

Uložení potrubí

Postupy pro navrhování, provoz, kontrolu a údržbu

Volba a hodnocení rezervy posuvu podpěr potrubí

Obsah

1. Definice	2
2. Rozměrový návrh komponent	2
3. Podpěra nebo vedení na sousedním nosníku	3
4. Podpěra nebo vedení na nosníku kolmém k potrubí	4
5. Podpěra na tuhém podkladu	4
6. Patky svislých potrubí.....	5
7. Pružinové podpěry	5

Zpracoval: Michal Křivánek
Vydání: 03/2012
Určeno pro: Projektanty a konstruktéry potrubí, technické pracovníky nákupu, kvality, provozu a údržby.
Autorská práva: Dokument je volně šiřitelný, vyhrazeno je pouze zpoplatněné rozšiřování.
Záruky: Obsah má pouze informativní charakter příručky a doporučení.
Výčet požadavků nemusí být úplný a v úplném souladu s předpisy použitými pro projekt.
Uplatnění uvedených doporučení bez zohlednění požadavků závazných norem není zárukou správného a validního návrhu.

1. Definice

Podpěry, vedení nebo jiné zarážky jsou obvykle vybaveny základnou dané velikosti, přes kterou se přenáší zatížení na okolní konstrukci o libovolném rozměru ve vzájemném kontaktu. Kontaktní plocha může být tvořena přírubou nosníku, kluzným nebo základovým plechem, hlavicí pružinové podpěry nebo jiným konstrukčním prvkem. Při provozu potrubí dochází v místech vazeb k relativním posuvům, kdy se podpěry pohybují vzhledem k nosné konstrukci s omezeními danými stupněm volnosti vazby. V každém provozním stavu, montážním, zkušebním, trvalém i nahodilém nebo mimořádném, musí být vazba funkční, to znamená přenášet požadované složky sil nebo momentů a umožňovat nebo omezovat požadované složky posuvů.

Podpěry potrubí jsou obecně nejspolehlivějším typem vazby, pokud je ovšem zajištěna bezpečná rezerva posuvů vzhledem k limitním polohám. Při jejich dosažení nebo překročení se mění pohyblivost vazby, například při úplné ztrátě kontaktu mezi základnou podpěry a nosnou konstrukcí, kdy dojde k okamžitému skokovému a nevratnému zrušení vazby. Další možností je částečná změna pohyblivosti, jako například klopení podpěry s vedením, která je vratná a obvykle s sebou nenese riziko havárie soustavy potrubí. Přesto je takový mezní stav nepřipustný, protože mění statické předpoklady chování a funkce soustavy. V následujícím textu budou popsány nejčastější případy kontroly rezerv posuvů pro běžné typy a prvky uložení potrubí, s popisem a vysvětlením hlavních zásad. Pro lepší pochopení jsou rezervy vyjádřeny graficky u vybraných typů uložení.

Požadavek většiny norem (EN 13480, VGB, ASME) na rezervy posuvu podpěr a uložení tohoto typu je min. 25mm od krajní polohy v každém provozním stavu. Rezervou se myslí vzdálenost libovolné polohy podpěry a kontaktní plochy, ve které dojde ke změně pohyblivosti nebo statické rovnováhy mezi potrubím a nosnou konstrukcí. Rezerva musí být uvažována a kontrolována v jedné nebo třech souřadnicích, jako výslednice kritického nejkratšího posuvu, podle stupňů volnosti vazby. Přitom se samozřejmě uvažují pouze reálné posuvy, podle smyslu působení z analýzy potrubí.

Volba rezervy posuvu o velikosti 25mm je pro analyzované trasy vždy bezpečná, protože pseudoelastický výpočtový model používaný v běžné inženýrské praxi podává vždy konzervativní výsledky. To znamená, že skutečné posuvy jsou v dalších cyklech najetí a odstavení potrubí vždy menší než výpočtové. Volba rezervy má ovšem své opodstatnění také u analyzovaných tras, kde může dojít k chybnému zadání vstupních dat nebo často opomíjenému provedení analýzy a uvedení výsledků pro stav bez tření ve vazbách, který obvykle znamená větší posuvy v místech podpěr. Rezervy posuvů dále představují určitou pojistku proti nepřesnostem montáže potrubí a nosných konstrukcí, které není nikdy možné vyloučit, dokonale zkontrolovat a seřídít nebo opravit.

2. Rozměrový návrh komponent

Základna podpěry má rozměry obvykle dané typem podle katalogu výrobce. Délka podpěry limituje osově posuvy, šířka podpěry limituje laterální posuvy, ale i výšku podpěry, protože je jednou z veličin s vlivem na tzv. klopení podpěr. To se projevuje protočením objímek podpěry okolo osy trubky a změnou úhlu polohy stojiny podpěry vzhledem k normále opěrné plochy. Ke klopení dochází u příliš vysokých podpěr vlivem silového působení smykového tření mezi základnou a opěrnou plochou, nebo u podpěr s vedením vlivem překročení třecího momentu mezi objímkami a trubkou při překročení kritického klopného momentu z výslednice nenormálních, šikmých sil.

Opěrná plocha nemusí být nutně větší než základna podpěry, protože zvětšování základové desky není vždy přímo úměrné zvýšení rezervy posuvu. Ve většině případů je žádoucí, aby základna podpěry překrývala opěrnou nosnou plochu, kluznou desku, a to z důvodu omezení znečištění a koroze kluzných ploch. Dalším důvodem může být působení UV slunečního záření na kluzné povrchy nosných desek u venkovních provedení, které může znehodnotit vlastnosti povrchových úprav nebo základových desek z umělých materiálů. Soustavy s kluznými deskami o rozměru převyšujícím dvojnásobek šířky příruby nosníků dále způsobují změnu ve způsobu zatížení a namáhání konstrukce, kdy vedle normální síly působí i moment, který může způsobit i kroucení nosníku. Analýza takové soustavy je řádově složitější než kontrola ohybových napětí, průhybu a stability vybočení nosníku.

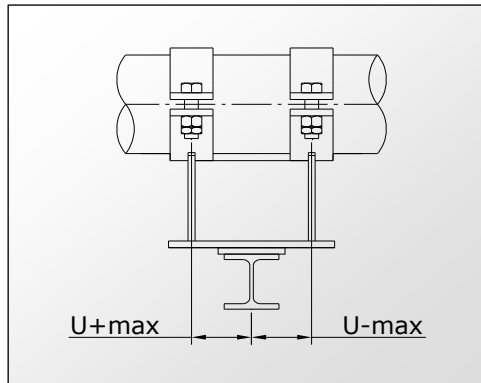
Při konstrukci uzlu musí být vždy uvažovány a hodnoceny rozměry obou prvků sestavy, podpěry i plochy nosné konstrukce. Rozměry základny podpěry a opěrné desky nebo plochy musí potvrdit a dokumentovat projektant potrubí nebo dodavatel uložení.

3. Podpěra nebo vedení na sousém nosníku

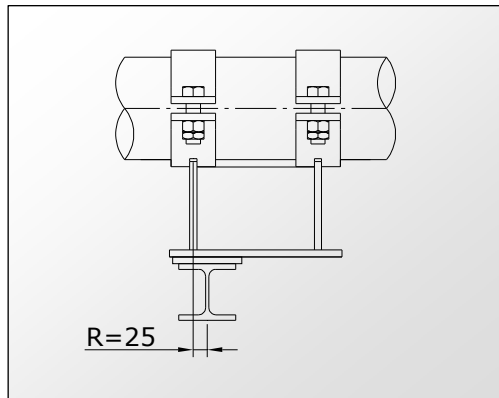
Nejběžnějším případem uložení je kluzná podpěra na nosníku, který je kolmý k ose potrubí. Tato soustava je analogická jiným typům uložení, jako jsou například osová vedení. Rozhodujícím parametrem pro rezervu posuvu je zde vzdálenost základny ve směru osy potrubí od osy nosníku, bez ohledu na to, zda je na něm kluzná deska či nikoliv.

Podpěry se dvěma objímkami jsou obvykle dimenzovány tak, že přenesou celkové zatížení působící v rovině pod jednou objímkou. To znamená, že únosnost nebo pohyblivost podpěry se při osovém posuvu trubky nemění.

Pro kontrolu a hodnocení rezervy posuvu platí pravidla podle následujícího schématu:



kde U_{max} jsou maximální realizovatelné posuvy bez rezervy 25mm, kterou je pro kontrolu přípustného posuvu od U_{max} nutné odečíst. Pro rezervu platí následující schéma:



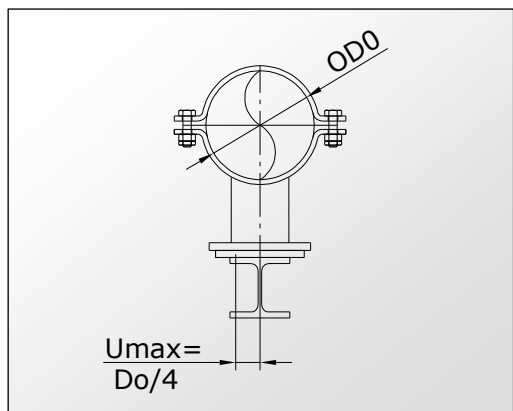
Z vyobrazení vyplývá, že rozměr kluzné desky umístěné na přírubě nosníku nezvyšuje požadovanou rezervu. Nosník konstrukce musí být zatížen ohybem na svou střednici, nikoliv mimoosým krutem. Tyto případy by měly být předpokládány pouze výjimečně, když není možné prodloužit délku podpěry v ose potrubí.

Stejné schéma platí i pro vedení a jiné druhy vazeb než podpěry.

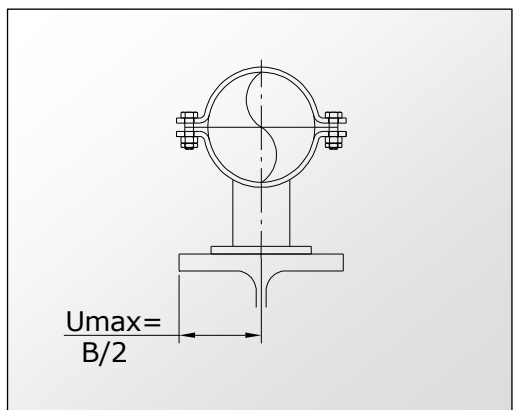
Při překročení rezervy posuvu se změní statická rovnováha uvnitř uzlu podpěry tak, že zatížení jedné objímky tlakem se překlopí do tahové oblasti. Objímky na tento stav ale nejsou obvykle dimenzované.

4. Podpěra nebo vedení na nosníku kolmém k potrubí

Kluzná podpěra nebo vedení umístěná na nosníku, který je souosý s trubkou, vyžaduje především kontrolu laterálních posuvů. Limitem zde je vzdálenost působíště síly od osy potrubí, která může v důsledku způsobit protočení objímek okolo trubky a tím i překlopení podpěry. Bezpečná hodnota přípustného laterálního posuvu je vyobrazena na následujícím schématu:

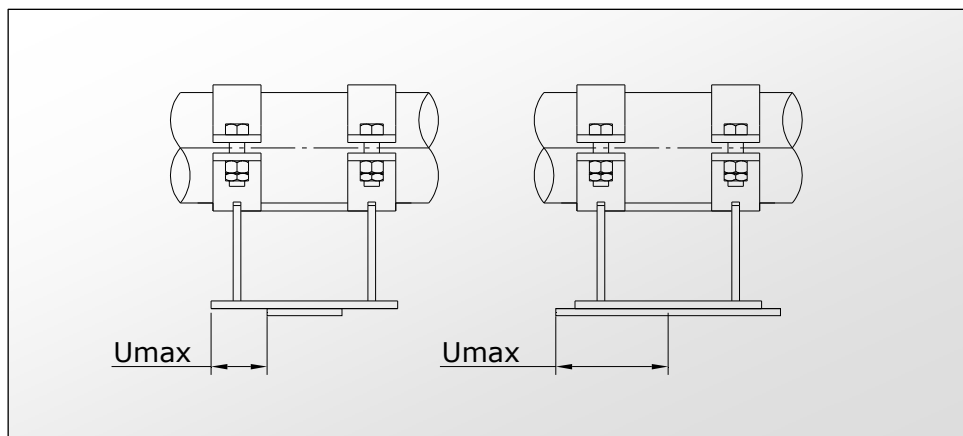


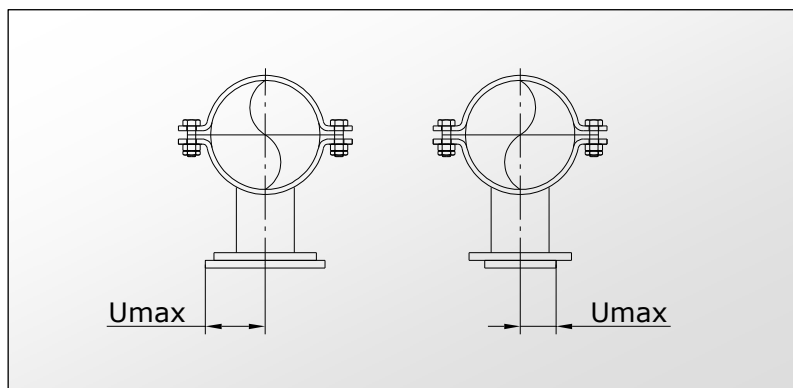
Maximální realizovatelný posuv U_{max} bez rezervy 25mm nesmí být vyšší než 1/4 průměru trubky. Výjimkou jsou podpěry menších světlostí, u kterých je průměr trubky menší než příruba nosníku. Pro ty platí schéma:



5. Podpěra na tuhém podkladu

Přípustné posuvy potrubí v místě podpěry nebo vedení na tuhém podkladu (podlaze) se stanovují podle podobných schématu jako u podpěr na nosnících. Jediným rozdílem je referenční bod na základně, kdy u podlahy je tento shodný s krajním bodem nebo hranou kluzné základové plochy. To platí pro osové i laterální posuvy. Schémata jsou uvedena pro základovou desku větší nebo menší než základna podpěry.



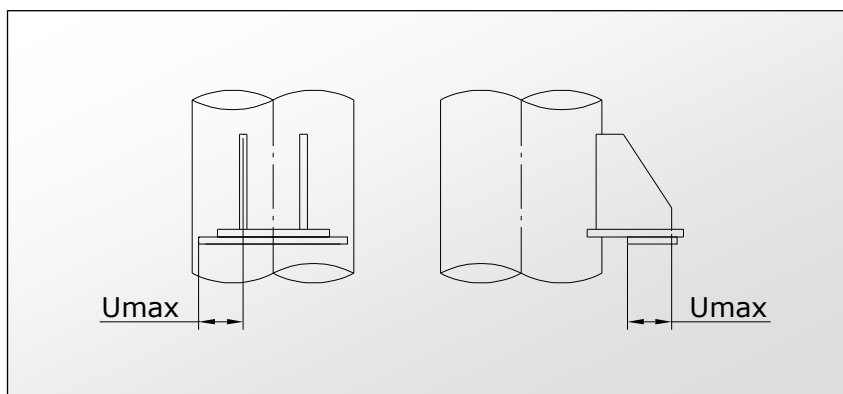


U_{max} jsou maximální realizovatelné posuvy bez rezervy 25mm, kterou je pro kontrolu přípustného posuvu od rozměru U_{max} nutné odečíst.

6. Patky svislých potrubí

Základny patek svislých potrubí se obvykle opírají o nosníky, případně vybavené klznými deskami. Přípustné posuvy musí být prověřeny ve všech směrech roviny kolmé k ose trubky.

Pro kontrolu a hodnocení rezervy posuvu platí pravidla podle následujícího schématu:



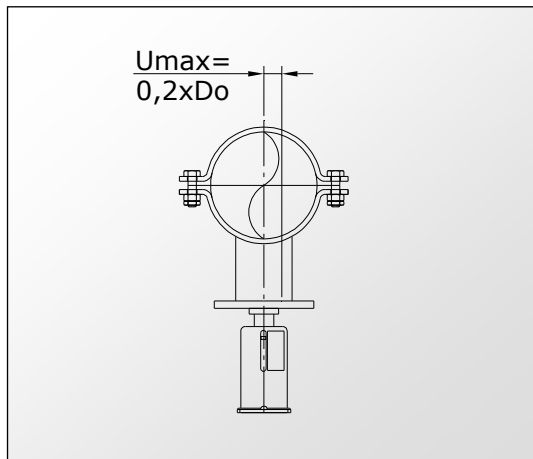
Rozměr U je vždy vztažen k jednomu z krajních žeber nebo kraji žebra.

7. Pružinové podpěry

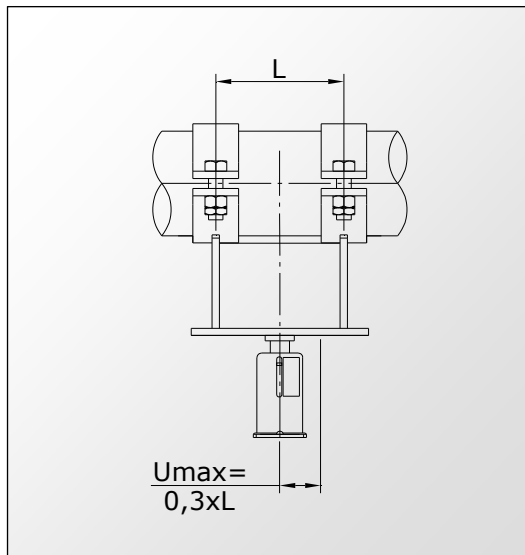
Posuvy klzných podpěr umístěných na hlavicích pružinových podpěr by měly být, je-li to možné, minimalizovány, protože se jedná o staticky „nejistou“ soustavu. Analýza potrubí obvykle předpokládá zatížení pouze tlakovou silou a nedává výsledky vodorovných třecích sil a z nich plynoucích momentů, které však reálně vznikají. Hlavice pružinové podpěry je obvykle kruhová a menšího průměru než je základna podpěry. Rezervy posuvů nesmí být v žádném případě vyrovnávány nějakými vloženými deskami o vyšším rozměru, protože zatížení podpěry musí být vždy jen silové, bez působení momentů.

Pro výsledný vodorovný posuv podpěry potrubí větší než 10-25mm se doporučuje použít podpěra s PTFE nebo bronzgrafitovou klznou hlavicí. Zatížení silami kolnými k ose pružiny nesmí přesáhnout 0,07 násobek svislého zatížení. Při vyšších posuvech může dojít k přičení mechanismu uvnitř podpěry, a následně vzniku nepříznivých třecích sil ovlivňujících svislý posuv.

Pro kontrolu a hodnocení rezervy posuvu platí pravidla podle následujícího schématu:



Maximální realizovatelný laterální posuv U_{max} bez rezervy 25mm nesmí být vyšší než $1/5$ průměru trubky.



Maximální realizovatelný osový posuv U_{max} bez rezervy 25mm nesmí být vyšší než $1/3$ rozteče objímek podpěry.