

Dynamické rychlostní sondy z korozivzdorné oceli

Výpočet

Vzorec pro výpočet rychlosti proudění vzduchu z dynamického tlaku je:

$$w = 1,291 \times \sqrt{p_d}$$

Tento vzorec je určen pro vzduch o hustotě 1,2 kg/m³ (při 16 °C, 1000 mbar a 65% r.v.). Obecný vzorec má následující tvar:

$$w = 1,291 \times \sqrt{\frac{1000}{p_b} \times \frac{T}{289} \times \frac{100\,000}{100\,000 + p_s} \times p_d}$$

kde: w = rychlost proudění vzduchu (m/s)
 p_b = barometrický tlak (mbar)
 T = absolutní teplota (K)
 p_s = statický tlak v potrubí (Pa)
 p_d = dynamický tlak (Pa)

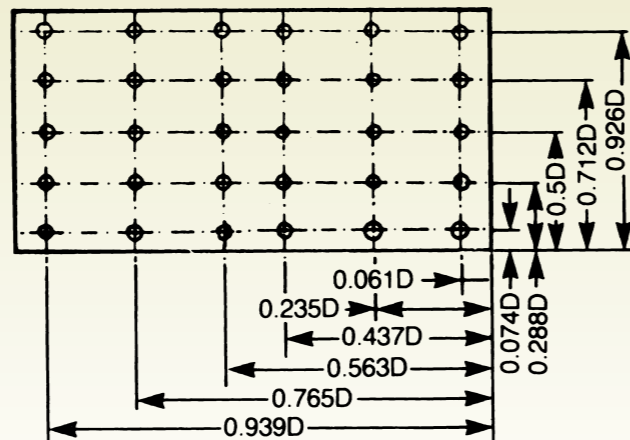
U rovnoměrných rychlostních profilů je při zjišťování střední rychlosti proudění z velkého počtu měřicích bodů přesnější zprůměrovat rychlosti vypočtené pro každý měřicí bod. Nejsou-li odchylky jednotlivých hodnot tlakových rozdílů větší než ±25% od střední hodnoty, postačí s ohledem na požadovanou přesnost výsledků odmočňovat střední hodnotu dynamických tlaků.

Doporučené příslušenství:

Standardní řada Airflow sond je dodávána včetně prstenců pro nastavení roztečí (viz. počet měřicích bodů a jejich rozmístění – teorie měření), nicméně je možné si další

doobjednat v následujících velikostech: pro průměr 4 mm (obj. č. 06501), 8 mm (obj.č.06502) a 9.5 mm (obj. č. 06503).

K propojení sondy a mikromanometru doporučujeme PVC nebo silikonové hadičky velikosti 9/5 (vnější/vnitřní průměr). V nabídce je PVC-hadička červená (obj.č.55006), PVC-hadička modrá (obj.č.55005), Silikonová hadička modrá (obj.č.55206) a silikonová hadička červená (obj.č.55205).



“Log Čebyšeff” pro měření sondou v pravouhlém vzduchovodu. Rozložení měřicích bodů u čtyřhraného potrubí.

Počet měřicích bodů na průměr	Vzdálenost měřicích bodů ve zlmcích rozměru D
5	0.074, 0.288, 0.5, 0.712, 0.926,
6	0.061, 0.235, 0.437, 0.563, 0.765, 0.939,
7	0.053, 0.203, 0.366, 0.5, 0.634, 0.797, 0.949,

Obr. 11

Volba standardních velikostí dynamických rychlostních sond

Obj. č.	Celková délka (mm)	Průměr trubice (mm)	Průměr hlavy (mm)	Délka hlavy (mm)	Možnost provedení s ucpávkou	Závít ucpávky (palců)
06001	305	4	2,3	37,2	ano	1/4
06002	305	4	4	64	ano	1/4
06003	483	8	8	130	ano	3/8
06004	795	8	8	130	ano	3/8
06005	1000	8	8	130	ano	3/8
06006	1220	9,5	9,5	156	ano	1/2
06007	1523	9,5	9,5	156	ano	1/2
06008	1830	12,77	9,5	156	ano	1/2
06009	2130	19,05	9,5	156	ne	-
06010	2440	19,05	9,5	156	ne	-
06011	2740	19,05	9,5	156	ne	-

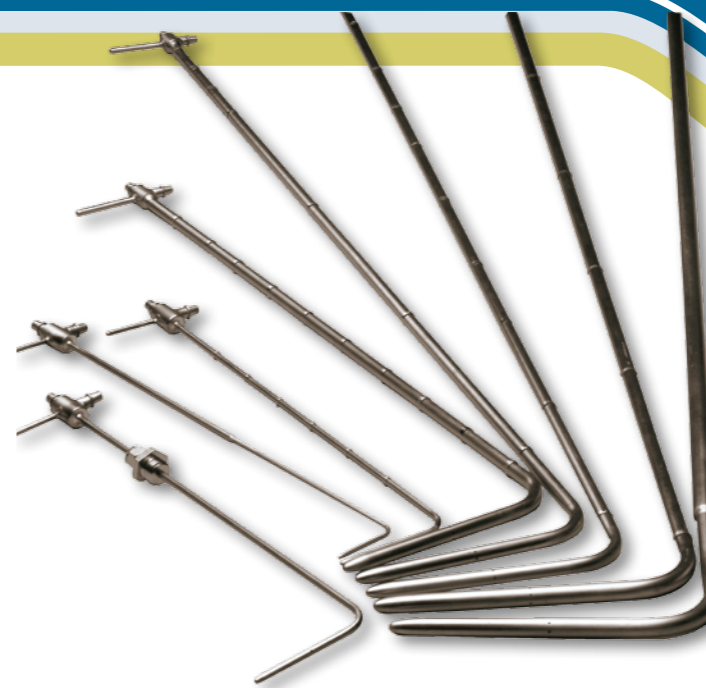
© 2011 Grafická příprava, tisk: D&S DESIGN PRAGUE, s.r.o.



Airflow Lufttechnik GmbH, organizační složka Praha, Hostýnská 520, 108 00 Praha 10
 Tel./fax: 274 772 230 nebo 274 772 370, www.airflow.cz, e-mail: info@airflow.cz



AIRFLOW SONDY



Dynamické rychlostní sondy z korozivzdorné oceli s modifikovanou eliptickou hlavou

(dále Airflow sondy) slouží k měření rychlosti proudění vzduchu nebo plynů ve vzduchovodech. Jsou modifikací klasické Prandtlovy sondy, která představuje kombinaci Pitotovy trubice pro měření celkového tlaku s jinou sondou na měření tlaku statického. Hlava Airflow sondy ve tvaru modifikované elipsy omezuje chyby měření, které vznikají v důsledku mírných turbulencí nebo při nerovnoběžnosti osy hlavy sondy se směrem proudění.

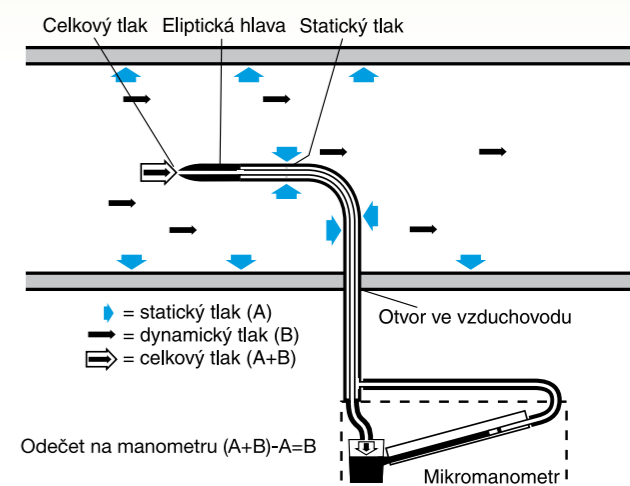
Nejdůležitější přednosti:

- vysoká přesnost
- odolnost proti korozi
- vysoká tepelná odolnost (až do 800 °C)
- velký výběr průměrů a délek
- možnost speciálních provedení na zakázku
- konstanta sondy 0,997

Funkce

Sonda nastavená proti směru proudění snímá otvorem v ose hlavy celkový tlak, který je součtem tlaků dynamického a statického. Za předpokladu, že by byl statický tlak v systému roven tlaku atmosférickému, bylo by možné odečíst na manometru již přímo hodnotu dynamického tlaku. Toto je pouze teoretický předpoklad. V praxi stále proměnný statický tlak ovlivňuje tlak dynamický. Je proto nutné hodnotu statického tlaku v daném místě vždy zahrnout do měření. Funkce sondy je znázorněna na obr. 1. Manometr ukazuje rozdíl obou hodnot tlaků (dynamický tlak) při umístění sondy v místě s přetlakem či podtlakem. Takto zjištěný dynamický tlak slouží k výpočtu rychlosti proudění.

Funkce dynamické rychlostní sondy



Obr. 1



Teorie měření dynamickými rychlostními sondami

Airflow sondy

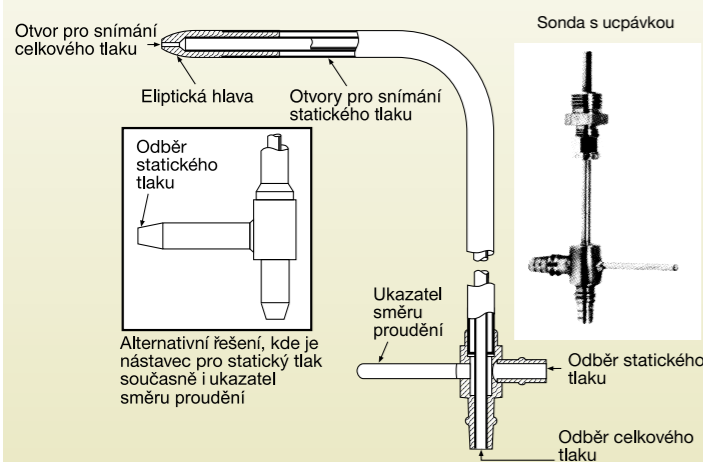
se běžně používají k měření rychlosti proudění ve vzduchovodech, kde není trvale zabudováno jiné měřicí zařízení. Použití sondy s přesným mikromanometrem představuje elementární metodu měření rychlosti proudění. Oproti měření běžným anemometrem má metoda "sonda/mikromanometr" i další přednosti:

- nedochází k průtoku měřeného média měřicím přístrojem, což umožňuje do určité míry měřit i zaprášený vzduch, popílek, kouřové plyny a pod. a to i za vyšších teplot nebo v prostředí způsobujícím korozi
- je možná i větší vzdálenost mezi sondou a mikromanometrem
- aerodynamický tvar sondy snižuje případné tlakové ztráty způsobené měřidlem
- robustní konstrukce sondy vyrobené z odolného materiálu umožňuje bezproblémové čištění rozpouštědly nebo suchým stlačeným vzduchem

Popis

Sondu tvoří dvě do sebe zasunuté kovové trubky rozdílných průměrů, trubka většího průměru tvoří plášť sondy. Sonda je na straně měřicí hlavy ohnutá v úhlu 90°, což umožňuje nastavení hlavy sondy proti směru proudění po jejím zasunutí do potrubí. Vnitřní trubka vede celkový tlak od otvoru v ose eliptické hlavy k připojovacímu nátrubku na druhém konci sondy. Otvory umístěnými prstencovitě na zahnuté části pláště sondy (asi v polovině délky zahnutí) se snímá z prostoru mezi oběma trubkami statický tlak a vyúsťuje k bočnímu nátrubku (obr. 2).

Konstrukční provedení sondy

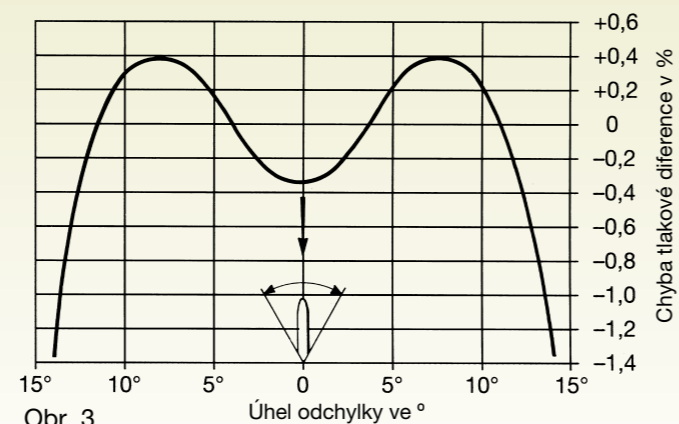


Obr. 2

Charakteristika

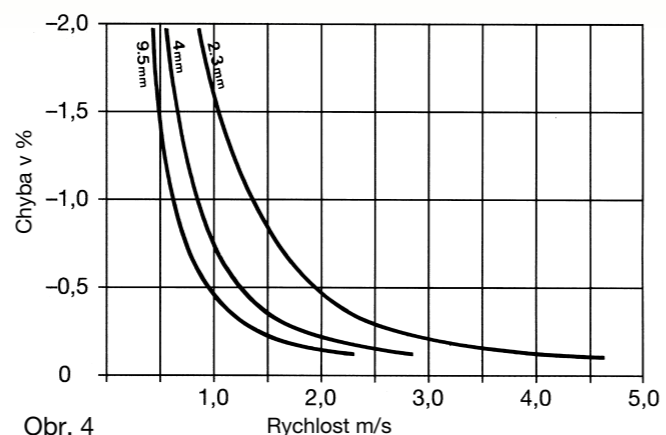
Vlastnosti sondy ovlivňují např. tvar hlavy, velikost, počet a uspořádání odběrů ke snímání hodnot tlaků. Eliptický tvar hlavy Airflow sond se v praxi osvědčil nejlépe. Na obr. 3 je znázorněna závislost vlivu úhlu náběhu proudění na chybu měření. Obr. 4 ukazuje charakteristiky sond různých průměrů při velmi nízkých rychlostech proudění.

Vliv odchytky úhlu náběhu proudění vzduchu na chybu měření



Obr. 3

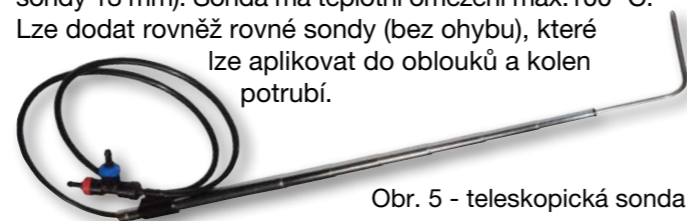
Charakteristiky Airflow sond různých průměrů při velmi nízkých rychlostech proudění



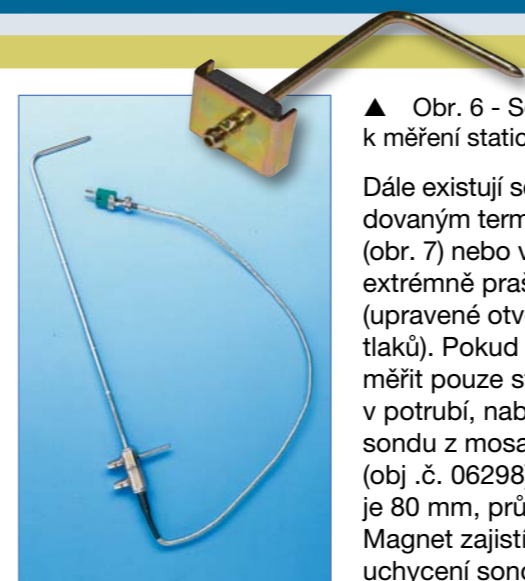
Obr. 4

Speciální provedení

Sondy se dodávají i v různých speciálních provedeních. Jedním ze speciálních provedení sond je skladná teleskopická sonda délky 200 mm ve složeném stavu (obr. 5). Sondu lze vytáhnout až na délku 980 mm (max. průměr sondy 13 mm). Sonda má teplotní omezení max. 100 °C. Lze dodat rovněž rovné sondy (bez ohybu), které lze aplikovat do oblouků a kolen potrubí.



Obr. 5 - teleskopická sonda



Obr. 7 - Sonda se zabudovaným termočlánekem

▲ Obr. 6 - Sonda k měření statického tlaku

Dále existují sondy se zabudovaným termočlánekem (obr. 7) nebo v provedení do extrémně prašného prostředí (upravené otvory pro snímání tlaků). Pokud potřebujete měřit pouze statický tlak v potrubí, nabízíme malou sondu z mosazi s magnetem (obj. č. 06298). Délka sondy je 80 mm, průměr 5 mm. Magnet zajistí rychlé a pevné uchycení sondy v potrubí. Sonda je odolná do teplot max. 250 °C (obr. 6).

S-sondy

S-sondy (obr. 8) umožňují měření všude tam, kde by byl klasický tvar se zahnutím na závadu, např. ve zděných nebo silně izolovaných kanálech. S-sondy snímají celkový tlak a tlak v úplavu (substatický tlak). Snímaná tlaková diference je úměrná dynamickému rychlostnímu tlaku tedy rychlosti proudění. Pro přepočítání je nutné znát konstantu sondy (ta je u této konstrukce $K=0,84 \pm 0,005$). S-sondy se dodávají s kalibračním protokolem. Základní nabídka obsahuje 5 velikostí sond (průměr 30 mm, délky 500, 1000, 1500, 2000 a 2500 mm) vyrobených z oceli s teplotní odolností do 500 °C. Na zakázku lze vyrobit i S-sondy s odolností do 1000 °C. S-sondy se mohou dodat i se zabudovaným termočlánekem K, takže lze současně měřit i teplotu média.



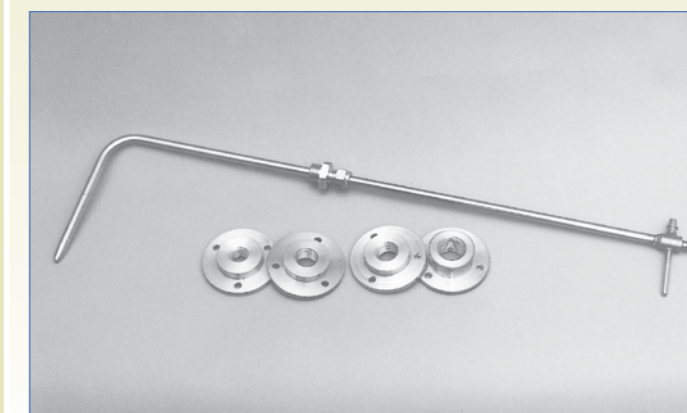
Obr. 8 - S-sonda

Vlastní měření

Měření Airflow sondami je principiálně jednoduchý a přitom spolehlivý způsob měření rychlosti proudění ve vzduchovodech. Elementární měřicí princip dynamické rychlostní sondy se plně využije v sestavě s digitálními mikromanometry AIRFLOW, které umožňují přímé odečítání rychlosti proudění nebo objemového průtoku. Cílem měření je stanovení průměrné rychlosti proudění ve vzduchovodu a následný výpočet objemového průtoku. Počet měřicích bodů a jejich rozmístění vyplývá z teorií znázorněných na obr. 10 a 11.

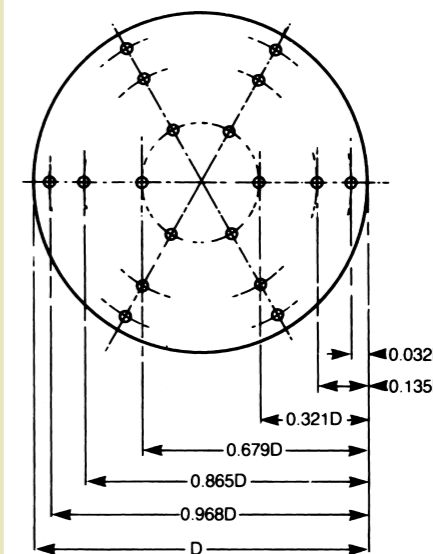
Trvalé zabudování

V případě potřeby kontinuálního měření rychlosti lze dodat Airflow sondy až do délky 1830 mm s nastavitelnou těsnou ucpávkou pro trvalou vestavbu (obr. 9). Příruby k přímému našroubování nebo přivaření ke stěně vzduchovodu odpovídají velikosti ucpávky sondy a jsou z korozivzdorné oceli. Připojením sondy na vhodný převodník tlaku (vlastní prospekt) můžeme rychlost (objemový průtok) přímo odečítat na displeji převodníku, nebo využít volitelný analogový výstup převodníku k trvalému monitorování proudění a případné regulaci.



Obr. 9 - Sonda s ucpávkou pro trvalé zabudování

Obrázek představuje minimální doporučený počet a rozložení měřicích bodů při poměru průměru vzduchovodu a sondy 32:1. Pokud není možné z prostorových důvodů měřit na třech osách, doporučuje se měřit pouze na dvou na sebe kolmých osách, přičemž je nutné zachovat minimální počet 10 měřicích bodů na každé z nich.



Obr. 10

Rozeře jsou následující:
0,019D, 0,077D,
0,153D, 0,217D,
0,361D, 0,639D,
0,783D, 0,874D,
0,923D, 0,981D

"Log Linear" pro měření sondou ve 3 přímkách v kruhovém vzduchovodu