



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

206051

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 24 02 78

(21) (PV 1165-78)

(40) Zveřejněno 31 07 80

(45) Vydáno 02 05 84

(51) Int. Cl.³

G 01 F 1/00

(75)

Autor vynálezu

MÁŠA VLASTIMIL ing., STARÁ BOLESLAV

(54) Hmotnostní průtokoměr

Vynález se týká hmotnostního průtokoměru, určeného pro stanovení hmotnostního průtoku tekutin, to je plynů a kapalin, které mají proměnné teploty, tlaky a hustoty.

Měření průtočného množství tekutin se obvykle provádí rozličnými známými měřidly, jako jsou clonky, dýzy, rychlostní a objemová měřidla atd., z jejichž údajů se určí průtočné množství v m^3/s při určitém tlaku, teplotě a hustotě. Výhodnější je určení průtočného hmotnostního množství v kg/s , neboť tento údaj nezávisí na tlaku, teplotě a hustotě proudící tekutiny. K tomu je třeba vynásobit množství objemového průtoku v m^3/s okamžitou hodnotou hustoty tekutiny, čímž se dostane okamžitý hmotnostní průtok. Hustota se určí při ustáleném stavu proudění pomocí stavové rovnice z naměřené teploty, tlaku a známé plynové konstanty proudící tekutiny. Je možné určit hustotu též pomocí speciálních hustoměrů, které jsou zpravidla složité. Velmi nesnadné je přitom určení průtočného množství při rychle se měnících hodnotách, tlaku, teploty a hustoty proudící tekutiny, kde působí značná setrvačnost měřidel a vyhodnocovacích zařízení. Tím se vnáší do údajů řada chyb a korekcí, které mají za následek značné zmenšení přesnosti údaje.

Uvedené nedostatky odstraňuje hmotnostní průtokoměr podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že sestává z rychlostního snímače pro snímání rychlosti proudící tekutiny, upraveného v místě předpokládané střední rychlosti uvažovaného průtočného průřezu, a snímače dynamického tlaku, upraveného v místě této střední rychlosti.

Základní účinek hmotnostního průtokoměru spočívá v podstatném zjednodušení měření, vyhodnocování a ve zvýšení přesnosti. Okamžitý hmotnostní průtok je stanoven bez pracného, chybami a korekcemi zatíženého určení teplot, tlaků a hustot proudící tekutiny. Vlastní výpočet je jednoduchý a proveditelný mechanickými nebo elektronickými prostředky. Připojením integračního zařízení je možno stanovit součtový průtok v kg/h , nebo v t/den a podobně.

Hmotnostní průtokoměr podle vynálezu je dále blíže popsán na příkladu provedení podle připojeného výkresu, na němž značí

obr. 1 schematický nárys hmotnostního průtokoměru,

obr. 2 zjednodušený bokorys podle obr. 1,

obr. 3 nárys průtokoměru s plným průtokem tekutiny a

obr. 4 bokorys průtokoměru podle obr. 3.

206051

Jak patrně z obr. 1 a 2 hmotnostní průtokoměr sestává z tělesa 1 sondy, sondy 2 plného tlaku a měřidla 3 statického tlaku. Na odvrácené straně proudu je jako rychlostní snímač použita axiální vrtulka 4, uložená v ložiskách 5. Před vrtulkou 4 jsou upraveny usměrňovací stěny 6. Snímání otáček vrtulky 4 se provádí elektronickým zařízením 7. Jak patrně z obr. 3 a 4 sestává hmotnostní průtokoměr z tělesa 8, v němž jsou uloženy pomocí usměrňovacích stěn 9 obtékaná proudnicová tělesa 10 a 11. Mezi těmito proudnicovými tělesy 10, 11 je uložena v ložiskách 5 axiální vrtulka 4. Diferenční tlak Δp se snímá v místě největšího a nejmenšího průtočného průřezu pomocí vývodů 12, 13. Snímání otáček vrtulky 4 se děje elektronickým zařízením 7.

Hmotnostní průtokoměr pracuje následujícím způsobem:

Proudí-li tekutina z levé strany, jak naznačeno na obr. 1 na těleso 1 sondy a sondu 2, částice tekutiny v sondě 2 plného tlaku se zabrzdí a jejich kinetická energie se mění na tlakovou energii. Rozdíl tohoto tlaku a statického tlaku, naměřeného měřidlem 3 dává diferenční tlak Δp . Počet otáček vrtulky 4 je mírou střední rychlosti proudu w_s . Pro sondu dynamického tlaku platí, že rychlost $w = \sqrt{[(2 \Delta p)/\rho]}$, kde ρ je hustota tekutiny (kg/m^3). Měří-li se na proudnici průtočného průřezu, odpovídající střední hodnotě rychlosti w_s , je $\rho = (2 \Delta p_s)/w_s^2$, kde Δp_s je dynamický tlak (Pa) v místě střední rychlosti w_s . Tato hodnota, dosazená do průtokové rovnice, dá hmotnostní průtočné množství

$$\dot{m} = \rho \dot{V} = \rho w_s S = \frac{2 \Delta p_s}{w_s^2} w_s S = 2S \frac{\Delta p_s}{w_s} = \text{konst.} \frac{\Delta p_s}{w_s^2},$$

kde značí:

$\dot{m}$ – hmotnostní vteřinový průtok kg/s

$\dot{V}$ = objemový vteřinový průtok m^3/sec

S = průtočný průřez m^2

w_s = střední rychlost m/sec

Δp_s = dynamický tlak Pa

ρ = hustota tekutiny kg/m^3

Při rozdělení průtočného průřezu na více stejnoplochých průřezů s jednotlivými tížnicemi středních rychlostí, se obdrží celkový průtok hmotnostní

$$\dot{m} = 2 \sum s_i \frac{\Delta p_i}{w_i} = 2S \left(\frac{\Delta p_1}{w_1} + \frac{\Delta p_2}{w_2} + \dots + \frac{\Delta p_n}{w_n} \right)$$

kde Δp_i je dynamický tlak na příslušné tížnici střední rychlosti w_i a S je celkový průtočný průřez (m^2).

Při měření hmotnostního průtoku v potrubí, znázorněném na obr. 3, kde průtočné množství plně protéká rychlostním měřidlem, se dostává diferenční tlak Δp v místě největšího a nejmenšího průřezu proudu s_1 a s_2 . Z Bernoulliho rovnice platí

$$w_2 = \sqrt{\frac{2 \Delta p}{\rho \left[1 - \left(\frac{s_2}{s_1} \right)^2 \right]}}, \quad \text{z čehož} \quad \rho = \frac{2 \Delta p}{w_2^2 \left[1 - \left(\frac{s_2}{s_1} \right)^2 \right]}$$

Dosazením posledního výrazu do průtokové rovnice se obdrží

$$\dot{m} = s_2 w_2 \rho = s_2 w_2 \frac{2 \Delta p}{w_2^2 \left[1 - \left(\frac{s_2}{s_1} \right)^2 \right]} = \frac{2 s_2}{1 - \left(\frac{s_2}{s_1} \right)^2} \frac{\Delta p}{w_2} = \text{konst.} \frac{\Delta p}{w_2^2}$$

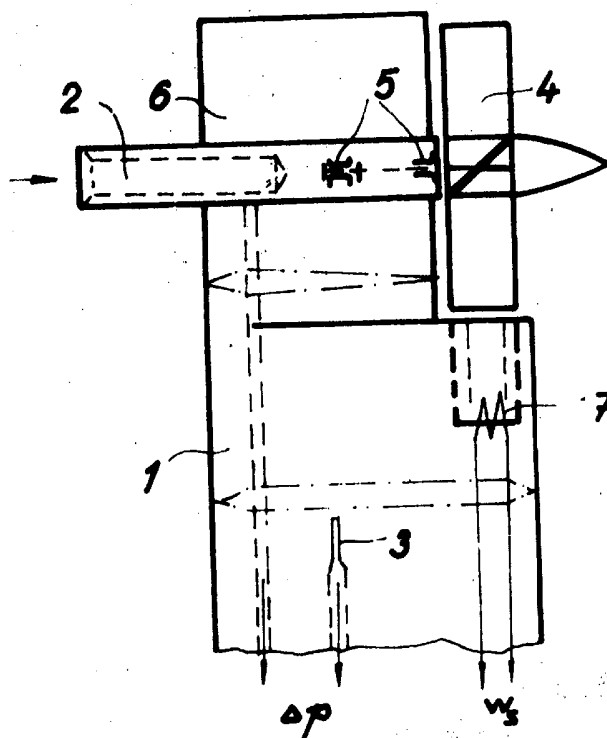
V alternativním případě může být jako snímač dynamického nebo diferenčního tlaku Δp použita například Prandtlova, Pilotova neb Venturiho trubice, diferenční tlak způsobený v trubici při obtékání vloženého aerodynamického tělesa v největším a nejmenším průtočném průřezu atd. Snímačem rychlosti, určujícím střední rychlost w_s , může být turbínka radiální, axiální, měřidlo fluidikové, vířivé a zvláště pak vířové bez pohyblivých částí.

PŘEDMĚT VYNALEZU

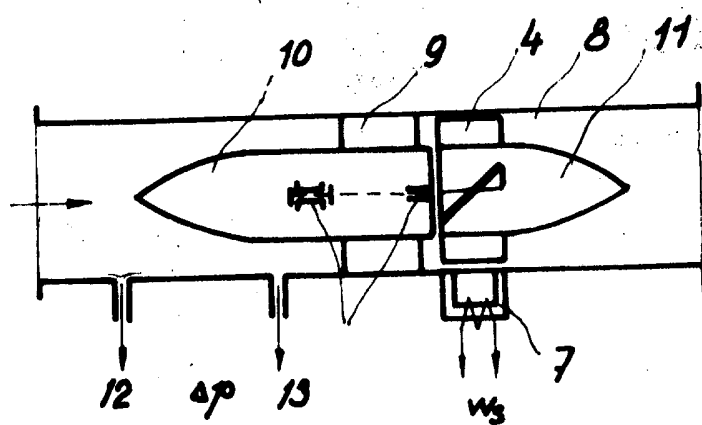
206051

Hmotnostní průtokoměr vyznačený tím, že sestává z rychlostního snímače pro snímání rychlosti proudící tekutiny, upraveného v místě předpokládané rychlosti (w_s) uvažovaného průtočného průřezu a snímače dynamického tlaku, upraveného v místě této střední rychlosti (w_s).

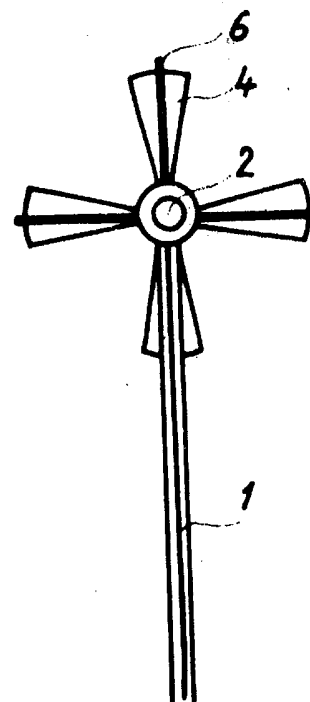
4 výkresy



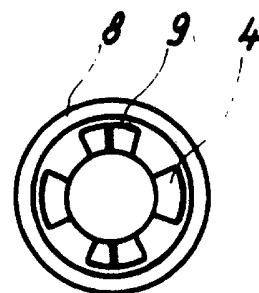
Obr. 1



Obr. 3



Obr. 2



Obr. 4