



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

202 201

(11) (B1)

G 01 F 1/34

(51) Int. Cl.³

(22) Přihlášeno 01 09 77

(21) PV 5701-77

(40) Zveřejněno 31 07 79

(45) Vydáno 30 06 82

[75]

Autor vynálezu

TESAŘ Václav, Ing., CSc., Praha

[54] Způsob vyhodnocování průtoku tekutiny a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

Vynález se týká jednak způsobu zjišťování množství protékající tekutiny, jednak zařízení, které slouží k tomu, aby v něm byl průtok tímto způsobem vyhodnocován.

Zjišťování průtoku tekutin je dnes nejčastějším případem měření v průmyslové řídicí technice. Stále častěji se při tom vyskytuje požadavek, aby výstupem zařízení k provádění takových měření byl elektrický signál. Nejčastěji se elektrický signál generuje v tlakoměrných převodnících, v nichž je elektrický výstup úměrný působícímu vstupnímu tlaku. K měření průtoku pak slouží průtokoměrný snímač, jehož úlohou je v závislosti na okamžité hodnotě průtoku vyvodit tlak, který by pak mohl být veden do tlakoměrného převodníku. Dnes nejběžnějším takovým průtokoměrným snímačem bývá clonka — kotouč s otvorem, vložený do potrubí, v němž je průtok měřen. Před takovýmto clonkovým hydraulickým odporem a za ním ve směru proudění tekutiny jsou pak uspořádány odběry tlaku. Tlakový rozdíl v nich není ovšem jen důsledkem průřezové kontrakce v clonce, takže je větší než trvalá ztráta tlaku na clonce. Existují a běžně se používají také průřezové snímače, u nichž je generovaný tlakový rozdíl pouze důsledkem změny průřezu a spád na takovém snímači jako odporu je velmi malý. Jak snímače s clonkovým odporem, tak snímače průřezové mají závislost mezi vstupní veličinou — měřeným průtokem — a

2

výstupní veličinou — generovaným tlakovým rozdílem — přibližně kvadratickou. V mnoha situacích se vyskytuje požadavek, aby takováto závislost byla jiná než kvadratická; takovému požadavku však je těžké a někdy nemožné vyhovět. Tak zejména často se vyskytuje požadavek závislosti lineární. Je možné dosáhnout linearitu například nelineárním mechanickým převodem v měřiči — například odmocninovou váčkou v mechanickém přenosu pohybu způsobeného tlakovou silou do elektrického čidla mechanického pohybu. Avšak takové řešení má nevýhodné dynamické vlastnosti a je vhodné jen k měření stacionárních, ustálených stavů. Existují také řešení, u nichž je linearizace provedena na elektrické straně. Ukazuje se však, že potřebný linearizační obvod je velmi nákladnou záležitostí, jehož cena někdy přesahuje náklady na všechny ostatní obvody v celém průtokovém měřidle. Existují konečně také přímo průtokoměrné snímače, u nichž lze mluvit o více či méně lineární charakteristice. Jsou to snímače uspořádané jako viskozitní odpory. Obvykle jde o úzké dlouhé trubičky — kapiláry. Ty jsou však použitelné jen tehdy, má-li být měřen jen malý průtok, neboť jejich linearita je závislá na udržení laminárního režimu proudění v kapiláře. Ovšem linearita takových snímačů je vždy pouze přibližná. V první řadě se u nich obvykle uplatňuje vliv rozběhového úseku, na němž

se ustálený laminární průtok teprve vyvíjí. Dále působí odchylky do linearity také kvadratické přídatné odpory vstupem a výstupem z kapiláry.

Problém je řešen způsobem vyhodnocování průtoku tekutiny, jehož podstatou je, že se průtok měří současně dvěma za sebou uspořádanými průtokoměrnými čidly různého druhu, v nichž se vyvozuje tlakový spád, závislý na měřeném průtoku a jako míra velikosti měřeného průtoku se vyhodnocuje poměr tlakového spádu vyvozeného jedním čidlem ke tlakovému spádu vyvozeném druhým čidlem.

Podstatou zařízení k vyhodnocování průtoku tekutiny podle vynálezu je dále, že sestává z prvního průtokoměrného čidla, opatřeného mezivprvkovým vývodem a vstupním vývodem tlaku tekutiny před a za čidlem a druhého průtokoměrného čidla spojeného s prvním průtokoměrným čidlem, opatřeného mezivprvkovým vývodem a výstupním vývodem tlaku tekutiny před a za čidlem. Dále sestává zařízení z dvou měřičů tlakového rozdílu, z nichž jeden je připojen na vývody tlaku prvního průtokoměrného čidla a druhý na vývody tlaku druhého průtokoměrného čidla.

S výhodou lze u zařízení použít dále pouze jednoho měřiče tlakového rozdílu a přepínače, určeného k přepojování buď vývodů tlaku prvního průtokoměrného čidla nebo vývodu tlaku druhého průtokoměrného čidla.

Rovněž s výhodou lze vytvořit prvé průtokoměrné čidlo kapilárovým odporem a druhé průtokoměrné čidlo clonkovým odporem.

Také lze s výhodou vytvořit prvé průtokoměrné čidlo clonkovým odporem a druhé průtokoměrné čidlo vírovou diodou.

Výhodné je, jsou-li měřiče tlakového rozdílu tenzometrického typu a jsou na elektrické straně zapojeny do Wheatstoneova můstku, tj. jsou připojeny na přívod signálového média, například elektrického proudu, nebo tlakového vzduchu za sebou a paralelně s touto dvojicí je na přívod signálového média připojena druhá dvojice odporových prvků. Mezi prvním a druhým odporovým prvkem je zapojen indikátor průtoku signálového média.

Tím, že je zjišťován podíl tlakových spádů vyvozených čidly různého druhu, lze dosáhnout závislosti, jaká je nedosažitelná s čidlem jediným. Zejména lze nalézt takové dvojice odporových, resp. průřezových průtokoměrných čidel, u nichž je poměr údajů přesně lineární homogenní funkcí průtoku procházejícího oběma čidly. Bylo to ověřováno na případech, kdy první průtokoměrné čidlo je tvořeno clonkou, s přibližně kvadratickou závislostí generovaného tlakového spádu na procházejícím průtoku, a druhé průtokoměrné čidlo je tvořeno vírovou fluidickou diodou, protékanou v závěrném

směru, u níž je tato závislost přibližně kubická. Ovšemže poměr třetí a druhé mocniny je právě mocnina první a tento poměr tedy závisí na průtoku lineárně. Důležité však je, že lze dosáhnout prakticky dokonalé linearity i v případech, kdy charakteristiky obou čidel se odchylují od přesné kvadratické či přesné kubické závislosti, neboť odchylky u obou čidel se při určité geometrii snímače přesně kompenzují.

Výhodou řešení podle vynálezu tedy je, že se dostává snímač průtoku s prakticky dokonale vyhovující linearitou, přičemž dynamické vlastnosti nejsou ohroženy setrvačností mechanizačních linearizačních převodů, celé zařízení je jednoduché, kompaktní a může být provedeno tak, že neobsahuje pohyblivé součástky, které by se mohly opotřebovat, zadřít, vyžadovaly by mazání a podobně.

Na připojených výkresech je jako příklad znázorněn snímač průtoku podle vynálezu. Jde o variantu s jedním čidlem clonkovým a druhým diodovým, přičemž přímo v tělese snímače je umístěn převodník na elektrický výstupní signál. Na obr. 1 je znázorněn pohled na destičku, v níž jsou vytvořeny fluidické prvky snímače — clonkový odpor a vírová dioda. Na obr. 2 je pak zachycen řez snímačem a schematicky je zakresleno nejjednodušší zapojení umožňující vyhodnocování poměru výstupních signálů obou fluidických částí snímače. Jak clonkový odpor, tak i vírová dioda jsou ovšem průtokoměrná čidla již dříve známa. Nový je zde způsob, jakým jsou jejich výstupní signály vyhodnoceny.

Jde o snímač určený k měření poměrně velmi malých průtoků v přístrojové technice. Celý je proveden jako kovový blok, tekutina do něho v tomto uspořádání vstupuje vstupem 7 tekutiny a vystupuje z něj výstupem 8 tekutiny, které jsou oba uspořádány z jedné strany bloku, a sice ze strany, již je celý blok montován k další částí přístroje, jehož součástí tvoří. Fluidické prvky, na nichž nejvíce záleží, jsou provedeny samostatně v ploché kovové destičce 10 jako výřezy, které jsou pak v celém bloku uzavřeny tím, že z jedné strany je destička 10 připevněna k základnímu tělísku 30 a z druhé strany je překryta víčkem 11. První průtokoměrné čidlo je tvořeno clonkovým odporem, který je proveden jako úzká štěrbinová propojující dva prostory — přívodní dutinu 5 a mezivprvkovou dutinu 4 (viz obr. 1). Další velká dutina v destičce 10 je vírová dioda, která vytváří druhé průtokoměrné čidlo 2. Z mezivprvkové dutiny 4 do ní vede tryska 3, která je tangenciálně skloněna, aby tekutina vtékající do vírové diody byla nucena v ní rotovat. Tekutina prochází snímačem tak, že ze vstupu 7 tekutiny přichází do přívodní dutiny 5, kde mění směr svého pohybu a protéká clonkovým odporem. Z nich prochází mezivprvkovou

kovou dutinou 4 a tryskou 3, jak bylo řečeno, vytéká do vírové diody. Tou prochází za stálé rotace až k jejímu středu, odkud vytéká výstupním otvorem 22 do výstupu 8 tekutiny.

V základním tělísku 30 je upevněn a elektricky odizolován tlakoměrný měřič 100, tvořený polovodičovou destičkou. V ní jsou vyleptáním zhotovena dvě zeslabena místa, fungující jako tenzometrické membrány. Jedna z těchto membrán, na obr. vlevo, je vystavena tlakovému rozdílu mezi vstupem 7 tekutiny — z něhož je tlak odebrán vstupním vývodem 35 — a meziprvkovou dutinou 4 — v níž je tlak odebrán meziprvkovým vývodem 34. Ve výstupu 8, z něž je tlakový účinek veden dutinami vytvořenými v základním tělísku 30 tak, že druhá z membrán, na obr. 2, je vystavena působení tlakového rozdílu, který je roven spádu na vírové diodě. V daném případě jde o tenzometrické převodníky na elektrický signál: přímo úměrně k malým deformacím membrány se mění jejich elektrický odpor. Hodnota podílu obou tlakových spádů, která je vyhodnocována v postupech založených na tomto vynálezu, zjišťována tak, že obě membrány jsou zapojeny do obvodu, který je v podstatě můstkem. Na obr. 2 je pro názornost zachyceno nejjednodušší zapojení s manuálním vyvažováním — v tomto případě jde o klasický Wheatstoneův můstek, ve kterém jsou kromě obou membrán zapojeny ještě dva odpory, proměnný odpor R_1 a pevný odpor R_2 . Je všeobecně známo, že nulový indikátor 40 bude ukazovat nulový protékající proud v takovém vyváženém stavu dosaženém manuálním přestavováním

proměnného odporu R_1 , ve kterém platí

$$R_1 = R_2 \frac{R_{m1}}{R_{m2}},$$

kde R_{m1} je hodnota odporu membrány vystavené účinkům tlakového spádu na diodě a R_{m2} je hodnota odporu membrány vystavené účinkům tlakového spádu na fluidickém clonkovém odporu. Můstek je přitom napájen ze zdroje připojeného na svorku S, přičemž na hodnotě napájecího napětí ve vyváženém stavu nezáleží, což je velká výhoda vymezující chyby, které by jinak mohly být způsobeny kolísáním napájecího napětí. Z uvedeného vzorce vyplývá, že na lineární stupnici proměnného odporu R_1 , potenciometru, je možné ve vyvážených stavech číst okamžité hodnoty poměru elektrických odporů obou membrán a tedy i hodnoty poměru tlakových spádů. V takovém provedení bychom ovšem nevyužili potenciálně výhodných dynamických vlastností snímače. Předpokládá se, že v praktickém provozním provedení by na svorky A, B a C byl připojen automatický kompenzační obvod, v němž by například místo proměnného odporu R_1 zaujal aktivní elektrický prvek ovládaný signálem závislým na napěťovém rozdílu na svorce B. Zvláště výhodné může být, bude-li takový elektrický kompenzační obvod zhotoven přímo v polovodičové destičce spolu s membránami.

Předmět vynálezu může najít uplatnění v chemickém průmyslu, energetice, a to zejména tam, kde se jedná o měření menších množství tekutiny.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob vyhodnocování průtoku tekutiny, vyznačující se tím, že se průtok měří současně dvěma za sebou uspořádanými průtokoměrnými čidly různého druhu, v nichž se vyvozuje tlakový spád závislý na měřeném průtoku a jako míra velikosti měřeného průtoku se vyhodnocuje poměr tlakového spádu vyvozeného jedním čidlem ke tlakovému spádu vyvozenému druhým čidlem.

2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačující se tím, že sestává z prvního průtokoměrného čidla (1) opatřeného meziprvkovým vývodem (34) a vstupním vývodem (35) tlaku v tekutině před průtokoměrným čidlem (1) a za ním a dále z druhého průtokoměrného čidla (2) spojeného do série s prvním průtokoměrným čidlem (1) a opatřeným meziprvkovým vývodem (34) a výstupním vývodem (32) tlaku před druhým průtokoměrným čidlem (2) a za ním, dále ze dvou měřičů (100) tlakového rozdílu, z nichž jeden je zapojen na vývo-

dy (34, 35) tlaku prvního průtokoměrného čidla (1) a druhý je zapojen na vývody (32, 34) tlaku druhého průtokoměrného čidla (2).

3. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačující se tím, že sestává z prvního průtokoměrného čidla (1) opatřeného meziprvkovým vývodem (34) a vstupním vývodem (35) tlaku v tekutině před průtokoměrným čidlem (1) a za ním a dále z druhého průtokoměrného čidla (2) spojeného do série s prvním průtokoměrným čidlem (1) a opatřeným meziprvkovým vývodem (34) a výstupním vývodem (32) tlaku před průtokoměrným čidlem (2) a za ním a dále z jednoho měřiče (100) tlakového rozdílu a přepínače určeného k přepojování buď vývodů (35, 34) prvního průtokoměrného čidla (1) nebo vývodů (34, 32) tlaku druhého průtokoměrného čidla (2) na měřič (100) tlakového rozdílu.

4. Zařízení podle bodů 2 a 3, vyznačující se tím, že první průtokoměrné čidlo (1) je

tvořeno kapilárovým odporem a druhé průtokoměrné čidlo (2) je tvořeno clonkovým odporem.

5. Zařízení podle bodů 2 a 3, vyznačující se tím, že první průtokoměrné čidlo (1) je tvořeno clonkovým odporem a druhé průtokoměrné čidlo (2) je tvořeno vírovou diodou.

6. Zařízení podle bodů 2 a 3, vyznačující se tím, že měřiče (100) tlakového rozdílu jsou tenzometrického typu a jsou na své

elektrické straně zapojeny do obvodu typu Wheatstoneova můstku, tj. jsou připojeny na přívod signálového média, například elektrického proudu nebo tlakového vzduchu, za sebou a paralelně s touto dvojicí měřičů (100) tlakového rozdílu je na přívod signálového média připojena druhá dvojice odporových prvků, přičemž mezi prvním a druhým měřičem (100) tlakového rozdílu je zapojen indikátor (40) průtoku signálového média.

2 výkresy

