

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

26 764

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01F 15/00 (2006.01)

G01F 15/075 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-28404**

(22) Přihlášeno: **03.09.2013**

(47) Zapsáno: **10.04.2014**

(73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta
strojní, Ústav mechaniky tekutin a termodynamiky,
Praha, CZ

(72) Původce:
Ing. Jan Čížek, Ph.D., Praha, CZ
Bc. Jakub Filipický, Praha, CZ
prof. Ing. Jiří Nožička, CSc., Praha, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, 158 00
Praha

(54) Název užitého vzoru:
Průtokoměr

CZ 26764 U1

Průtokoměr

Oblast techniky

Technické řešení se týká průtokoměru opatřeného žhavenými drátky propojenými s měřícím zařízením.

5 Dosavadní stav techniky

Vzhledem k poměrně pokročilému stupni globalizace je v oblasti měřicí techniky pro výzkumné a vývojové účely, stejně tak jako v oblasti standardních měřidel, situace na světovém i národním trhu prakticky totožná. Trh lze v tomto směru rozdělit do dvou segmentů - na průmyslově využívanou měřicí techniku a na specializovanou měřicí techniku určenou pro vědecké účely. Rozdíl mezi oběma kategoriemi je především v přesnosti měřidel a kvalitě zpracování, od čehož se pak následně odvíjí jejich cena. Pro vědecké účely pak existuje celá řada měřidel, která se pro složitost jejich obsluhy v průmyslové praxi prakticky nepoužívají.

Z pohledu vlastního určování průtoku pak existuje celá řada systémů založených na různých fyzikálních principech. Jedná se např. o systémy založené na určování průtoku z tlakového spádu, jako jsou clonové trati, nebo Venturiho trubice, dále pak vírové průtokoměry, indukční průtokoměry, ultrazvukové průtokoměry, rotametry atd. Pro vědecké aplikace pak lze použít systémy měření průtoku založené na integraci rychlostního profilu, tj. ve své podstatě převést problém na způsoby určování rychlostního profilu. Zde lze pak využívat traverzování měřených ploch pomocí různých sond, nebo například metodu 3D PIV (Particle Image Velocimetry).

Většina standardních metod pro určování průtoku vyžaduje znalost tvaru rychlostního pole. V praxi to pro použití těchto měřidel znamená zástavbu do vhodně upravené trati, jejíž uspořádání zajistí vyvinutí proudu do známého tvaru. Tato podmínka přináší omezení z pohledu zástavbových rozměrů a v některých aplikacích znemožní použití tohoto typu měřidel úplně.

Při převedení měření průtoku na určení rychlostního pole výše uvedená podmínka odpadá a metody jsou pak omezené pouze možnostmi použitých měřidel rychlostí, které mohou v některých případech pracovat za velice obecných podmínek. Nespornou nevýhodou tohoto přístupu jsou však vysoké pořizovací náklady, velké zástavbové rozměry a obecná složitost těchto řešení.

Výzkum a vývoj měřidel pro určování průtoku se pak v současné době zaměřuje především do oblasti zpřesňování již existujících principů např. pomocí zdokonalování výrobních postupů, miniaturizaci elektronických prvků jednotlivých průtokoměrů, zvyšování jejich odolnosti, životnosti a spolehlivosti atd.

Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny průtokoměrem, podle tohoto technického řešení. Jeho podstatou je to, že je tvořen sítí žhavených drátů vypletených v rámu obdélníkového průřezu, přičemž dráty jsou připojeny ke zdroji konstantního proudu pro jejich žhavení a na každém z nich je připojen snímač pro měření úbytku elektrického napětí. Dráty jsou s výhodou zapojeny sériově pro průchod shodného proudu celou sítí a konce každého z drátů jsou opatřeny snímačem úbytku napětí při průchodu proudu. Dráty mohou být vzájemně i vůči rámu průtokoměru izolovány pro zabránění elektrického zkratu. Dráty jsou s výhodou k rámu připevněny nevodivým uložením a místa křížení drátů jsou izolována distančními sloupky. Každý drát je s výhodou vybaven pružinkou.

Oba konce každého z drátů jsou s výhodou opatřeny tenkými vodiči pro měření úbytku elektrického napětí a tyto vodiče jsou rámem průtokoměru svedeny na konektory a odtud je signál veden do centrální jednotky průtokoměru, která v sobě integruje zařízení pro sběr dat a také zdroj konstantního proudu pro žhavení drátů. Celé zařízení je propojeno přes rozhraní Ethernet s výpočetním zařízením.

Jedná se o nový variabilní průtokoměr, jehož princip je založen na mnohonásobném využití metody CCA (Constant Current Anemometer). Kromě informace o absolutní hodnotě objemového toku poskytuje zařízení také informaci o jeho rozložení v měřené rovině. Zatímco u běžných metod určování objemového toku proudící tekutiny je nutné znát informaci o tvaru rychlostního profilu, je navrhovaný systém vůči tomuto parametru prakticky nezávislý. Další hlavní výhodou je možnost výroby průtokoměrů složitých geometrií, kdy průtočná plocha může v prostoru zaujímat prakticky libovolný tvar. Montážní rozměry průtokoměru jsou velmi malé a jsou omezené pouze velikostí jeho rámu.

Navržená metoda určování průtoku používá pro měření principy měření rychlosti pomocí žhaveného drátku. Při průchodu elektrického proudu snímacím elementem – drátem, dochází k jeho rovnoměrnému ohřevu. Okolo proudící tekutina pak tento element ochlazuje. Míra ochlazování je v tomto případě závislá na rychlosti tekutiny. Protože se změnou teploty snímacího elementu dochází ke změně jeho odporu, lze následně rychlost korelovat přímo s některou elektrickou veličinou, například odpor, napětí atd. Navržený průtokoměr využívá snímacích elementů značné délky, řádově desítky cm, oproti standardně používaným drátkům o délce v řádu jednotek mm. Snímací dráty jsou vypletené v měřené rovině tak, aby docházelo k jejich mnohonásobnému křížení, viz obr. 1. Při obtékání těchto drátů nerovnoměrným rychlostním polem pak dochází k jejich nerovnoměrnému ochlazování a lokální změně teploty a tedy odporu. Měřena je pak integrální hodnota odporu na každém drátu s tím, že pro vyhodnocení je využito skutečnosti, že v místech křížení jednotlivých drátů musí být stejná rychlost proudění tekutiny. V měřené rovině tak lze vyhodnotit rychlostní pole a jeho integrací pak průtok danou oblastí. Podmínkou správného vyhodnocení průtoku je kolmý směr proudění ke kontrolní oblasti.

S výhodou lze využít teplotní závislosti odporu drátů nejen pro měření rychlostního pole - žhavený drát, ale také pro měření teplotního pole - nežhavený drát. Elektrický odpor drátů v tomto případě není korelovaný s hodnotou rychlosti proudící tekutiny, ale s hodnotou její teploty. Princip funkce průtokoměru jako měřidla teplotního pole je shodný s principem měření rychlostního pole, jedná se o odlišnost pouze na nejnižší úrovni fyzikální podstaty.

Při současném měření rychlostního i teplotního pole může průtokoměr sloužit pro přímé určování tepelného toku.

Odpor drátů při průchodu konstantního proudu je závislý nejen na rychlosti proudící tekutiny, ale také na její teplotě, což způsobuje teplotní závislost měřidla. Průtokoměr může využít vlastní schopnosti měření teplotního pole a to posléze použít jako vstup pro teplotní kompenzaci měření rychlosti. Při rovnoměrném vstupním teplotním poli lze místo toho použít bodovou metodu měření teploty externím měřidlem.

Technické řešení se týká nového principu určování průtoku tekutiny a tepelného toku mnohonásobnou metodou žhaveného drátu. Zařízení je schopné provozu za velice obecných podmínek v takřka libovolné tekutině. Jeho využitelnost proto pokrývá širokou škálu oblastí měření průtoku v průmyslových i vědeckých aplikacích.

Objasnění obrázků na výkresech

Průtokoměr podle tohoto technického řešení bude podrobněji popsán na konkrétním příkladu provedení s pomocí přiložených výkresů, kde na obr. 1 je znázorněn příkladný průtokoměr v axonometrickém pohledu. Na obr. 2 je znázorněno schéma zapojení. Na obr. 3 je uvedeno náhradní elektrické schéma provedení. Na obr. 4 je znázorněn v axonometrickém pohledu detail rámu a sítě průtokoměru.

Příklad uskutečnění technického řešení

Schéma provedení zařízení je uvedeno na obr. 2. Sít' žhavených drátů 1 je vypletena v rámu 2 obdélníkového průřezu. Dráty 1 jsou žhaveny zdrojem 3 konstantního proudu a na každém z nich je měřen úbytek elektrického napětí.

Z elektrického pohledu jsou dráty 1 sítě zapojeny sériově, tj. za sebou a celou sítí tedy prochází shodný a konstantní proud. Při průchodu proudem vzniká na drátech 1 úbytek napětí, který je měřen na koncích každého z drátů 1. Náhradní elektrické schéma řešení znázorňuje obr. 3, pro přehlednost je zobrazena pouze část sítě drátů 1.

- 5 Sít' žhavených drátů 1 je v rámu 2 vypletena tak, aby nedocházelo k elektrickému zkratu mezi dráty 1 vzájemně a také mezi dráty 1 a rámem 2 průtokoměru. Pro tyto účely jsou dráty 1 k rámu 2 připevněny nevodivým uložením 5 a místa křížení drátů 1 jsou izolována distančními sloupky 7 – obr. 4. Při žhavení drátů 1 dochází k jejich teplotní roztažnosti, každý drát 1 je proto vybaven pružinkou 6 jako dilatačním elementem. Oba konce každého z drátů 1 jsou opatřeny tenkými vodiči pro měření úbytku elektrického napětí. Tyto vodiče jsou rámem 2 průtokoměru svedeny na konektory a odtud je signál veden do centrální jednotky průtokoměru, která v sobě integruje zařízení pro sběr dat a také zdroj konstantního proudu pro žhavení drátů 1. Celé zařízení komuni-
10 kuje s PC přes rozhraní Ethernet.

- 15 Při splnění podmínky kolmosti vektoru rychlosti na měřenou rovinu se přesnost pohybuje do 3 % měřené hodnoty.

Průmyslová využitelnost

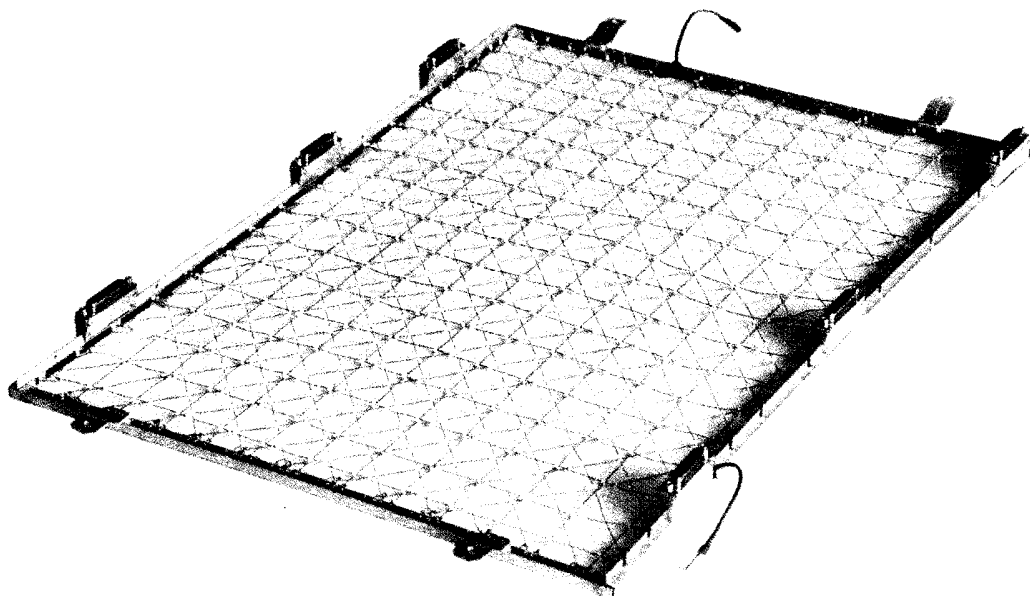
- Průtokoměr se sítí žhavených drátů nalezne uplatnění všude, kde provozní nároky neumožní použití jiného typu průtokoměru, např. neznalost rychlostního pole, malé zástavbové rozměry, tvarová složitost průtočné oblasti a podobně. Potenciálně se jedná o řadu vědeckých i průmyslových
20 aplikací, ve kterých do současné chvíle měření průtoku buď vůbec nebylo možné, nebo bylo možné s omezenou přesností. Možnost současného měření tepelného toku za velice obecných podmínek rozšiřuje aplikaci průtokoměru na energetický průmysl a další obory, kde tepelný tok konvenčními metodami měřit nelze.

NÁROKY NA OCHRANU

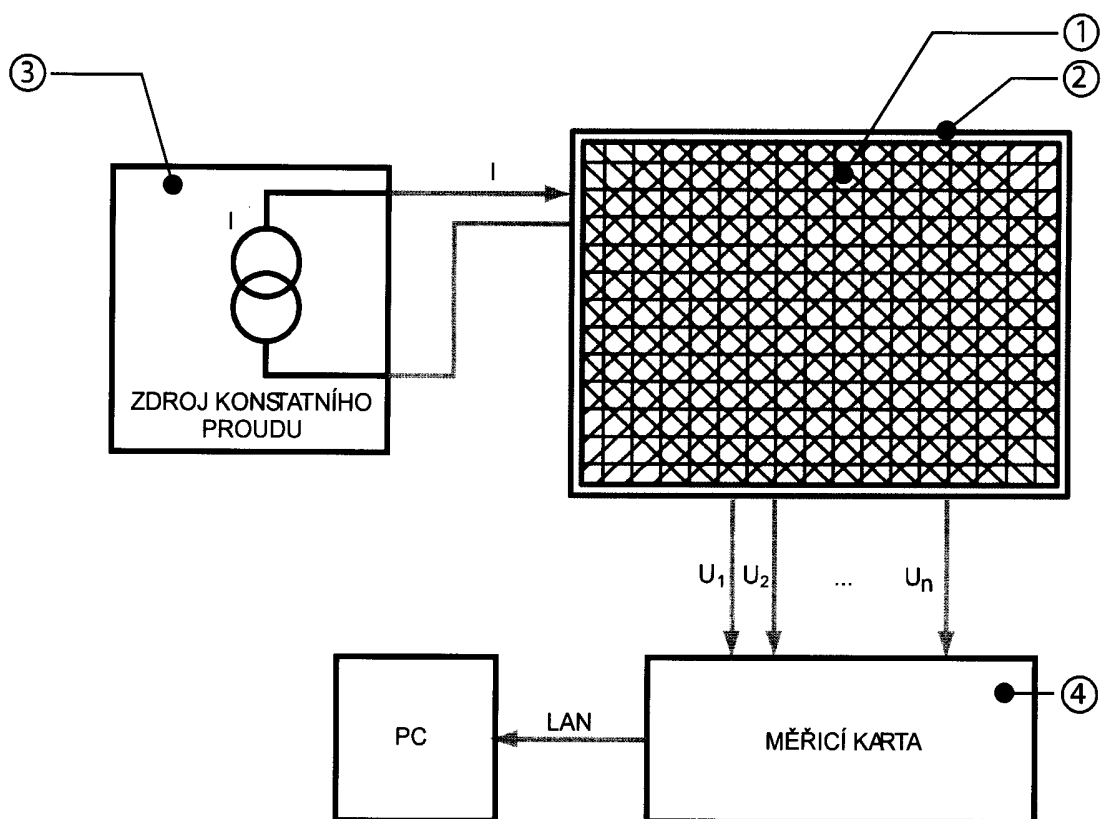
- 25 1. Průtokoměr, **vyznačující se tím**, že je tvořen sítí žhavených drátů (1) vypletených v rámu (2) obdélníkového průřezu, přičemž dráty (1) jsou připojeny ke zdroji (3) konstantního proudu pro jejich žhavení a na každém z nich je připojen snímač pro měření úbytku elektrického napětí.
- 30 2. Průtokoměr podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dráty (1) jsou zapojeny sériově pro průchod shodného proudu celou sítí a konce každého z drátů jsou opatřeny snímačem úbytku napětí při průchodu proudem.
3. Průtokoměr podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že dráty (1) jsou vzájemně i vůči rámu (2) průtokoměru izolovány pro zabránění elektrického zkratu.
- 35 4. Průtokoměr podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že dráty (1) jsou k rámu (2) připevněny nevodivým uložením (5) a místa křížení drátů (1) jsou izolována distančními sloupky (7).
5. Průtokoměr podle nároku 3 nebo 4, **vyznačující se tím**, že každý drát (1) je vybaven pružinkou (6).
- 40 6. Průtokoměr podle kteréhokoli z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že oba konce každého z drátů (1) jsou opatřeny tenkými vodiči pro měření úbytku elektrického napětí a tyto vodiče jsou rámem (2) průtokoměru svedeny na konektory propojené s centrální jednotkou průtokoměru, která v sobě integruje zařízení pro sběr dat a také zdroj konstantního proudu pro žhavení drátů (1).

7. Průtokoměr podle kteréhokoli z předchozích nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že celé zařízení je propojeno přes rozhraní Ethernet s výpočetním zařízením.

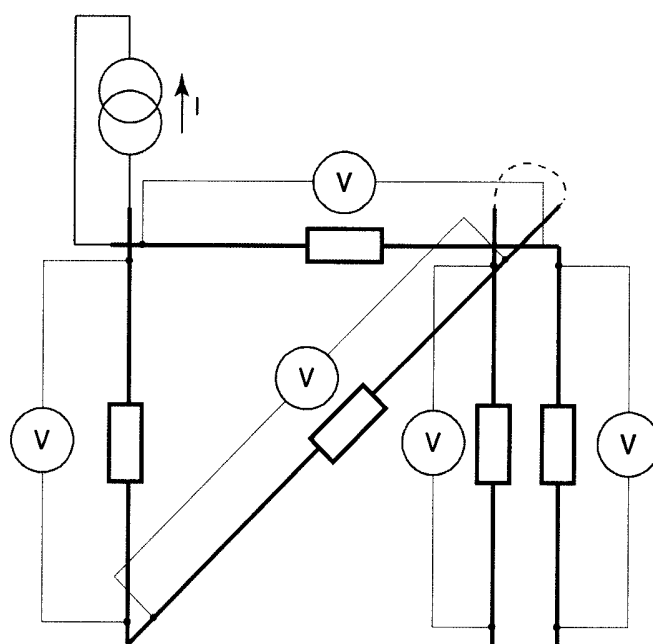
4 výkresy



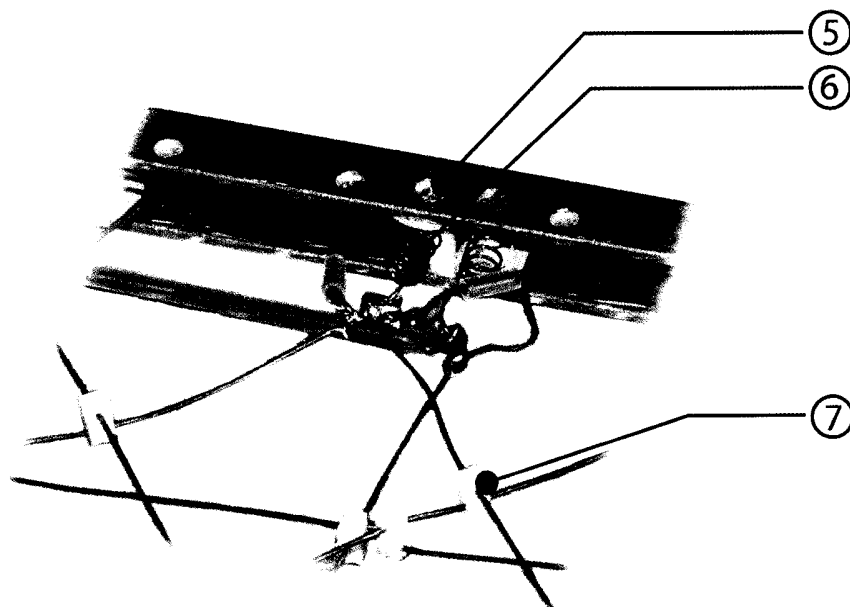
Obr. 1



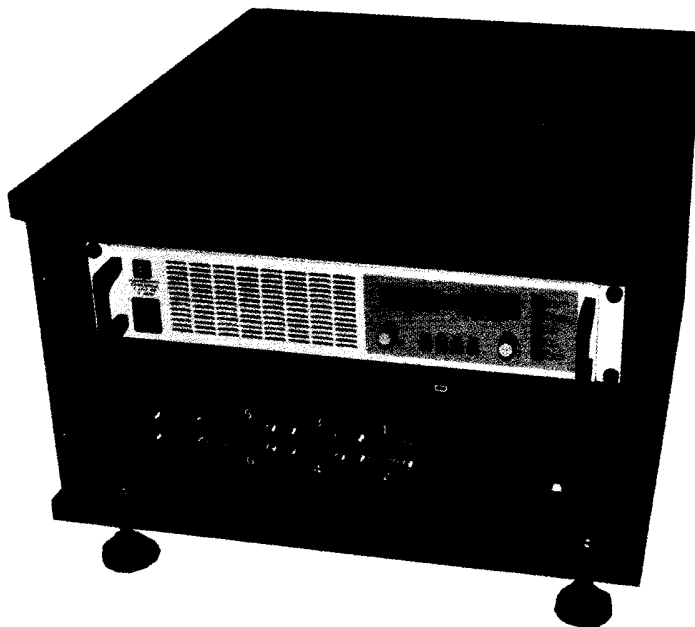
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obrázek 5: Centrální jednotka pro napájení a sběr dat

Konec dokumentu
