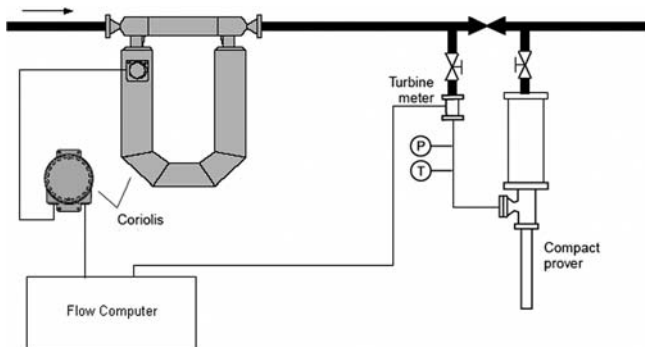


Kalibrácia prietokomerov (3)

Objemové master metery

Do tejto kategórie patria dva typy prístrojov – klasické master metery a prenosné štandardy. Verifikácia pomocou oboch typov meradiel vyžaduje veľmi presné meranie impulzov z verifikovaného i verifikujúceho prístroja. Výpočtová jednotka (flow computer) musí umožniť presné meranie časti impulzov vrátane synchronizácie začiatku a konca merania. Minimálna dĺžka verifikácie je obvykle väčšia ako jedna minúta. Základným rozdielom medzi master meterom a prenosným štandardom je skutočnosť, že master meter je kalibrovaný za laboratórnych podmienok v kalibračnom laboratóriu. Prenosný štandard je oproti tomu kalibrovaný na mieste inštalácie konvečným alebo compact proverom. Master meter sa obvykle používa vtedy, keď nemožno používať ostatné typy proverov. Ide o ekonomicky výhodné a technicky jednoduché zariadenie. Vzhľadom na metrologickú stránku je hlavná nevýhoda pridaná verifikácia spôsobená odlišnými podmienkami pri jeho použití a pri kalibrácii. Niekedy je to jediná možnosť verifikácie meracieho prístroja (napr. pri umiestnení prístroja na potrubnom moste). Často sa objemový master meter využíva na verifikáciu objemových mechanických meradiel na výdajných stojanoch a lávkach petrochemických produktov. Prenosný štandard sa často používa v kombinácii s proverom s malým objemom. Podľa konkrétneho typu a veľkosti skúmaného meracieho prístroja možno rozhodnúť, či sa použije prover alebo prenosný štandard. Celková neistota je výrazne lepšia oproti objemovému master metera pre verifikáciu prenosného štandardu proverom na mieste inštalácie. Všeobecnou požiadavkou použitia prístroja ako master meter (alebo prenosný štandard) je jeho vysoká presnosť a opakovateľnosť. Najčastejšie sa na to používajú turbínkové prietokomery, prietokomery s oválnymi kolesami a Coriolisove hmotnostné prietokomery. Obr. 11 ukazuje jednu z možností objemovej verifikácie prietokomerov pomocou prenosného štandardu verifikovaného compact proverom.



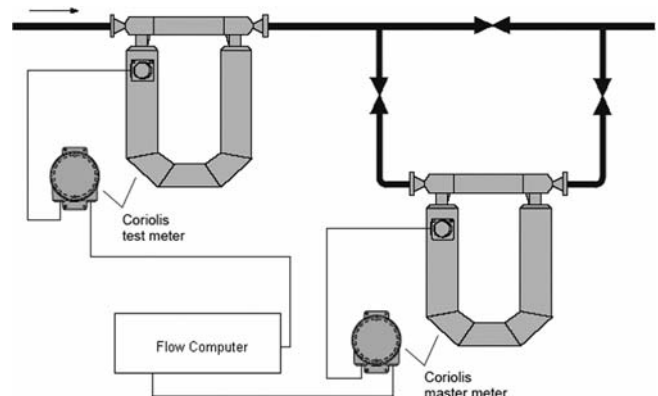
Obr.11 Schéma verifikácie pomocou prenosného štandardu

Pri výpočte korekčného koeficienta treba správne vypočítať časti impulzov z verifikujúceho i z verifikovaného prístroja. Neistota je vypočítaná podobným spôsobom ako v predchádzajúcom prípade. V prípade verifikácie pomocou prenosného štandardu hmotnostnou metódou sa pohybuje okolo $\pm 0,043\%$ a v prípade verifikácie objemovým prietokom $\pm 0,041\%$.

Hmotnostné master metery

Hmotnostné verifikácie získavajú výrazný priestor. Je to spôsobené skutočnosťou, že všetky bilancie výrobných celkov sa robia hmotnostne. Pri meraniach niektorých produktov (napr. LPG, CNG, etylén a vodná para) sa takmer výhradne používajú hmot-

nostné jednotky. Ak je ako hmotnostný master meter použitý hmotnostný Coriolisov prietokomer, odpadá hlavná nevýhoda použitej technológie master metera, a to kalibrácia za odlišných podmienok. Coriolisov prietokomer je kalibrovaný v laboratórnych podmienkach vodou a táto kalibrácia platí i pre iné média za odlišných inštalčných podmienok. Obr. 12 ukazuje všeobecnú schému hmotnostného Coriolisovho master meter prova.



Obr.12 Schéma hmotnostného master meter prova

Neistota merania je veľmi malá. Je to hlavne spôsobené tým, že hmotnostný prietok je priamo merateľná veličina a neprenášajú sa do jeho výpočtu ďalšie aditívne zložky. Neistota verifikácie pomocou hmotnostného master metera sa pohybuje okolo $\pm 0,108\%$. Obr. 13 ukazuje príklad ekonomicky veľmi výhodného a manipulačne jednoduchého hmotnostného master metera používaného ČMI Brno na overovanie meradiel na LPG v Českej republike.



Obr.13 Master meter na meranie LPG

Veľmi výhodnou alternatívou sa v súčasnosti javí použitie master meterov na staniách predávajúcich petrochemické produkty. Sú to stacionárne zariadenia, ktoré obsahujú okrem niekoľko meraní prietokov takisto jeden oddelený prístroj, ktorý môže byť v prípade potreby zapojený sériovo, a tak sa môže uskutočniť jeho verifikácia. Technika používania master meterov sa v súčasnosti stále viac presadzuje hlavne pre ekonomickú výhodnosť, jednoduchosť a univerzálne použitie. Keď nie je neistota master meterov vyhovujúca, treba inštalovať niektoré z ostatných druhov proverov. Cenová náročnosť je často i rádo vyššia.

Zapojenie viacerých prietokomerov paralelne a sériovo

Pri meraní veľkých prietokov sú dva spôsoby implementácie merania. Možno použiť jeden prietokomer s príslušným rozsahom alebo prietok deliť a použiť niekoľko menších prietokomerov. Ak možno prúd meraného média rozdeliť (hlavne vzhľadom na miesto a niekedy cenu inštalovaného riešenia), dostávame celý rad výhod:

- väčšie rozpätie merania (možno využiť len časť prístrojov),
- lepšia presnosť,
- možnosť verifikácie zapojením do série,

- jednoduchšia manipulácia a náklady pri kalibrácii a opravách (napr. manipulácia s DN 900 ultrazvukovým prietokomerom je veľmi nákladná),
- lacnejšia aplikácia proverov.

Pri rozdelení potrubí s veľkými rozmermi na niekoľko menších dosiahneme výrazné zníženie neistoty merania. Ak meriame určitú veličinu s rovnakou hodnotou dvoma prístrojmi s rovnakou neistotou (staticky nezávislé), napr. 0,1 % je celková neistota merania rovná

$$\sqrt{0,1^2 + 0,1^2} = 0,14 \%$$

Ak rozdelíme uvedenú veličinu na časti, meriame každým prístrojom len zlomok x uvedeného prietoku a celková neistota je

$$\sqrt{x_1 u_1 + x_2 u_2}$$

Pre príklad merania polovice celkového prietoku sa neistota rovná 0,07 %. Celková neistota je menšia ako pri použití jedného rovnakého prietokomera. Tento revolučný poznatok bol experimentálne overený a potvrdený i matematickým modelom pomocou simulácie Monte Carlo. Celý koncept funguje optimálne, ak je prietok rozdelený rovnomerne. Hovoríme potom o hmotnostnom vybalansovaní prietoku. Neistota súčtu n prietokov je:

$$u\left(\sum_{i=1}^n \dot{m}_i\right) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\dot{m}_i u_i)^2}{\sum_{i=1}^n \dot{m}_i}} \quad (20)$$

V prípade vybalansovaného merania prietoku, t. j. v prípade rozdelenia prietoku do rovnakých prúdov a pri použití rovnakého typu prietokomera možno neistotu celkového merania napísať ako:

$$u\left(\sum_{i=1}^n \dot{m}_i\right) = \frac{u}{\sqrt{n}} \quad (21)$$

Praktický výpočet je však trochu zložitejší, pretože treba počítať s koreláciou jednotlivých prístrojov (Sú jedného druhu? vyrobené rovnakým výrobcom? kalibrované v rovnakom kalibračnom laboratóriu?). Celkovú neistotu merania prietokomerom teda môžeme rozdeliť na náhodnú a systémovú časť. Zlepšenie neistoty dosiahneme len v náhodnej časti celkovej neistoty.

Príklad:

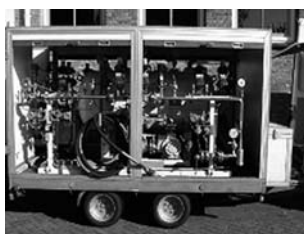
Pre jeden prietokomer so systematickou neistotou 0,05 % a s náhodnou neistotou 0,08%, je celková neistota tohto prietoku odmocnina zo súčtu kvadrátov týchto neistôt (0,094 %). Pri použití dvoch prietokomerov je náhodná neistota 0,057 % (celková 0,076 %). Pri použití 4 prietokomerov paralelne klesne celková neistota merania na 0,03 %. Takto možno osadiť i medzištátne predávajúce stanice petrochemických médií, keď je celý tok rozdelený na niekoľko celkov a na ne je potom aplikovaný uvedený postup.

Konfigurácie

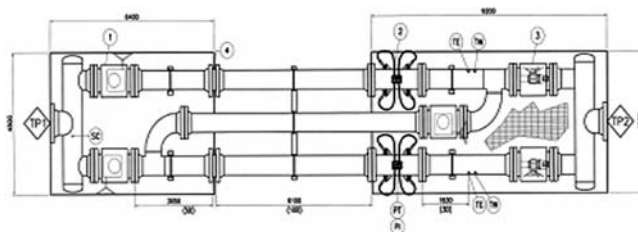
PAY-CHECK

Veľmi často sa používa konfigurácia dvoch prístrojov sériovo zapojených za sebou. Jeden prietokomer slúži na výpočet mernej hodnoty prietoku a druhý na verifikáciu. Ide o stacionárny master meter proving rovnakým typom prístroja. Niekedy sa táto konfigurácia nazýva pay-check.

Obr. 14 ukazuje použitie 3 prietokomerov za sebou ako mobilný národný etalón LPG s neistotou 0,06 % pri meraní objemu. Celý systém je založený na troch Coriolisových hmotnostných prietokomeroch so základnou neistotou 0,1 %.



Obr.14 Etalón NMI v Holandsku s tromi Coriolisovými prietokormi zapojenými do série



Obr.15 Schéma konceptu Z meracích staníc

KONCEPT Z

Moderným trendom pri návrhu meracích staníc je tzv. koncept Z. Umožňuje zlúčiť výhodu použitia sériových i paralelných zapojení prietokomerov bez nutnosti inštalácie proverov (obr. 15).

Ing. Attila Csolle

Emerson Process Management, s. r. o.
Hanulová 5b
84101 Bratislava
Tel.: 02/64 36 19 73
Fax: 02/64 28 72 45
Mobil: 0903 705 270
e-mail: Attila.Csolle@EmersonProcess.sk

35