

Jedinečná švajčiarska presnosť



Presnosť a opakovateľnosť prietokomerov má výrazný vplyv na kvalitu produkcie každej prevádzky. Spoločnosť Endress + Hauser je jedným z lídrov v oblasti Coriolisových prietokomerov. Prietokomery Promass sú vyrobené výlučne vo švajčiarskom výrobnom závode Endress + Hauser Flowtec AG, aby sa dosiahla najvyššia kvalita výrobu.

Vysoká presnosť je garantovaná medzinárodným certifikátom

O presnosti a opakovateľnosti možno hovoriť pri výrobe prietokomerov vtedy, keď je zaručená nadväznosť kalibrácie. To znamená, že kalibračná trať alebo kalibračné laboratórium sú preukázateľne napojené na medzinárodnú sústavu. Čiže výrobcovi nestačí napojenie na „nejaký“ etalón, ale podľa normy ISO/IEC 17025:2005 musí byť kalibračná trať presne definovaným spôsobom nadviazaná tzv. akceptovateľným spôsobom.



Plne automatizované riadenie kalibračného procesu

Nadväznosť je vlastnosť výsledku merania alebo hodnoty etalónu, ktorá má vzťah k určeným referenčným etalónom prostredníctvom neprerušeneho reťazca porovnávaní, z ktorých každé má určenú neistotu. Akreditované laboratóriá musia mať výsledky svojich meraní presne definovaným (akceptovateľným) spôsobom nadviazané v zmysle požiadavky čl. 5.6 normy ISO/IEC 17025:2005. (Definícia podľa BS Vocabulary of Metrology PD 6464: Part 1: 1995)

Výrobný závod Endress + Hauser Flowtec AG je akreditované kalibračné centrum prietoku s akreditáciou od švajčiarskeho úradu Swiss Accreditation Service (SAS) podľa ISO/IEC 17025. Táto akreditácia je jedinečná medzi výrobcami prietokomerov aj vďaka vysokej presnosti kalibračnej trate na výrobu prietokomerov s gravimetrickou presnosťou 0,015 % – údaj zahŕňajúci nepresnosť celej kalibračnej trate!



Prepadová nádrž kalibračnej trate Endress + Hauser Flowtec

Jedinečnosť je práve v tom, že všetky vyrobené prietokomery Endress + Hauser sú kalibované priamo na tejto vysokoprecíznej trati s možnosťou gravimetrickej metódy, a nie na sekundárnych tankoch alebo sekundárnych referenčných etalónoch. Výrobci prietokomerov bežne používajú sekundárne etalóny, napr. niekoľko Coriolisových prietokomerov zapojených v sérii. Takáto metóda vnáša, samozrejme, ďalšiu neistotu do kalibrácie, a to bežne 2- až 4-násobok chyby primárneho etalónu! (Pozn. presnosť nášho národného sekundárneho etalónu na SMÚ je 0,01 až 0,03 %, k čomu treba pridať práve rozšírenú neistotu 0,04 až 0,06 %.)

Prietokomery musia mať okrem presnosti aj vynikajúcu dlhodobú stabilitu, aby kvalita merania prietoku bola dlhodobo garantovaná. Výrobný závod Endress + Hauser Flowtec AG dlhé roky používa pri výrobe veľmi sofistikovanú a dôslednú kontrolu kvality vrátane špeciálneho výrobného postupu, opakovaného testovania a precíznej kalibrácie, vďaka čomu sa stal jedinečným na svete. Precízne výrobné postupy a riadenie kvality zahŕňajú viac ako 50-ročné skúsenosti výrobných závodov Endress + Hauser.

Výhody akreditovaného laboratória sú:

- nadväznosť na národné etalóny, napr. METAS, PTB, LNE, NIST,
- akceptácia na celom svete.

Nové dimenzie presnosti

Hranice presnosti merania prietoku rozšíril Endress + Hauser Flowtec zavedením komplexnej autodiagnostiky prietokomerov, ktorú spoločnosť pomenovala Advanced Diagnostic Function a Self Diagnostic Function. Ide o úspešný systém samooverovania funkčnosti a stavu prietokomera. O kvalite tejto samodiagnostiky a o inovátorskej myšlienke svedčí aj to, že po niekoľkých rokoch sa k tomuto systému samoverifikácie priklonili aj ďalší výrobcovia prietokomerov. Systém samodiagnostiky umožňuje verifikovať súčasti prietokomera od snímačnej časti cez prevodník a softvér po výstup prietokomera. Prístroj netreba demontovať, čiže vykonáme in-situ verifikáciu prietokomera. Komplexnosť spočíva aj v pomocných nástrojoch na ďalšiu diagnostiku prietokomera a zber údajov z verifikácie do počítača. Ide o nástroje FieldCheck™ a FieldTool™. Tejto problematike sa podrobne venuje článok [6].

Vysokoprecízne jednorúrové Coriolisove prietokomery

Na dosiahnutie presnosti pri Coriolisových prietokomeroch treba vždy zabezpečiť vyváženie systému, aby bol merací systém v rovnováhe. Vyplyva to z princípu, že Coriolisova sila pôsobí iba na telesá, ktoré sa v rotujúcej vzťažnej sústave pohybujú, keď sústava je neinerciálna. Je daná vzťahom

$$\vec{F}_c = -2m\vec{\omega} \times \vec{v}$$

kde m je hmotnosť skúmaného telesa, $\vec{\omega}$ je vektor uhlovej rýchlosti. Tento vektor má veľkosť rovnú veľkosti uhlovej rýchlosti rotácie sústavy. Rýchlosť telesa meraná v rotujúcej vzťažnej sústave je označená \vec{v} , symbolom \times je vyznačený vektorový súčin vektora uhlovej rýchlosti a vektora rýchlosti.



Unikátne riešenie kalibračnej stoličky s automatickým otáčacím mechanizmom, tzv. revolverom

Rovnováha jednorúrového systému Promass I, potrebná na bezchybné meranie, sa vytvára tým, že sa excentricky umiestnená kmitajúca hmota vybudzuje do protikmitania a balansuje sústavu. Tento patentovaný systém TMB™ (Torsion Mode Balanced System) garantuje bezchybné meranie tiež pri meniacich sa procesných a okolitých podmienkach. Ďalšou inovátorskou myšlienkou bolo použitie rovnej meracej trubice vyrobenej z titánu, ktorá je ľahká, pevná a z prechodného kovu, odolného proti korózii. Vlastnosti titánu sú chemicky a fyzikálne podobné zirkóniu. Spoločnosť Endress + Hauser sa stala vďaka jedinečnému systému TMB™ lídrom vo výrobe vysokoprecíznych jednorúrových Coriolisových prietokomerov.



Coriolisov hmotnostný prietokomer Promass I s jednou priamou meracou rúrou

Inštalácia jednorúrového prietokomera Promass je preto rovnako jednoduchá, ako pri osvedčených dvojtrubicových systémoch Promass F a Promass M! Špeciálne opatrenia na upevnenie meracím snímačom a za ním nie sú potrebné. Princíp merania nezávisí od teploty, tlaku, viskozity, vodivosti a prietokového profilu. Jednorúrový systém je zvlášť vhodný na použitie so špeciálnymi požiadavkami na šetrné zaobchádzanie s meraným médiom, systém TMB™ totiž garantuje meranie prietoku bez strihových síl. Môžu sa merať látky s najrôznejšími vlastnosťami, napr. biotechnologické produkty, krvná plazma, melasa, čistiace prostriedky, rozpúšťadlá, farby, špeciálne aditíva a podobne.

Promass určuje nový štandard v technológii Coriolis

Promass určuje nový štandard v technológii Coriolisových prietokomerov. Celosvetovo prvý Coriolisov hmotnostný prietokomer s priamym meraním viskozity bol Promass I, vyvinutý vo švajčiarskom závode Endress + Hauser Flowtec. Použitím Promass I možno priamo a precízne merať viskozitu média a nie sú potrebné žiadne zásahy do potrubia na umiestnenie dodatočného prevodníka tlakovej diferenciácie. Niektorí výrobcovia meracej techniky ponúkajú na meranie viskozity kombináciu Coriolisovho prietokomera s prevodníkom tlakovej diferenciácie. Prevodník tlakovej diferenciácie je privedený na vstupnú a vý-

stupnú stranu prietokomera a pomocou vzorca Hagen-Poiseuille je vypočítaná absolútna viskozita na báze tlakového rozdielu. Táto metóda má niekoľko nedostatkov:

1. platí len pre laminárne prúdenie, čiže pre Reynoldsovo číslo menšie ako 2 000 ($Re < 2\,000$),
2. profil prietoku musí byť rovnomerný,
3. vzorec je platný iba teoreticky pre newtonovské kvapaliny.

Výhodou použitia Promass I na meranie viskozity je, že je schopný merať newtonovskú aj inú kvapalinu. Meranie viskozity ako súčasť Coriolisovho prietokomera prináša používateľovi neoceniteľné výhody: zlepšenie riadenia procesu a efektívnosti, sledovanie kvality produktu alebo výrobného procesu. Zmena viskozity produktu indikuje zmenu kvality produktu alebo problémy vo výrobnom procese.

V súčasnosti je Promass I stále jediný 4 Multivariable Coriolisov hmotnostný prietokomer na trhu, ktorý je schopný merať súčasne prietok, hustotu, teplotu a viskozitu.

Nové pojmy a požiadavky v meraní prietoku

Situácia sa mení. Pojmy ako kalibrácia, verifikácia, proving a overenie sa často spomínajú v automatizácii a veľmi často sú zle interpretované, nepochopené alebo výrobcovia prietokomerov prispôbia pojmy ich vlastných potrebám. Existuje veľa automatizérov a manažérov, ktorí si musia položiť otázku, či sa ich to týka. Ak áno, do akej miery a ako často? A aké sú medzi pojmami vlastne rozdiely?

Verifikácia (z latinského veritas, čiže pravda) je opísaná ako postup alebo proces na dokázanie správnosti. Postup verifikácie určuje norma DIN EN ISO 8402, č. 2.17. Verifikácia prietokomerov v praxi často predstavuje kontrolu a konfirmáciu dlhodobej stability snímačnej a elektronickej časti prietokomera. Takáto verifikácia využíva schopnosti inteligentných prietokomerov, kde možno nezávisle načítať údaje zo snímačnej časti a elektroniky prevodníka po digitálnej zbernici a následne ich komplexne vyhodnotiť. Výsledkom verifikácie je verifikačný protokol, ktorý obsahuje metrologickú charakteristiku prietokomera.

Kalibrácia je podľa normy DIN 31051 zistenie a následné zdokumentovanie odchýlok prietokomera od správnej hodnoty, napr. od referenčného etalónu. Stručne povedané je to kontrola, či je náš prietokomer ozaj presný. Význam kalibrácie stále rastie. Prietokomery majú sklon k driftu – posunutiu nulového bodu, zosilneniu a podobne, aj keď niektoré chyby sú zanedbateľne malé. Každý technik vie, že elektronika podlieha driftu vplyvom teploty alebo času, kým mechanický systém v dôsledku opotrebenia. Takže následná kalibrácia meracích prístrojov



In-situ verifikácia prietokomerov Endress + Hauser v praxi

je potrebná, nezávisle od výrobcu. Tento fakt je bežne akceptovaný pri multimetoch, váhach a vážiacich systémoch, ale čo s prietokomeri?

Používateľ preferuje kalibráciu prietokomerov na mieste, tzv. in-situ alebo on site kalibráciu, kde prietokomer nemusí byť zdemontovaný a tým výroba nemusí byť odstavená vôbec alebo len na nevyhnutný čas. V anglickej literatúre sa často používa názov proving, nakoľko existuje názor, že slovo kalibrácia sa môže používať výlučne pre výrobné závody prietokomerov. Čiže ak je kalibrácia prietokomera vykonaná inde, ako u výrobcu prietokomera, je to proving (z anglického slova prove, čo znamená dokázať, potvrdiť). In-situ kalibrácia má ďalšie výhody, a to, že prevádzkové podmienky, ktoré môžu vnašať chybu do merania prietoku a ovplyvniť metrologické charakteristiky prietokomera, sú zahrnuté v kalibrácii.

Overenie prietokomera je metrologická kontrola určeného meradla. Je vykonaná pred uvedením určených meradiel na trh alebo po oprave; ide o prvotné overenie. Metrologická kontrola v tomto momente pozostáva zo schválenia typu – značka schváleného typu a prvotného overenia – overovacia značka. Počas používania určených meradiel

– následné overenie – overovacia značka. Overenie určeného meradla pozostáva zo skúšky meradla a potvrdenia jeho zhody so schváleným typom a s technickými a metrologickými požiadavkami na daný druh meradla.

Literatúra

[1] KOCH, F., LOSERT, D.: A team effort – how to set up a calibration management system. Exchange, 2006, č. 1, s. 8 – 13, Endress+Hauser GmbH+Co. KG.

[2] Zákon o metrologii 142/2000 Z. z., zákon 431/2004 Z. z., vyhláška ÚNMS SR 206/2000, vyhláška ÚNMS SR 207/2000, vyhláška ÚNMS SR 210/2000, vyhláška ÚNMS SR 187/2005

[3] SMÚ Centrum prietoku, etalóny centra, www.smu.sk

[4] ALTENDORF, M., BERRIE, P. and collective: Flow Handbook Endress+Hauser.

[5] STEVENS, J., PENNINGTON, J.: Calibration, Proving&Verification, Ensuring the Accuracy&Repeatability of Your Flowmeter. Endress+Hauser Flow Products Division.

[6] Moderná koncepcia merania prietoku. In: AT&P journal 7/2006, s. 49 – 50.



TRANSCOM TECHNIK, spol. s r. o.

Výhradné zastúpenie Endress + Hauser pre SR

Bojnická 14, P. O. BOX 25

830 00 Bratislava 3

Tel.: 02/35 44 88 00

e-mail: info@transcom.sk

http://www.transcom.sk

1