

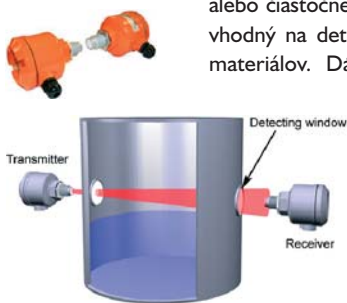
Princípy merania výšky hladiny (7)

Tento seriál sa venuje prehľadu princípov spojitého merania a detekcie medzných stavov výšky hladiny kvapalín a sypkých materiálov. V dnešnej záverečnej časti seriálu dokončíme detekciu medzných stavov výšky hladiny kvapalín a sypkých materiálov.

Vyhodnocovanie medzného stavu hladiny

Mikrovlnná bariéra

Mikrovlnná bariéra sa svojou konštrukciou podobá na svetelnú bariéru. Vysielač vysiela mikrovlnné impulzy s konštantnou frekvenciou 6,3 GHz (alebo 24 GHz) k protihľadnému prijímaču. Ak materiál vystúpi medzi vysielač a prijímač, mikrovlny budú absorbované a utlmené. Prijímač to vyhodnotí a spracuje do spínacieho impulzu. Tento merací princíp funguje pri všetkých kvapalinách a sypkých materiáloch, ktoré odrážajú alebo čiastočne pohlcujú mikrovlny. Obzvlášť je vhodný na detekciu medzného stavu vodivých materiálov. Dá sa použiť nielen ako spínač



Obr.29 Mikrovlnná bariéra a jej inštalácia na kovový zásobník cez „okná“

medzného stavu naplnenia či vyprázdnenia zásobníkov, ale aj ako bariéra na sledovanie predmetov, napr. ocelových brám pri valcovaní, pohybu predmetov na dopravných pásoch atď.

Mikrovlnný vysielač je napájaný napätím 230 V (na požiadanie aj iným napätím). Spotreba vysielača je asi 5 VA, pričom vysiela-

cia frekvencia je 6,3/24 GHz, podobne ako v prípade radarových systémov. Vysielaný výkon je nižší ako 25 mW ERP s lineárnou polarizáciou. Maximálny merací rozsah je 50/100 m. Vyžarovaný uhol mikrovlnného žiarenia je asi 40° pri poklese lúča o 3 dB.

Mikrovlnný prijímač má podobné napájanie ako vysielač. Spotreba prijímača je asi 3 VA. Relé (výstup) možno pripojiť na napätie max. 230 V AC, 3 A, 575 VA.

Obmedzenia mikrovlnnej bariéry

Ako vyplýva z princípu mikrovlnnej bariéry (resp. šírenia mikrovlnného žiarenia), existujú určité obmedzenia pre jeho nasadenie, ako napr.:

- kovová stena zásobníka,
- malý meraný objekt.

Je vhodný najmä na detekciu medzného stavu lepivých (adhézných) alebo silne agresívnych materiálov, alebo na blokovanie posuvu dopravných pásov a výrobných systémov.

Zhodnotenie

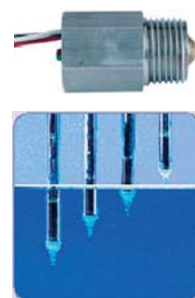
Mikrovlnná bariéra umožňuje bezdotykové vyhodnocovanie medzného stavu s použitím aj pri vysokých teplotách, hluku a premenlivom tlaku. Nie je citlivá na pary, dym či prachové častice pred anténou. V prípade nevodivých zásobníkov možno umiestniť vysielač a prijímač mimo zásobníka. Ak je zásobník vodivý (kovový), potom je pre správne meranie potrebné realizovať nevodivé okno, napr. z teflónu, plexiskla, keramiky atď.

Správna hodnota sa dosahuje až na vzdialenosť 50 m/100 m. Anténa sa dá tvarovať podobne ako pri radarových snímačoch, teda s predĺžením alebo ohybom na oddialenie spínača od zdroja vysokej teploty.

Vyznačuje sa bezúdržbovou prevádzkou.

Fotoelektrické spínače

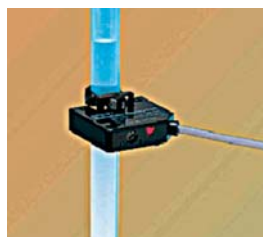
Fotoelektrické snímače sú principiálne veľmi jednoduché. Pozostávajú z vhodného zdroja infračerveného alebo viditeľného žiarenia (žiarovka, svietivá dióda) a detektora (fotodióda, fototranzistor, fotoodpor). Snímač s hranolom alebo svetlovodom využíva zmenu indexu lomu pri zmene okolitého prostredia. Keď sa kvapalina dotkne hranola či svetlovodu, dôjde k indikácii dosiahnutia stavu. Vhodne upravená špička snímača znižuje nalepovanie sa kvapaliny na snímač a tým stabilnú prevádzku bez nárokov na údržbu. Ak sú snímače ukončené svetlovodom, potom ten možno aj ohýbať.



Obr.30 Fotoelektrické spínače kvapalín

Fotoelektrické snímače sú vhodné i pre extrémne teploty (až do 400 °C) a možno ich inštalovať i do nádrží s agresívnymi kvapalinami. Využívajú sa na detekciu dosiahnutia hladiny v chemických vaniach, čistiacich nádržiach a pod.

Inou alternatívou je použitie fotoelektrických detektorov na zistenie hladiny cez sklenenú alebo plastovú stenu potrubia. Inštalujú sa na potrubia s priemerom od 3 do 13 mm a využívajú viacnásobné pole žiariv-



Obr.31 Fotoelektrický detektor

čov, čím sa dosahuje vysoké rozlíšenie úrovne hladiny. Výhodou je, že je to „bezdotykové“ meranie a snímač možno použiť aj na vyhodnocovanie agresívnych a toxických kvapalín.

Spínač sa napája napätím 10 – 28 V DC, výstupným signálom je tranzistorový výstup NPN/PNP. Vyznačuje sa krátkym časovým ohlasom (2 ms).

Niektoré fotoelektrické detektory sa využívajú aj na detekciu úniku kvapaliny alebo zaplavenia.

Ultrazvukové spínače

Podobne ako optické spínače sa využíva ultrazvuk na vyhodnocovanie medzného stavu. Existuje niekoľko konštrukčných druhov spínačov. Jedným z nich sú ultrazvukové štrbinové spínače (Gap switches) s vyhodnocovaním útlmu ultrazvukového signálu. Vysielač spínača vysiela cez štrbinu ultrazvukový signál k prijímaču. Vysielač a prijímač obsahujú piezokeramické meniče. Ak štrbina nie je vyplnená kvapa-



Obr.32 Ultrazvukové spínače so štrbinou



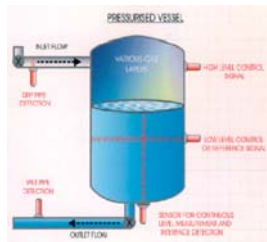
Obr.33 Ultrazvukový spínač s meraním cez kovovú stenu

linou, intenzita signálu klesá. Ak sa štrbina vyplní kvapalinou, sila signálu podstatne vzrastie a vyhodnotí sa to ako spínací impulz na výstupe. Na výstupe sa používa tranzistor alebo bezkontaktný spínač s priamou možnosťou pripojenia na PLC. Napájanie spínačov je 230 V AC alebo 24 V DC. Prevádzkové teploty môžu mať hodnoty od -40 do +70 °C a tlaky do 1 MPa.

Uvedené spínače sa dajú jednoducho otestovať. Sú prednastavené pre väčšinu aplikácií a spínací bod je presne definovaný konštrukciou. Bez nárokov na údržbu a s jednoduchou inštaláciou.

Inou skupinou ultrazvukových spínačov sú také, ktoré využívajú techniku 'through the wall'.

Toto usporiadanie dovoľuje realizovať meranie aj pri vysokých prevádzkových tlakoch, ktoré sú výrazne obmedzujú účinnosť ultrazvukových snímačov. Uvedené usporiadanie sa dá použiť na spojitú meranie výšky hladiny, ale aj ako spínač medzného stavu. Princíp merania spočíva v tom, že prístroj vysiela ultrazvukový signál, ktorý sa aplikuje z vonkajšej strany steny alebo zásobníka. Tieto impulzy prestupujú stenu a prechádzajú cez kvapalinu, až dosiahnu jej povrch a vracajú sa ako odraz späť k prevodníku, ktorý vypočíta čas prechodu signálu. Merací rozsah je do 3 m (1 MHz) alebo do 15 m (500 kHz), s presnosťou na 1 mm. Prevádzkové teploty do +135 °C. Z času sa vypočíta meraná výška. Ako výstup sa využíva prúdová slučka 4 – 20 mA alebo relé. Metóda si nachádza uplatnenie v aplikáciách s nebezpečnými a agresívnymi materiálmi.



Obr.34 Možnosti ultrazvukových snímačov a spínačov pri meraní výšky cez stenu zásobníka

Hlavné výhody ultrazvukového merania cez stenu sú

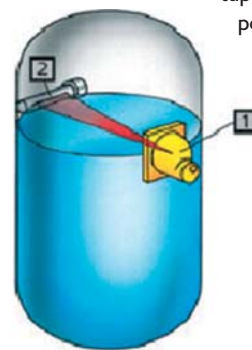
- vhodnosť na spojitú meranie a vyhodnocovanie medzných stavov,
- jednoduchá inštalácia a upevnenie snímača na stene zásobníka alebo potrubia,
- ideálnosť na agresívne, toxické, tlakové a sterilné aplikácie, keďže nie je v kontakte s materiálom,
- meranie aj s penou na povrchu kvapaliny,
- vhodnosť pre hygienické aplikácie,
- aj pre aplikácie v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu,
- nie je v kontakte s čistiacim procesom,
- signál spoľahlivo prechádza rôznymi materiálmi zásobníkov, napr. ocelou, plastom, sklom.

Plavákové spínače

Podrobnejšie sme sa uvedeným snímačom výšky hladiny venovali v kapitole o spojitom meraní výšky hladiny. Vo funkcii spínačov majú namiesto spojitého výstupu funkciu detekcie medzného stavu s výstupom na relé, magneticky ovládaný kontakt.



Obr.35 Plavákové spínače



Obr.36 Rádioizotopový spínač s bodovým žiaričom a štrbinovým detektorom

Rádioizotopové spínače

Podrobnejšie sme sa uvedeným snímačom výšky hladiny venovali v kapitole o spojitom meraní výšky hladiny. Vo funkcii spínačov majú namiesto spojitého výstupu funkciu detekcie medzného stavu s výstupom na relé, tranzistor PNP/NPN.

Záver

Voľba vhodného typu snímača na meranie výšky hladiny pre spojitú meranie vyžaduje značnú dávku skúseností a schop-

použitie, vlastnosť materiálu, kritérium posúdenia	spojité meranie								detekcia medzného stavu				
	metóda váženia	radar	TDR	ultrazvuk	plavákové (magnetostrikčné)	rádioizotopové	elektromechanické	kapacitné/admitančné	vrtulové	kapacitné	vibračné	rádioizotopové	termické
prášky	+	+	+	o	-	+	+/-	o/-	+	+/-	+	+	-
granulát	+	+	+	+	-	+	+/o	o/-	+	+/o	+	+	-
hygroskopický materiál	+	+	o/+	+	-	+	o/-	o/-	o/-	o/-	+	+	-
abrazívnosť	+	+	-	+	-	+	+/-	-	-	-	+	+	-
tvorba prachu	+	+	+	o/-	-	+	+/-	-	+	+/o	+	+	-
tvorba previsov	+	o	o/+	o	-	o	o/-	o/-	+/-	-	+	+/o	-
uhľovodíky	+	+	+	+	o	+	-	+	-	+/o	+	+	+
vodné roztoky	+	+	+	+	o	+	-	+	-	+	+	+	+
pena	+	+/o	+	-	o	+	-	o	-	o/-	+	+	-
korózna odolnosť	+	+	+	+	o	+	o/-	+	o/-	+	+	+	+
zvlhnená hladina	+	o	+	o	o	+/o	-	+/o	-	+/o	+	+	+
lepivosť	+	+	-	+	-	+	-	o	-	o	o/-	+	-
rozhranie	-	-	+	-	+/-	+	-	o	-	-	-	+/o/-	-
zložitý tvar zásobníka	+	+/-	+	-	+/o/-	+/o	-	-	+	+	+	+	+
meranie počas plnenia	+	+	+	o	+	+	-	+	+	+	+	+	+

+ veľmi vhodný o podmienčne vhodný - nevhodný

Tab.2 Využitie rozličných princípov podľa oblasti použitia



nosti posúdenia výhod a nevýhod rozličných princípov. Je potrebné poznať požiadavky vyplývajúce z vlastností meraného materiálu a prevádzkových podmienok merania. Poznaním uvedených informácií možno podstatne jednoduchšie určiť správny typ snímača pre danú aplikáciu.

Pri výbere vhodného snímača treba vziať do úvahy tieto kritériá:

- merací rozsah alebo výšku merania,
- presnosť a opakovateľnosť,
- meraný materiál,
- typ merania (spojité meranie alebo detekcia medzného stavu, rozhranie),
- fyzikálne alebo chemické zmeny meraného materiálu,
- pary v priestore so zmenou teploty alebo silná tvorba prachu,
- materiál zásobníka,
- prevádzkový tlak a teplotu (maximum a minimum),
- permitivitu,
- montážne obmedzenia (veľkosť, typ a rozmer),
- požadovaný výstupný signál (riadenie alebo jednoduché odčítanie hodnoty),
- sypké materiály alebo kvapaliny,
- možnosť nalepovania.

Na pomoc pri správnej voľbe snímačov výšky hladiny možno použiť tab. 2.

Pri porovnaní množstva jednotlivých druhov nasadzovaných nových snímačov výšky hladiny na spojité meranie možno v poslednom čase sledovať výrazný nástup radarových snímačov, nasledujú reflektometrické snímače (radar na lane) a ultrazvukové snímače. Práve radar na lane začína nachádzať uplatnenie aj pri meraní rozhrania v kvapalinách. V menšej miere sa uplatňujú rádioizotopové a kapacitné meranie, meranie vážením, plavákové (magnetostrikčné) a elektromechanické snímače. Práve posledné menované typy sa nahrádzajú radarovými snímačmi.

Dochádza teda k zmene použitia meracích princípov v prospech radarových a reflektometrických snímačov a výraznejšie klesá použitie merania výšky vážením.

Ak porovnáme druhy nasadzovaných nových spínačov medzného stavu, najvýraznejšie sa presadzujú vibračné spínače, ktoré sú nasledované kapacitnými, rádioizotopovými a vrtulovými. Možno však sledovať nárast obľúbenosti rádioizotopových spínačov medzného stavu.

Ing. Dušan Kiseľ, CSc.

e-mail: kttest@kbc.sk

18