



Kontinuálne snímanie hladiny v zásobníkoch s vysokou prašnosťou (2)

V príspevku si predstavíme technológie na meranie sypkých materiálov s uvedením ich predností a obmedzení. Budeme sa venovať niekoľkým starším technológiám a potom aj najnovším, ako sú laserové, ultrazvukové, kapacitné a radarové s vedenou mikrovlnou. Na záver detailnejšie opíšeme bezdotykový radar, najrýchlejšie sa rozvíjajúcu technológiu.

Technológie spojeného merania výšky hladiny sypkých materiálov

Elektromechanické snímače

Merací systém s tzv. elektromechanickou sondou je s meracím rozsahom do 70 m obzvlášť vhodný na meranie výšky vo veľkých silách, tankoch a zásobníkoch, a to aj pri sypkých materiáloch, ako sú vápno, kameň alebo koks. Táto metóda už automatizuje mechanické spúšťanie lana so závažím a poznáme ju pod viacerými označeniami, ako elektromechanické meranie, Yo-Yo, plumb-bob. Závažie sa spúšťa do zásobníka pomocou motora a lana so odvíja dovtedy, kým sa závažie nedotkne materiálu.

Závažie je zavesené na reťazi, lanku alebo oceľovom páse. Tvar a rozmery závažia sa volia podľa meraného materiálu. V ponuke bývajú jednoduché závažia z plastu, hliníka, ocele, špeciálne pružinové v tvare pavúka, alebo s vrecúškom naplneným meraným materiálom. Dĺžkou odvinutého lana sa meria vzdialenosť k materiálu, ktorá sa určuje počítaním impulzov (napr. 1 impulz na 10 cm/1 cm dĺžky lana). Počítadlo impulzov vypočíta vzdialenosť.

Výhodou tejto technológie je, že je pomerne presná a je vhodná najmä pri veľmi jemných sypkých materiáloch. Meranie nie je ovplyvnené tvarom zásobníka, konštrukciou strechy zásobníka, zrnitosťou a oterom materiálu. Na presnosť merania nemá vplyv ani hluk počas plnenia a teplota materiálu. Podstatnou nevýhodou je, že systém obsahuje mechanické časti, ktoré sa opotrebovávajú, čo zvyšuje náklady na údržbu a je tu aj riziko, že sa lano/závažie pri zvýšenom namáhaní a ťahu pretrhne. Metódu nemožno využiť počas plnenia, lebo padajúci materiál by mohol závažie odtrhnúť. Ďalším obmedzením je problém s prachom a vlhkosťou (možné nalepovanie materiálu na lano/pásku, čo môže spôsobiť blokovanie navíjania a pretrhnutie lana. Meranie ovplyvňujú aj silné turbulencie vzduchu pri pneumatickom plnení, lebo môžu posunúť závažie mimo miesta merania. Hodnota výšky hladiny sa získava periodicky, a to buď spúšťaním závažia ručne, alebo automaticky. V prípade elektromechanického merania možno súhlasiť s tým, že ide o nespojité meranie, čo je v niektorých prípadoch jeho jedinou nevýhodou. Nevýhodou je aj potreba 4-vodičového napájania snímača. Výstupným signálom snímača je analógový prúdový signál 4 – 20 mA, ale jeho úroveň sa mení vždy až po aktualizácii merania.

Lanová technika sa vyznačuje vysokou prevádzkovou spoľahlivosťou, možnosťou robustného vyhotovenia, nezávislosťou od zrnitosti materiálu, jeho hustoty, od tvaru a zhotovenia zásobníka, od vlhkosti materiálu, jeho teploty a ďalších vlastností. Vďaka presnej mechanike sa do-

sahuje presnosť merania asi 0,1 % (v rozmedzí menšom ako 10 cm pri výške 70 m).

Lanová technika sa môže používať aj na meranie výšky jemnozrnných či hrubozrnných tuhých materiálov vo vode. Typickými meranými materiálmi sú rudy, kamenivo, uhlie, skaly, aglomerát, plastické prášky, vápno, cement, múka, obilie a cukor. Metódu možno použiť aj na zistenie rozhrania tuhých materiálov v kvapalinách, napr. výšky kalu a bahna v čističkách a pod.

Laser

Táto technológia využíva vysokofrekvenčné elektromagnetické vlny s laserovou vlnovou dĺžkou, typicky okolo 1 m (infračervený laser 780 nm, červený laser vo viditeľnom svetle 633 nm) a meranie výšky sa realizuje meraním vzdialenosti k meranému materiálu s využitím princípu merania času (time-of-flight). Laserová technológia sa efektívne využíva na skenovanie povrchu kôp sypkého materiálu a umožňuje realizovať veľmi presné meranie objemu materiálu. Možno ju použiť na priemyselné meranie výšky hladiny, ale vždy treba zaistiť čistotu optiky. Veľkými prednosťami tejto metódy sú mimoriadne veľký merací rozsah, ktorý môže byť viac ako 100 m, a veľmi rýchle meranie. Navyše laserový lúč je mimoriadne úzky, čo dovoľuje merať aj vo veľmi úzkych zásobníkoch či aplikáciách. Snímač možno nastaviť bez kalibrácie zásobníka s materiálom. Meranie nie je citlivé na oter snímača, na permitivitu materiálu ani jeho charakteristiky, ako je vlhkosť či merná hmotnosť, a nie je ovplyvňované ani hlukom pri plnení, turbulenciami vzduchu či teplotou.

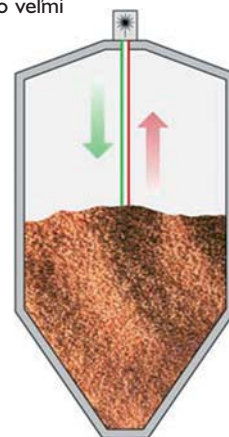
Hlavnou nevýhodou tohto merania je však obmedzenie vo veľmi prašných aplikáciách, kde laser nie je schopný preniknúť až k meranému povrchu. Ďalej je to možnosť ovplyvnenia merania znečistením optiky, útlmom signálu v silne prašnom prostredí a prerušením lúča prúdom plneného materiálu.

Rádioizotopové meranie

Rádioizotopové alebo rádiometrické meranie výšky hladiny využíva zdroj nejakého rádioaktívneho materiálu umiestnený na jednej strane zásobníka a elektronický detektor žiarenia na druhej strane. Ako rádioaktívne žiariče sa používajú zdroje gama žiarenia, ktoré veľmi dobre prenikajú materiálom, ale nevyvolávajú jeho rádioaktivitu. Aby neboli potrebné časté kalibrácie, používajú sa izotopy s dlhším polčasom rozpadu, napr. Co 60 (polčas 5,5 roka) alebo Cs 137 (30,5 roka). Žiarič musí byť vybavený oloveným ochranným krytom s hrúbkou niekoľko centimetrov/decimetrov.



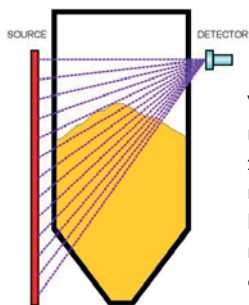
Obr.3
Elektromechanické meranie výšky sypkých materiálov



Obr.4 Laserové meranie



Krátkovlnné žiarenie s vysokou energiou preniká cez stenu zásobníka a merané médium. Pri spojitom meraní sa musí využívať buď dlhý zdroj, alebo dlhý detektor, aby sa pokrylo meranie cez celý zásobník. Rádioizotopové detektory predstavujú jedno- alebo viacbodové Geigerove-Müllerove trubice na monitorovanie gama žiarenia prechádzajúceho cez zásobník. Gama žiarenie má podstatne menšiu schopnosť preniknúť cez materiál ako cez vzduch, teda pokles intenzity žiarenia indikuje prítomnosť materiálu medzi zdrojom a detektorom. Rádionukleárne meranie sa využíva vtedy, ak je väčšina iných technológií neúspešná.



Obr.5 Rádioizotopové meranie výšky

Velkou prednosťou tohto merania je, že je neinvazívne a inštaluje sa mimo samotného zásobníka na jeho vonkajšej stene, čiže naň nevlývajú pracovné podmienky v zásobníku, ako sú vysoká teplota či tlak, ani vlastnosti meraných materiálov, ako je toxickosť či korozívnosť. Nevýhodou oproti iným princípom je typicky vyššia cena a možné obmedzenia pri inštalovaní systému. Samozrejme, na používanie radiačných zdrojov

treba mať povolenie, ako aj dokonale zaškolený obslužný personál. Navyše zdroj sa po určitom čase musí meniť, takže pôvodný sa zneškodňuje. Jeho odborné zneškodnenie sa musí vykonať v súlade s prísnyimi predpismi, je cenovo nákladné a administratívne náročné.

Rádioizotopové hladinoměry sa uplatnia najmä v náročných prevádzkových podmienkach, pri ktorých iné princípy merania výšky hladiny nevyhovujú, napr. pri látkach silno agresívnych, viskózných, pri extrémnych teplotách a tlakoch vrátane vákua, pri veľkej prašnosti a pri vibráciách zásobníka.

Celý článok „Kontinuálne snímanie hladiny v zásobníkoch s vysokou prašnosťou“ si môžete prečítať na www.atpjournal.sk.

Ing. Dušan Kiseľ, CSc.

K-TEST, s.r.o.

e-mail: ktest@iol.sk