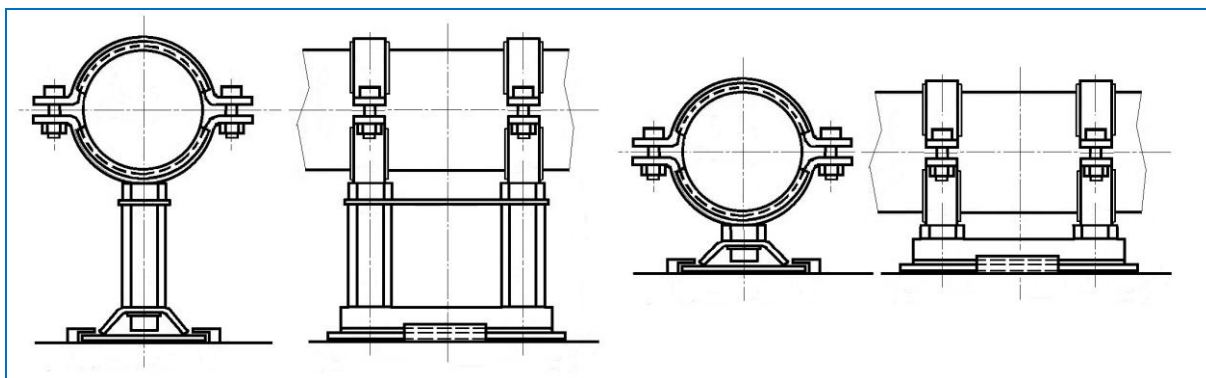
obr. 6.3 Improvizovaný pevný bod pro plastové potrubí



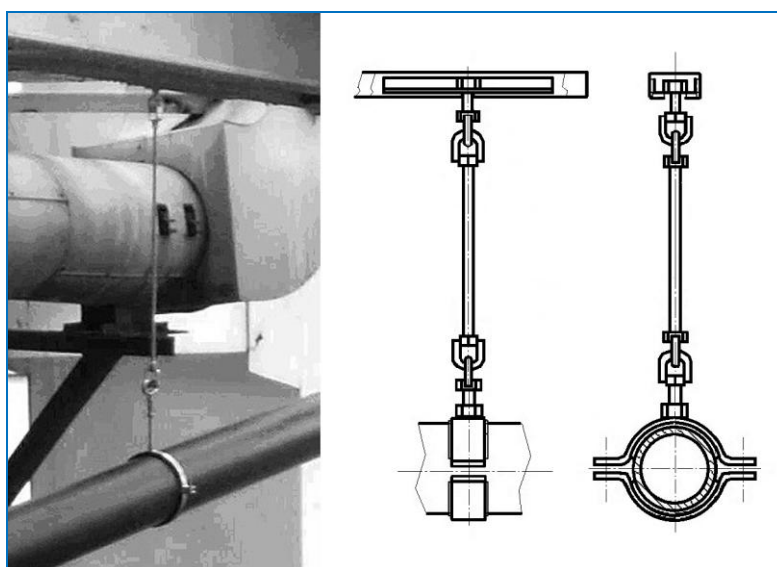
obr. 6.4. Improvizovaná kluzná podpěra pro plastové potrubí



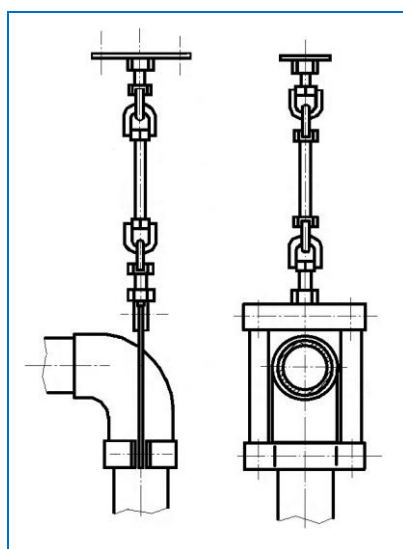
obr. 6.5 Provedení kluzné tuhé podpěry vysoké (pro izolované potrubí) a nízké (pro holé potrubí)



obr. 6.6 Provenení směrové zarážky rovnoběžné s osou potrubí vysoké (pro izolované potrubí) a nízké (pro holé potrubí)



obr. 6.7 Tuhé závěsy na vodorovném plastovém potrubí

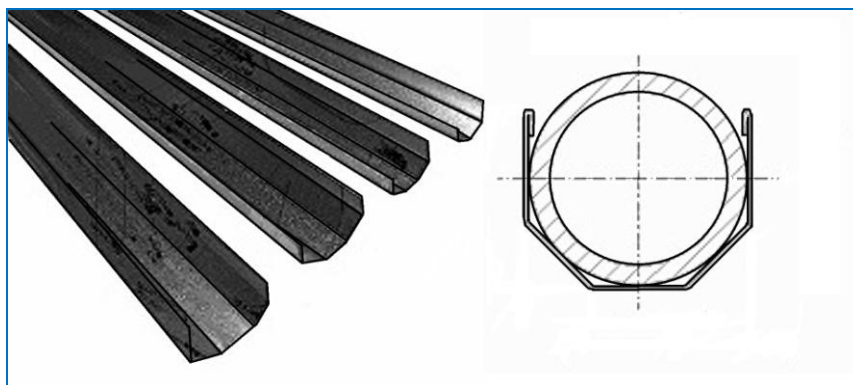


obr. 6.8 Tuhé závěsy na svislém plastovém potrubí

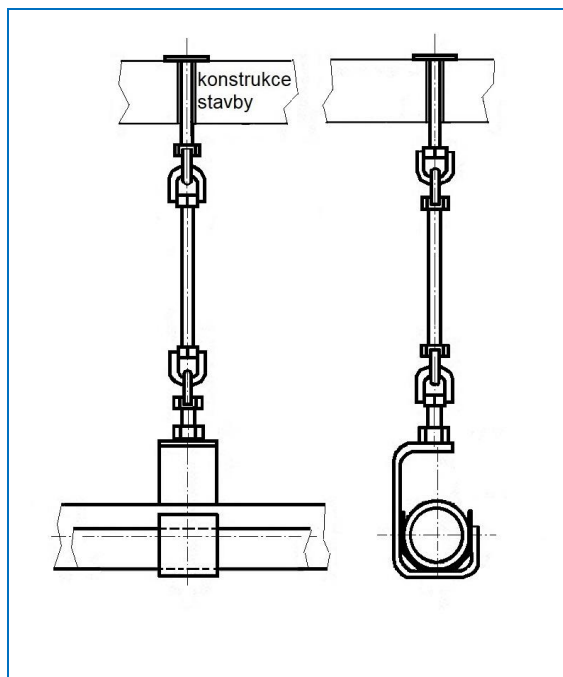
6.2. Uložení do korýtek

Uložení do korýtek se používá do DN 125 a menší pro všechny plasty. Uložení do korýtek se používá pro uložení horizontální. Potrubí se ke korýtkům stahuje páskou. Korýtka mohou být podepřena nebo zavěšena na závěsech. Z důvodu umožnění kompenzace nesmí být umístěna korýtka v dostatečné vzdálenosti od kolen a ohybů, ať už tvarového kompenzátoru nebo při přirozeném změny směru, a to i změně z horizontálního potrubí na vertikální. U vertikálního potrubí se používá systém závěsu v horní části hned pod kolenem a vedení ve střední a/nebo dolní části. U vertikálního potrubí je možno použít i pružného závěsu s pružinou o velkém zdvihu, a to v případě, že je třeba, aby se nepohybovala dolní část svislého potrubí (např. napojení na hrdlo aparátu).

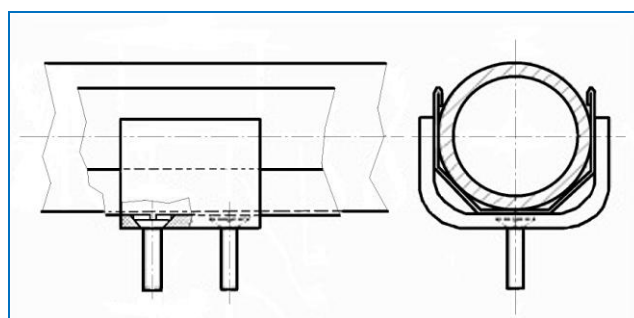
Při uložení do korýtek se využívá adaptace klasických podpěr či žávěsů pro uložení nejdříve korýtka a potom potrubí. Z důvodu umožnění kompenzace nesmí být umístěna korýtka v dostatečné vzdálenosti od kolen a ohybů, ať už tvarového kompenzátoru nebo při přirozeném změny směru, a to i změně z horizontálního potrubí na vertikální. Korýtka totiž umožňuje pohyb v ose potrubí, avšak ne kolmo na osu potrubí. Z tohoto důvodu se v některých místech v okolí U- kompenzátoru anebo v rozích nesmí korýtka vyskytovat.



obr. 6.9 Provedení korýtka



obr. 6.10 Korytka jako závěs



obr. 6.10 Korytka jako podpěra

6.3. Uložení plastových potrubí při „pevné montáži“

„Pevná montáž“ je pevné ukotvení konců plastového potrubí za montážní teploty, popř. předepnutí a ponechání takto vzniklého napětí při nižších teplotách než montážních v potrubí při provozu. „Pevnou montáž“ je výhodné použít při dlouhých potrubních větvích beze změny směru, např. na potrubních mostech. Uspoří se tak náklady na kompenzátory a na ocelovou konstrukci, která kompenzátory nese. Na obou koncích potrubí jsou instalovány pevné body (kotvení). V případě, že je nutné provést montáž za nižších teplot, než vyjde výpočtem, musí tyto pevné body umožňovat předpětí. Dále by měly být mezi pevnými body instalovány kluzné podpěry. V případě, že hodláme potrubí při vyšších teplotách zatížit i tlakem, musí mezi pevnými body instalovány podpěry typu vedení, které neumožňují potrubí vybočit. Kladně zde může působit relaxace napětí plastových potrubí, které po nějakém čase napětí v potrubí sníží.

Výpočet vzdálenosti vedení tak, aby nedošlo k vybočení při vzpěru.

Dlouhé nosníky (pruty) - k poruše/ deformaci dochází podstatně dříve, než napětí přesáhne dovolené napětí materiálu. K poruše dochází vybočením prutu a jeho zborcením. Potrubí se zde řídí podle Eulerova vzorce v oblasti pružného vzpěru.

$$F_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot \frac{J_x}{L^2}$$

Redukovaná (efektivní) délka prutu L je skutečná délka prutu vynásobená koeficientem rovným v tomto případě 1,0. Pro tenkostěnnou trubku platí tento vztah mezi momenty setrvačnosti, podmínka tenkostěnnosti je $D=D_s$

$$2J_x = J_p \quad J_p = A \left(\frac{D_s}{2} \right)^2 = \frac{\pi}{4} h D_s^3$$

Porovnáním s osovou silou dostaneme vzdálenost podpěr, konkrétně vedení:

$$L = \pi \sqrt{\frac{E \cdot J_x}{\sigma_{celk} \cdot A}}$$

7. Podpěry pro laminátová potrubí

Protože laminátová potrubí mají jinou normalizovanou řadu vnějších průměrů než ocelová a ostatní kovová potrubí a také proto že laminát je materiál o výrazně menší pevnosti a tvrdosti, je nutné používat jiné objímky než pro kovová potrubí.

Laminátová potrubí nejsou vhodná pro uložení do korýtek ani pro pevnou montáž jako plasty, zbývá nám proto uchycení upraveným klasickým způsobem, podobně jako je použito u ocelových potrubí.

8. Související technické normy a legislativa

8.1. Související legislativa

1. Zákon 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky ve znění zákona č. 71/2000 Sb. zákona č. 205/2002 Sb., kterým se mění zákon č. 22/1997 Sb.
2. Zák. 102/2001 Sb. O obecné bezpečnosti výrobků tj.směrnice2001/95/EC General Product Safety
3. NV č. 26/2003 Sb., Směrnice PED, kterým se stanoví technické požadavky na tlaková zařízení. 97/23/EC Pressure Equipment Directive (PED).původní
4. NV č. 219/2016 Sb., Směrnice PED, kterým se stanoví technické požadavky na tlaková zařízení. 2014/68/EU Pressure Equipment Directive (PED). nová

8.2. Evropské normy (harmonizované k PED)

Situace týkající se technických norem se vyvíjí, proto to, co je uvedeno v následujících kapitolách nemusí být platné a beze změn v době, kdy tento text čtete.

ČSN EN 13480-1 Kovová průmyslová potrubí. Část 1: Všeobecně

ČSN EN 13480-2 Kovová průmyslová potrubí. Část 2: Materiály

ČSN EN 13480-3 Kovová průmyslová potrubí. Část 3: Konstrukce a výpočet

ČSN EN 13480-4 Kovová průmyslová potrubí. Část 4: Výroba a montáž

ČSN EN 13480-5 Kovová průmyslová potrubí. Část 5: Kontrola a zkoušení

A další, v textu použité technické normy

9. Použitá literatura a literatura pro další studium

9.1. Odborná literatura

1. Hájek E. a kol.: Pružnost a pevnost I. díl, Ediční středisko ČVUT, Praha 1984
2. Hájek E. a kol.: Pružnost a pevnost II. díl, Ediční středisko ČVUT, Praha 1981
3. Chalupa A.: Navrhování ocelových konstrukcí, Vydavatelství ÚNM, Praha 1982
4. Kolektiv: Piping and Pipe Hanger Design and Engineering, ITTGrinnell,
<https://www.ittgrinnell.com/>
5. Macek K., Zuna P.: Strojírenské materiály, ČVUT 2003
6. Mikula J. a kol.: Potrubí a armatury, SNTL Praha, 1969
7. Pekař V.: Jak na potrubí? Kniha nejen o pevnostních výpočtech potrubí, I. Vydání,
APTI Líbeznice, 2021
8. Tichý M. a kol.: Zatížení stavebních konstrukcí, SNTL 1987

9.2. Firemní literatura

1. Katalog podpěr Lisega, 2010
2. Katalog podpěr Gradior, 2020
3. Katalog podpěr Moraviasystems, 2020
4. Katalog podpěr MPSJ, 2008
5. Katalog podpěr ADECO <http://www.adeco-ct.cz/podpery.php>
6. Supports and Hangers for GRP piping, Fest Engineering s.r.o.
7. Katalog výrobků, Macroflex, 2005

9.3. Zajímavé internetové adresy

Adresa stránek	Téma stránek
https://ipotrubici.cz	Plno informací o potrubí pro profesionály
https://www.technicka-zarizeni.cz	O vybraných technických zařízeních
https://www.apti.cz	Asociace poskytovatelů technických informací
https://www.ticr.eu/	Technická inspekce České republiky
https://www.unmz.cz/	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
https://voda.tzb.info.cz	Technická zařízení budov, voda/kanalizace
https://vytapani.tzb.info.cz/	Technická zařízení budov, vytápění
https://topin.cz	Topenářství, instalace
https://tlakinfo.com	Informace o tlakových zařízeních
http://www.adeco-ct.cz/podpery.php	Podpěry plastových potrubí