

Technické požiadavky na prístroje merania tlaku a výšky hladiny v podmienkach spoločnosti DUSLO, a. s., Šaľa (4)

Karel Kovář

4.5 Hladinometry na princípe merania tlakovej diferencie

Pri meraní výšky hladiny sú využívané vysielajúce tlakovej diferencie. Výrazne najširšie uplatnenie má tento merací princíp pri meraní hladiny vody rôzneho technologického určenia (chemická úprava, odplynenie napájacej vody, hladina v bubnoch parných kotlov). Výstupný signál je nutné (najčastejšie v riadiacom systéme výroby) korigovať na skutočnú hodnotu hustoty meranej kvapaliny, nakoľko tlaková diferencia je funkciou súčinu výšky hladiny a hustoty. Vzhľadom na možnosť zamrznutia vody v prívodoch k vysielajúcej tlakovej diferencii, toto najjednoduchšie usporiadanie nachádza uplatnenie predovšetkým v prípade meraní na technologických aparátoch, umiestnených v zateplených budovách.

Zaistenie stabilnej nuly prístroja sa rieši inštaláciou referenčného tlakového impulzu, u ktorého je trvalo zaistené naplnenie kvapalinou (napr. kondenzačnou nádobou, pripojenou do parného priestoru nad meranou hladinou, tzv. „wet leg“). Pokiaľ nie je trvalé dopĺňanie referenčného impulzu samovoľnou kondenzáciou pár možné, spoľahlivejším riešením je použitie vysieláčov tlakovej diferencie s oddeľovacími membránami.

4.6 Ultrazvukové hladinometry

Ultrazvukové hladinometry patria do skupiny prístrojov, u ktorých sa pri aplikáciách v chemických prevádzkach odporúča veľmi obozretne preverovať nielen podmienky v blízkosti pracovného bodu podľa projektu, ale tiež pracovné podmienky pri všetkých, do úvahy prichádzajúcich hraničných situáciách. Najvýznamnejším problémom je závislosť výsledkov tejto meracej metódy od rýchlosti šírenia zvuku v prostredí medzi hladinomerom a meranou kvapalinou. Ďalšími faktormi, ktoré vyvolávajú ťažkosti pri aplikáciách ultrazvukových hladinomerov sú vlnenie hladiny, kondenzácia pár alebo kryštalizácia sublimovaných výparov na činnej ploche žiariča, prípadne odrazy na členitom vnútornom usporiadaní priestoru v meranom aparáte.

Automatická korekcia nameraných údajov u väčšiny známych konštrukcií ultrazvukových hladinomerov je založená na znalosti funkčného vzťahu medzi teplotou a rýchlosťou šírenia zvuku vo vzduchu. Odhliadnuc od obtiaží s meraním priemernej teploty v priestore nad hladinou, v technologických aparátoch nad hladinou kvapalín s ťažkými parami dochádza k ich rozvrstveniu a k zmenám tohto rozvrstvenia pri plnení a vyprázdňovaní nádrží. Pre rýchlu orientáciu o neproblematickej využiteľnosti ultrazvukovej metódy merania hladiny môže ako konzervatívne a obozretné pravidlo poslúžiť empiricky zistená maximálna hodnota parciálneho tlaku pár meranej kvapaliny, ktorý by v celom rozpätí pracovných teplôt nemal prekročiť hodnotu 5 – 7 kPa (pre orientáciu: pri vode zodpovedajú tieto hodnoty teplotám 33 až 40 °C).

Vzhľadom na naznačené aplikačné problémy je pre ultrazvukové hladinometry charakteristická neustála snaha výrobcov zdokonaľiť kvalitu vyhodnotenia nameraných hodnôt využitím stále sofistikovanejších verzií softvéru prístrojov. Táto rýchla obmena vyvoláva už spomínanú nekompatibilitu s vybavením údržby v chemickom

podniku. V tomto prípade je zaistenie miestneho displeja súčasne s nákupom prístrojov jediným racionálnym východiskom z danej situácie.

4.7 Radarové hladinometry

Tieto prístroje našli široké uplatnenie pri meraniach korózne silne agresívnych kvapalín. Problémy s neurčitým prechodom medzi kvapalnou a parnou fázou s vysokou hustotou (prípady skvapalnených plynov, kde navyše pristupuje nízka relatívna permitivita pracovnej látky) zvládli na uspokojivej úrovni tzv. reflexné radary. Problémom je nemožnosť modifikovať pripájacie rozmery hrdla nádrže, kde má byť radarové meranie umiestnené. Interferencie odrazov pri ležatých valcových zásobníkoch s odrazmi od úzkych hrdiel sú riešiteľné iba s veľkými obmedzeniami meracieho rozsahu a spoľahlivosti merania.

4.8 Izotopové hladinometry

Pre meracie úlohy, kde na meranie hladiny vysielajúca tlakovej diferencie s membránovými oddeľovacími členmi a s kapilármi boli nevhodné pre vysoké teploty, vákuum alebo naopak, veľmi vysoké tlaky, problémy s vysokou koróznou agresivitou alebo toxicitou pracovnej látky, boli v Dusle, a. s., použité hladinometry izotopové. Najmä v porovnaní s hladinomerami s plavákmi alebo s ponornými telesami vykazujú pri uvedených náročných podmienkach podstatne vyššiu spoľahlivosť.

Prednostne sa ako zdroj gama žiarenia využíva izotop Cs 137. Jednak má podstatne vyššiu životnosť (polčas rozpadu 30,5 roka pri Cs 137 oproti 5,5 roka pri Co 60), jednak je energia jeho gama žiarenia nižšia, ako pri Co. Kontrolné pásmo v okolí žiariča tak vystačí nepatrne malé, v okolí typovo schváleného olovom plneného krytu je to niekoľko desiatok cm.. Vďaka vysokej citlivosti najnovších scintilačných detektorov s fotonásobičmi sú ešte využiteľné i staré žiarice, ktoré by inak už mali po životnosti.

Scintilátor je modifikovaný polyakrylát s dokonalou optickou čírosťou. Jediným problémom koncepcie merania na základe spojenia plastového scintilátora s fotonásobičom je obmedzená pracovná teplota. Za celú dobu životnosti nesmie teplota (predovšetkým fotonásobiča) prekročiť limitnú hranicu. Preto je súčasťou systému detektora teplotný alarm s nastavenou hodnotou 55 °C.

Z tohto dôvodu bol vyššie spomenutý nespoľahlivý hladinomer so vztlakovým telesom na reaktore močoviny nahradený riešením inej, než štandardnej koncepcie. Rádioaktívny žiarič je umiestnený vo vysokotlakovej ochrannej rúrke v blízkosti osi reaktora s priemerom cca 3,5 m a s hrúbkou steny 200 mm. S ohľadom na hrúbku prežarovaného materiálu je použitý žiarič Co 60 s vysokou úrovňou energie kvánt gama. Detektor s monokryštálovým scintilátorom je umiestnený na povrchu reaktora. Meranie je na vrchole reaktora vo výške cca 60 m, takže otázka ochrana pracovníkov pred nebezpečným žiarením je aktuálna iba v prípade údržbárskych prác na danom mieste. Vtedy je žiarič možné zatieniť tak, že sa vtiahne do ochranného krytu s olovenou výplňou.

4.9 Požiadavky na prístroje použité ako senzory bezpečnostných systémov

Vysielače tlakovej diferencie a z nich odvodené prístroje musia mať možnosť zablokovať diaľkové ovládanie nastavenia parametrov („write protect“). Neúmyselná alebo neoprávnená zmena parametrov prístroja môže mať v kritických aplikáciách v chemickej prevádzke katastrofálne následky.

Prístroje na báze mikroprocesorovej techniky musia mať pre kritické aplikácie implementované samokontrolné funkcie hardvéru a firmvéru. Dokumentácia k prístrojom musí obsahovať informácie o tom, čo, kedy a ako je automaticky kontrolované samodiagnostikou prístroja a aké je správanie prístroja pri identifikácii niektorej poruchy. Používateľ prístroja by mal mať možnosť nastavením príslušných parametrov upraviť odozvu prístroja tak, aby výskyt akejkoľvek poruchy nevedol nevyhnutne k úplnému odstaveniu funkcie prístroja.

Prístroje, ktoré majú byť súčasťou bezpečnostných systémov (safety instrumented systems) musia mať k dispozícii výsledky analýzy odozvy na vlastnú poruchu (failure modes, effects, and diagnostic analysis – FMEDA), zistené nezávislou autorizovanou organizáciou (napr. TÜV, Exida). Výsledky sú potrebné pre výpočet strednej hodnoty kvocientu pravdepodobnosti zlyhania v prípade potreby zásahu bezpečnostného systému.

V súvislosti s nasadzovaním prístrojov pre bezpečnostné úlohy musia mať dodané prístroje preukázanú zhodu softvérovej verzie s verziou, pre ktorú bol pri typovej skúške udelený relevantný certifikát, požadovaný v špecifikácii k objednávke.

Na mieste inštalácie vysielača tlaku musí byť (aspoň pri prístrojoch určených v zmysle zákona 142/2000 Z.z.) bez potreby odkrývania uzáveru elektronickej časti krytu prístroja nastaviteľný dolný rozsah merania. Víťaným prínosom je, ak prístup k prvku pre toto nastavenie je zaplombovateľný.

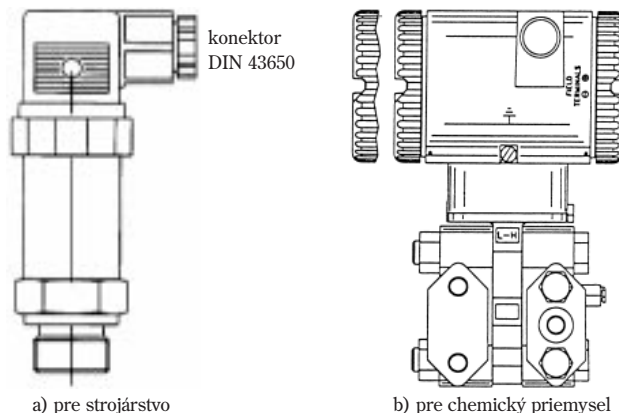
4.10 Všeobecné požiadavky na poľné prístroje

Pri zaradení prístrojov do výberu odporúčaného pre použitie v Dusle, a. s., odporúča ProCS prihliadať na výsledky skúšok u nezávislej skúšobnej organizácie, ktoré sú vykonávané v prípade napr. vysielačov tlakovej diferencie podľa nasledovného programu:

- presnosť prístroja,
- maximálna hysterezia,
- vplyv odporu záťaže,
- vplyv napájacieho napätia,
- vplyv okolitej teploty v rozsahu technickej špecifikácie prístroja,
- vplyv montážnej polohy na nulu a rozsah prístroja,
- vplyv statického tlaku na nulu a rozsah prístroja,
- dlhodobý drift a zrýchlený test stability prístroja po sínusovom zaťažení,
- vplyv vibrácií v troch navzájom kolmých rovinách,
- test interferencie magnetickým poľom 400A/m a test interferencie modulovaných rádiových frekvencií v hraniciach 20 – 1000 MHz pri intenzite poľa 10 V/m pre bezpečnostné systémy 30 V/m,
- test imunity voči elektrostatickému výboju,
- test prepólovania napájacieho napätia.
- test prerušenia napájania a času pre regeneráciu prístroja po tomto prerušení,
- testy vplyvu vysokej absolútnej vlhkosti,
- test vplyvu jednostranného tepelného žiarenia,
- test regenerácie prístroja po maximálnom preťažení, na ktoré je vysielač konštruovaný.

Odporúčané hodnoty parametrov, ktoré by mali skúšané prístroje pri jednotlivých skúškach vykazovať, sú uvedené napr. v STN IEC 770 [5] a v odporúčaní NAMUR NE 21 [6].

Zvláštnu pozornosť si zasluhuje splnenie nasledovných požiadaviek:



Obr.8 Porovnanie konštrukcie krytu elektroniky vysielača tlaku

- Rozsah prípustnej okolitej teploty pri špecifikovanej presnosti musí byť pri vysielačoch tlaku, tlakovej diferencie a hladiny v rozpätí minimálne -40 až $+85$ °C. Odporúča sa doložiť výsledkami testov v nezávislých skúšobniach (WIB apod.) nielen splnenie tejto požiadavky, ale aj ovplyvnenie presnosti prístroja jednostranným snečným žiarením (intenzity 1 120 W/m², príp. 600 W/m² pri jednostrannom tepelnom žiarení) v zmysle požiadavky normy STN 33 0300 na elektrické zariadenia pre inštaláciu vo vonkajšom prostredí.
- Kryt elektroniky poľných prístrojov na meranie tlaku, tlakovej diferencie a hladiny, určených pre DUSLO, a. s., sa vyžaduje v krytí aspoň IP 66 (približne ekvivalent amerického vyhotovenia podľa štandardu NEMA 4X) a uprednostňujú sa prístroje s krytmi v tzv. dvojpriestorovom usporiadaní. Spoľahlivosť a životnosť vlastnej elektroniky moderných mikroprocesorových prístrojov napriek tomu, že v prístrojoch od vyspelých výrobcov je elektronika chránená viacerými vrstvami špeciálnych ochranných lakov, je i pri krátkodobom vystavení korozívnej atmosfére v prostredí chemickej výroby podstatne znížená. Porovnanie konštrukcie krytov elektroniky vysielačov tlaku pre strojárstvo a pre chemický priemysel je na obr. 8.

Záver

Vnútroštruktúrna diagnostika v súčasnosti inteligentných snímačov poľnej inštrumentácie je cenná najmä vo fáze nábehu nových meracích obvodov. Prakticky všetky konštrukcie prístrojov na meranie tlaku a odvodených veličín potrebujú na dosiahnutie požadovaných metrologických parametrov kompenzáciu signálu z primárneho senzora (tenzometrického odporového alebo polovodičového mostíka, diferenciálneho kondenzátora alebo rezonančného snímača) na teplotu a statický tlak. Pre diagnostické využitie sú cenné hodnoty maximálnych a minimálnych tlakov a teplôt, pretože podľa nich je možné efektívne odlišiť chyby samotného senzora od chýb, spôsobených inštaláciou prístroja.

Technické podmienky, obsiahnuté v podnikovej technickej norme TN 18 0059 zohľadňujú jednak dlhodobé vlastné skúsenosti, jednak reflektujú skúsenosti pracovníkov údržby merania z podnikov s obdobnými chemickými procesmi, ako sú v podniku Duslo, a. s. Pre výber prístrojov sú z praktických dôvodov vybavené prílohou, označovanou ako „vendor list“. Určujúcim pravidlom pre zaradenie prístroja do výberu prístrojov pre Duslo, a. s., Šafa sú preto výsledky testov v nezávislých autorizovaných skúšobniach.

Ing. Karel Kovář

Process Control Systems, s. r. o.
Šafa