

AIRFLOW

Teleskopická dynamická rychlostní sonda

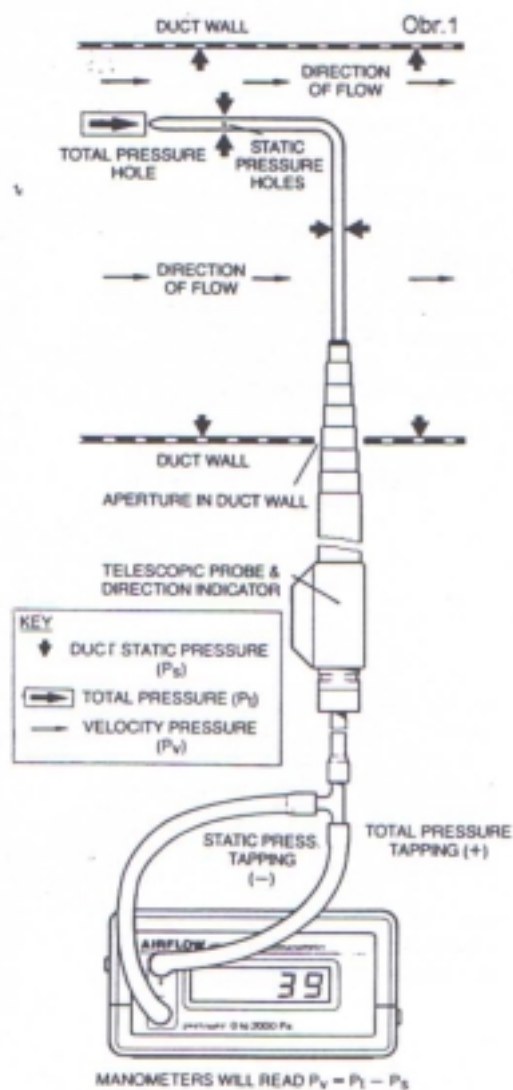
1. Úvod

Teleskopická dynamická rychlostní sonda (dále jen sonda) doplňuje dlouhodobě používanou řadu standardních dynamických rychlostních sond vyráběných firmou Airflow Developments od roku 1955. Teleskopická sonda si zachovává rysy standardních sond s modifikovaným eliptickým nosem (hlavou sondy) podle předpisů BS 1042, kapitola 2.1:1983. Velká výhoda teleskopické sondy oproti standardním sondám je její minimální velikost a tím i snadná a pohodlná přeprava ve složeném stavu (délka 200 mm). V případě potřeby můžeme sondu vytáhnout až do délky 980 mm. Teleskopická sonda není určena k trvalému zabudování do potrubí. Teplota měřeného média může dosáhnout krátkodobě maximálně 100 °C.

2. Popis teleskopické sondy

Teleskopická sonda je složena z hlavy sondy (průměr 4 mm), která vznikla protažením a zahnutím posledního segmentu teleskopu, a dalších sedmi segmentů tvořících teleskop. Dvě soustředné hadičky jsou vedeny vnitřkem teleskopu (při maximálním vysunutí teleskopu je použitelná délka těchto hadiček asi 300 mm) a jsou zakončeny T-kusem pro připojení manometru. Na segmentu s největším průměrem je nasunuta umělohmotná svorka, kterou lze s výhodou použít jako ukazatel směru proudění při zasunutí hlavy sondy do potrubí. Věnujte prosím zvýšenou pozornost při

manipulaci se sondou a při jejím zasouvání do potrubí.

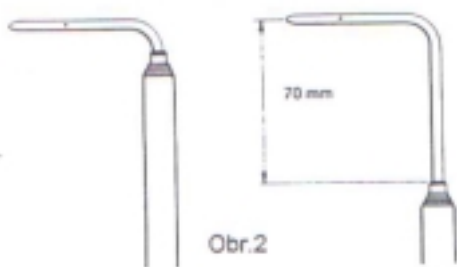


Obr.1 - Popis teleskopické sondy

3. Použití teleskopické sondy

3.1 K určení rychlosti proudění nebo objemového průtoku v potrubí je nutné měřit v příčném řezu (kolmý řez na stěnu potrubí) v přímém úseku potrubí, který by měl mít délku odpovídající nejméně násobku 6-ti průměrů potrubí (u čtyřhranného potrubí 6 hydraulických průměrů). Měřicí místo nevolte v žádném případě za oblouky, za různými tvarovkami, za a nebo před regulačními a škrťacími orgány apod. Chyby způsobené nerovnoměrností proudění zmírňuje metoda síťového měření. Přesné rozmístění měřících bodů je na obr. 3 (kruhový průřez) a obr. 4 (obdélníkový průřez).

3.2 Při měření je vždy nezbytně nutné (k dosažení co nejvyšší přesnosti) vysunout poslední díl teleskopu (obr.2) na délku 70 mm (tj. maximálně, jak je to možné). Při vytahování a zatahování teleskopu sondy dejte pozor na hadičky, aby nedošlo k jejich překroucení nebo poškození.



3.3 Při síťovém měření, lze z výhodou využít teleskopu sondy tak, že jednotlivé segmenty mohou představovat "značky" tj. přesně definované rozteče měřících bodů (hloubku zasunutí sondy v potrubí - obr. 3 a 4).

3.4 Připojení celkového tlaku a statického tlaku z T-kusu na manometr s respektováním (+) a (-) proveďte podle obr.1. Manometr bude indikovat dynamický tlak (P_v). Dynamický tlak $P_v = \text{Celkový tlak } P_t - \text{Statický tlak } P_s$. Z dynamického tlaku P_v můžete určit rychlost proudění nebo objemový průtok. Pro výpočet rychlosti můžete rovněž s výhodou využít dodávané posuvné pravítko Airflow.

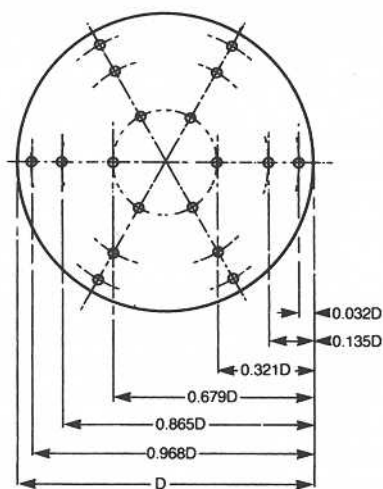
3.5 Dosažení velmi dobrých výsledků měření zajišťuje jednoduchý měřicí princip a přímé měření sondou v potrubí. Spolehlivé výsledky získáte, jestliže je v měřicím místě rovnoměrný rychlostní profil. Jestliže je proudění v místě měření nerovnoměrné (víření, turbulence apod.), zasuňte sondu do prvního bodu měření a natáčejte sondou tak dlouho, až dostanete 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 bodu provádět měření s přihlédnutím k chybě (viz obr.5). Takto postupujte i v dalších měřicích bodech.

3.6 Pokud chcete měřit pouze statický tlak P_s , propojte pouze T-kus (-) ze sondy s jedním vstupem na manometru. Druhý vstup na manometru nepřipojujte (okolní atmosférický tlak).

3.7 Sondu je vhodné používat v kombinaci s některým z mikromanometrů Airflow řady MEDM nebo nejnovějším modelem PVM-100. Model MEDM 500 zobrazuje podle nastavené volby přímo dynamický tlak, rychlost proudění nebo objemový průtok, včetně teplotní a tlakové korekce. Současně naměřené hodnoty

kombinaci s menšími sondami, které svojí konstrukcí zajišťují delší časovou odezvu, čímž umožňují i lepší odečet na stupnici manometru (útlum případných pulsací proudění).

3.8 K propojení teleskopické sondy a manometru je nejvhodnější používat silikonové hadičky o světlosti 2 mm (při použití digitálního mikromanometru), nebo hadičky z PVC o světlosti 5 mm (při použití kapalinového manometru).



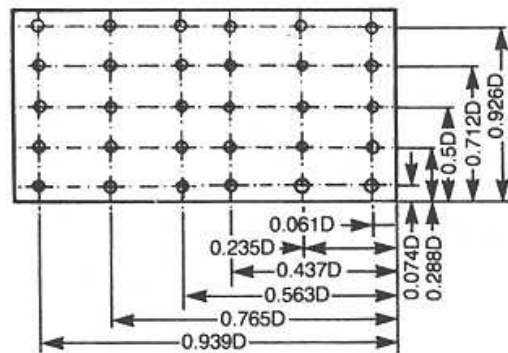
“Log Linear” pro měření sondou ve 3 přímkách v kruhovém vzduchovodu

Obr.3 - Rozložení měřících bodů u kruhového potrubí ve třech osách.

Pozn. Pokud není možné z prostorových nebo jiných důvodů měřit ve třech osách, je možné měřit ve dvou na sebe kolmých osách, přičemž musíme zachovat minimální počet 10 měřících bodů na jedné ose. Rozteče jsou následující:

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

Pozn. Vzdálenost mezi jednotlivými body nesmí přesáhnout 200 mm.



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

Počet měřících bodů na přímce	Vzdálenost měřících 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,

Obr.4

4. 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:

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

kde: V = rychlost (m/s)
P_b = barometrický tlak (mbar)
T = absolutní teplota (K)

(= $t \text{ } ^\circ\text{C} + 273$, kde t je
teplota měřeného média)

P_s = statický přetlak nebo
podtlak v potrubí (Pa)

P_d = 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 $\pm 25\%$ od střední hodnoty, postačí s ohledem na požadovanou přesnost výsledků odmocňovat střední hodnotu dynamických tlaků.

Legenda k obr.1

APERTURE IN DUCT WALL otvor ve stěně
TELESCOPIC PROBE teleskopická sonda
DIRECTION INDICATOR ukazatel směru proudění
DUCT STATIC PRESSURE (P_s) statický tlak v potrubí
TOTAL PRESSURE celkový tlak
VELOCITY PRESSURE (P_v) dynamický tlak
STATIC PRESSURE TAPPING (-) odběr statického tlaku
TOTAL PRESSURE TAPPING (+) odběr celkového tlaku
MANOMETERS WILL READ manometr indikuje
DUCT WALL stěna potrubí
DIRECTION OF FLOW směr proudění média
TOTAL PRESSURE HOLE otvor pro snímání celk.tlaku
STATIC PRESSURE HOLES otvory pro snímání
stat.tlaku