

AIRFLOW

Dynamické rychlostní sondy AIRFLOW

Návod k použití

Popis

Řada standardních dynamických rychlostních sond (dále jen sond) je vyráběna firmou Airflow Developments Limited od roku 1955. Hlavním rysem sondy je modifikovaná eliptická hlava, jejíž tvar odpovídá předpisům BS 1042, kapitola 2.1:1983 (Měření průtoku vzduchu v potrubí sítovou metodou).

Po zasunutí sondy do potrubí (hlavou proti směru proudění - viz. obr.1) lze na příslušných výstupech (nátrubcích) sondy snímat celkový a statický tlak v potrubí. Propojením sondy s vhodným manometrem můžeme odečítat přímo tlakový rozdíl (tlakovou diferenci), který přesně odpovídá dynamickému tlaku, z něhož se stanoví rychlost proudění média v potrubí.

Celkový tlak je snímán otvorem v ose eliptické hlavy. Statický tlak je snímán několika otvory, které jsou rozmístěny po obvodu hlavy sondy. Oba tyto vstupy jsou samostatně propojeny (souosé trubky) s příslušnými nátrubky (viz. obr. 1). Zahnutí sondy je tvořeno rádiusem, což usnadňuje zasunutí sondy do potrubí. Přesnou polohu hlavy sondy v potrubí určuje směrovka k indikaci směru.

Sonda je svařované konstrukce z ušlechtilé oceli BS3605-321S18 a BS970-325S31.

Sondy menších průměrů (tj. 2,3 mm a 4 mm) lze používat do teplot 450 °C, krátkodobě až do 550 °C. Sondy od průměrů 8 mm jsou uzpůsobeny pro provozní teploty do 680 °C, krátkodobě maximálně do 800 °C. Při použití kroužků, které ukazují hloubku zasunutí sondy v

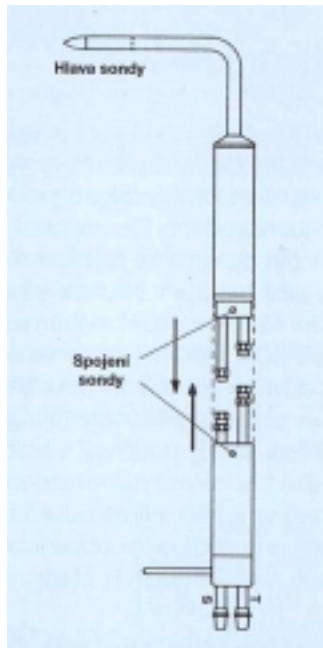
potrubí (u průměru sond 4 mm, 8 mm a 9,5 mm) **nesmí** teplota měřeného plynu **přesáhnout 276 °C.**

Obr.1 - Konstrukční provedení



Dvoudílné sondy

Firma Airflow vyrábí sondy až do délky 4270 mm. Sondy od délky 3040 mm se skládají ze dvou částí (část s hlavou a koncová část s odběry tlaků). Trubky statického a celkového tlaku jsou vedeny kruhovým pouzdem o průměru 31,7 mm a toto pouzdro přesahují u obou dílů ve spojovacím místě vždy o 19 mm a 70 mm. Trubky jsou zakončeny závitem a převlečnou maticí. Odběry tlaku (obr. 2) jsou označeny písmeny „T“ (celkový tlak) a „S“ (statický tlak), které zajistí jednoduchou identifikaci při napojení hadiček.



Obr.2 - Dvoudílná sonda

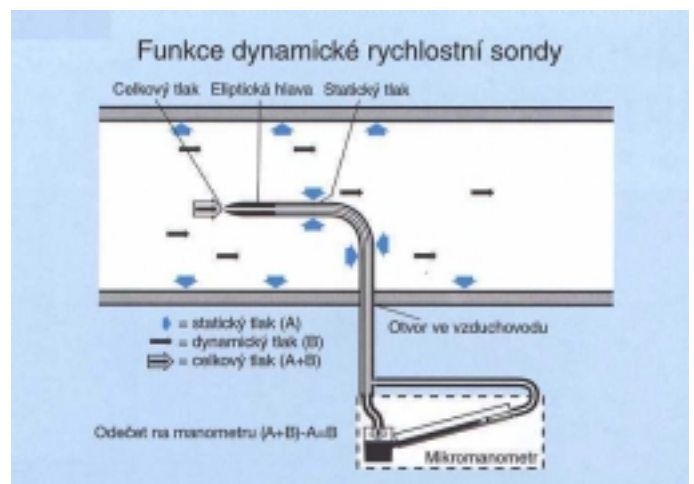
Měření

K určení rychlosti proudění nebo objemového průtoku v potrubí je nutné měřit v příčném řezu (kolmý řez na podélnou osu potrubí) v přímém úseku potrubí (bez vnitřních překážek - klapka, tlumiče apod.), který by měl mít délku odpovídající nejméně 6-ti násobku průměru potrubí (u čtyřhranného potrubí 6-ti násobku hydraulického průměru). Měřící místo nevolte v žádném případě za oblouky, za různými tvarovkami, za a nebo před regulačními a škrtícími orgány. Velikost otvoru vrtaného do potrubí by měla být přiměřená velikosti použité sondy tak, aby se mohla sonda volně zasunout do potrubí do požadované hloubky. Chyby způsobené nerovnoměrností proudění zmírňuje metoda síťového měření. Přesné rozmístění měřících bodů je na obr. 5 (kruhový průřez) a obr. 6 (obdélníkový průřez).

Sondu propojte pomocí hadiček s citlivým mikromanometrem, např. s kapalinovým manometrem Airflow - model 4 nebo model 5, případně s některým z elektronických mikromanometrů Airflow - PVM nebo MEDM. Nejvýkonnější model MEDM 500 zobrazuje podle nastavené volby

přímo dynamický tlak, rychlost proudění nebo objemový průtok včetně teplotní a tlakové korekce. Současně naměřené hodnoty průměruje a umožňuje tak provádět velice rychle a přehledně síťová měření. Při propojení sondy s kapalinovým manometrem pomocí PVC-hadiček se snažte zajistit svislou polohu hadiček (v délce několik centimetrů) u připojovacích nátrubků manometrů. Tímto zabráníte ztrátě kapaliny (náplně kapalinového manometru) při mírném překročení rozsahu (přefouknutí manometru).

Propojení sondy a manometru s respektováním (+) a (-) znázorňuje obr. 3. Manometr bude ukazovat dynamický tlak (P_d). Dynamický tlak $P_d = P_c - P_s$, přičemž P_c značí celkový a P_s statický tlak. Z dynamického tlaku P_d lze určit rychlost proudění nebo objemový průtok.



Obr.3 - Funkce sondy

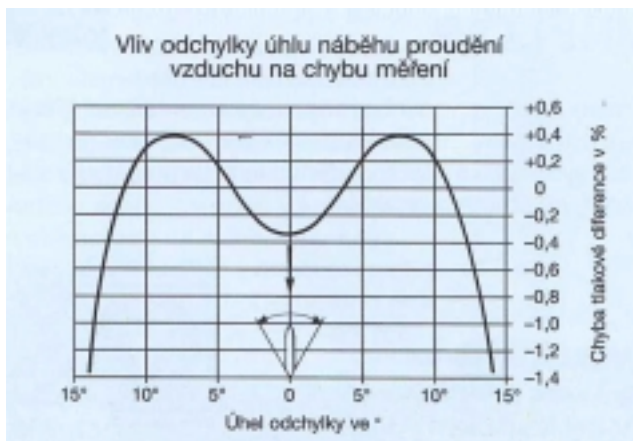
Při samostatném měření statického tlaku se propojí odběr statického tlaku ze sondy (-) s jedním vstupem na manometru. Druhý vstup na manometru musí zůstat otevřený (snímá okolní atmosférický tlak).

Při zasouvání sondy do potrubí může dojít k přefouknutí manometru.

Přefouknutí manometru můžete zabránit pevným sevřením obou PVC-hadiček (jejich zalomením). Praktičtější je ovšem použít nulovací ME-ventil Airflow.

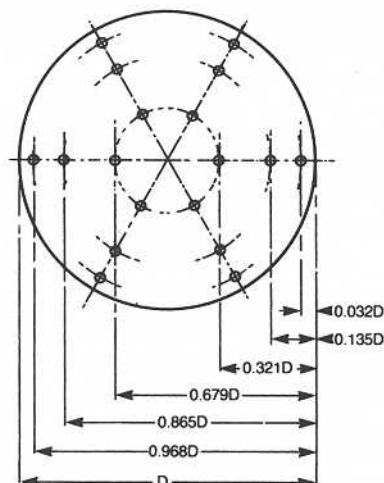
Při měření musí být hlava sondy nastavená vodorovně s podélnou osou potrubí (osa proudění). Polohu hlavy v potrubí určíte pomocí směrovky k indikaci směru proudění.

Jestliže je proudění v místě měření nerovnoměrné (víření, turbulence apod.), zasuňte sondu do prvního bodu měření a natáčejte ji tak dlouho, až naměříte maximální dynamický tlak (max. rychlost v daném bodu). Jestliže úhel natočení (úhel mezi osou potrubí a hlavou sondy) není větší než 15° , můžete v daném bodě provádět měření. Chybu měření Vám v tomto případě znázorňuje graf (viz obr. 4). Takto postupujte i v dalších měřicích bodech.



Obr. 4 - Charakteristika sondy

V každém měřicím bodě ponechte sondu alespoň 10 až 20 sekund, než budete odečítat naměřenou hodnotu. Kde je proudění nerovnoměrné (kolísání rychlosti v měřicím bodě), volte interval měření delší, přičemž výsledná hodnota je průměr z rychlostí naměřených v tomto bodě (kapalinové manometry - odhadem, digitální mikromanometry - funkce „Average“). Měření objemového průtoku resp. rychlosti v potrubí provádějte vždy metodou síťového měření (obr. 5 a obr. 6).



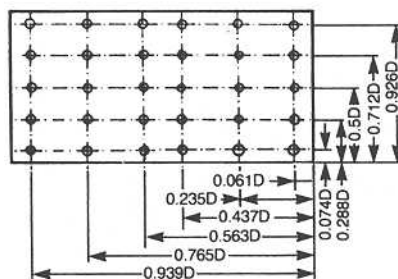
Obr.5

“Log Linear” pro měření sondou ve 3 přímkách v kruhovém vzduchovodu

Rozložení měřicích bodů u kruhového potrubí na třech osách

Poznámka: Pokud není možné z prostorových důvodů měřit na třech osách, je možné měřit pouze na dvou na sebe kolmých osách, přičemž musíme zachovat minimální počet 10 měřicích bodů na každé z nich. Rozteče jsou následující:

0,019D, 0,077D, 0,153D, 0,217D, 0,361D, 0,639D, 0,783D, 0,874D, 0,923D, 0,981D.



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

Obr.6

Počet měřicích bodů na přímce	Vzdálenost měřicích bodů ve zlomcích 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,

Poznámka. Vzdálenost mezi jednotlivými body nesmí přesáhnout 200 mm.

Výpočet rychlosti v jednotkách S.I.

Standardní vzorec pro výpočet rychlosti proudění vzduchu (V) z dynamického tlaku je:

$$V = 1,291 * \sqrt{Pd}$$

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

$$V = 1,291 * \sqrt{\frac{T}{289} * \frac{1000}{Pb \pm 0,01 * Ps}} * Pd$$

kde: V = rychlost (m/s)
Pb = barometrický tlak (mbar)
T = absolutní teplota (K)
(= t °C + 273, kde t je teplota měřeného média)
Ps = statický přetlak nebo podtlak v potrubí (Pa)
Pd = dynamický tlak (Pa)

Při zjišťování střední rychlosti proudění z velkého počtu naměřených hodnot je 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 odmocňovat střední hodnotu dynamických tlaků.

Standardně nabízíme tyto sondy:

Volba standardních velikostí dynamických rychlostních sond						
Celková délka (mm)	Průměr trubice (mm)	Průměr hlavy (mm)	Délka hlavy (mm)	Možnost provedení s ucpávkou	Závit ucpávky (palců)	
305	4	2,3	37,2	ano	1/4	
305	4	4	64	ano	1/4	
483	8	8	130	ano	3/8	
795	8	8	130	ano	3/8	
1000	8	8	130	ano	3/8	
1220	9,5	9,5	156	ano	1/2	
1523	9,5	9,5	156	ano	1/2	
1830	12,77	9,5	156	ano	1/2	
2130	19,05	9,5	156	ne	-	
2440	19,05	9,5	156	ne	-	
2740	19,05	9,5	156	ne	-	
dvoudílné						
3040	31,7	9,5	156	ne	-	
3350	31,7	9,5	156	ne	-	
3660	31,7	9,5	156	ne	-	
3960	31,7	9,5	156	ne	-	
4270	31,7	9,5	156	ne	-	

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: airflow@ms.anet.cz