

Princípy merania výšky hladiny (6)

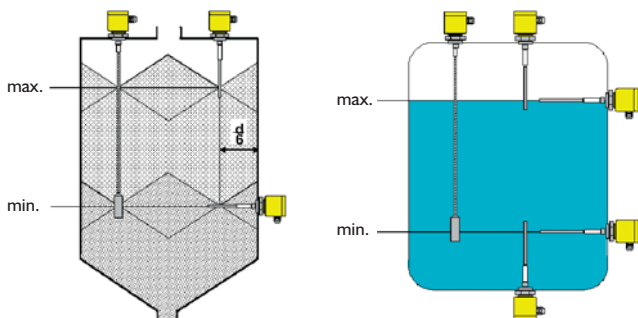
Tento seriál sa venuje prehľadu princípov spojitého merania a detekcie medzných stavov výšky hladiny kvapalín a sypkých materiálov. V prvých piatich častiach sme sa venovali prehľadu princípov spojitého merania výšky hladiny. V tejto časti sa začneme venovať detekcii medzných stavov výšky hladiny kvapalín a sypkých materiálov.

Vyhodnocovanie medzného stavu hladiny

Kapacitné spínače

Podrobnejšie sme sa kapacitným snímačom výšky hladiny venovali v kapitole o spojitom meraní výšky hladiny. Kapacitné spínače majú namiesto spojitého výstupu funkciu detekcie medzného stavu s výstupom na relé, tranzistor PNP/NPN, bezkontaktný spínač alebo dvojvodičový výstup na externý vyhodnocovací prístroj v prípade použitia spínača napr. v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu. Základné výhody kapacitných spínačov sú:

- ideálnosť na meranie sypkých materiálov a kvapalín,
- jednoduchá inštalácia pomocou závitů,
- vysoká chemická odolnosť ako štandardná voľba,
- univerzálna konštrukcia vyhovuje tak vyhodnocovaniu minima, ako aj maxima,
- automatické stráženie funkcie spínača,
- aplikácie aj pre vysoké teploty do 400/800 °C,
- nenáročnosť na údržbu,
- aplikácie aj v oblasti Ex,
- citlivosť pri širokom rozsahu materiálov.



Obr.23 Kapacitné spínače sypkých materiálov a kvapalín

Pre náročnejšie aplikácie sú určené admitančné spínače:

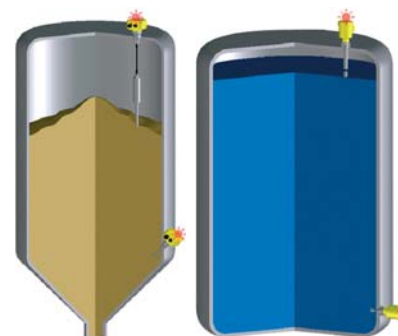
- necitlivé na nánosy a nalepovanie materiálu na sondu,
- jednoduchá inštalácia pomocou závitů,
- vysoká chemická odolnosť ako štandardná voľba,
- univerzálna konštrukcia vyhovuje tak vyhodnocovaniu minima, ako aj maxima,
- dodávajú sa vysokoteplotné verzie,
- možnosť vyhodnocovania rozhrania.

Vibračné spínače

Medzi najpoužívanejšie spínače medzného stavu kvapalín a sypkých materiálov patria aj vibračné spínače. Ich typické použitie je vyhodnocovanie minimálnej a maximálnej úrovne alebo stavu vyprázdnenia, resp. naplnenia každého druhu. Spínací impulz potom slúži na zastavenie alebo naštartovanie – spustenie plnenia (dopravníka, čerpadla, pneumatického plniča atď.) alebo ďalšieho spracovania.

Vibračné snímače sa vyrábajú v dvoch rozdielnych tvaroch vyhotovenia – podľa meraného materiálu:

- tyčový vibračný spínač pre tuhé materiály,
- vidlicový vibračný spínač pre kvapaliny, ale aj pre sypké materiály (v inom konštrukčnom vyhotovení).



Obr.24 Vibračné spínače sypkých materiálov a kvapalín

Základom tyčového spínača je vibračná tyč s piezoelektrickým tvorením kmitov (200 – 500 Hz), ktoré sú utlmené pri dotyku tyče s meranou látkou. Piezoelektrický menič spôsobuje vibrácie tyče s jej prirodzenou frekvenciou a ich amplitúda sa zaznamenáva druhým piezoelektrickým snímačom. Ak sa tyč dotkne meraného materiálu, amplitúda vibrácií sa utlmí, čo sa vyhodnotí druhým snímačom a integrovaná elektronika vyvolá spínací impulz. Vyhodnocovanie je možné už pri práškoch a granulátoch s hustotou 0,03 g/m³, ako sú napr. cement, sadra, styropór, vápno, múka, obilniny, papierové štiepky, prášok na pranie, plastické granuláty atď. Vďaka tyčovej konštrukcii je nalepovanie meraného materiálu vylúčené. Tvar tyče je optimalizovaný pre merané médium a umožňuje zaznamenávať aj tuhé látky v kvapalinách. Prevádzková teplota spínačov býva do +150 °C a tlak do 1 MPa. Tyčové spínače sú najčastejšie vyhotovené z nehrdzavejúcej ocele.

Vibračná vidlica využíva tiež dvojicu piezoelektrických prevodníkov, ktoré vytvárajú jej vibrácie a zároveň snímajú jej rezonančnú frekvenciu (asi 400 Hz). Pri ponorení vidlice do kvapaliny sa zmení frekvencia kmitania a integrovaná elektronika vyvolá spínací impulz. Funkcia vibračných senzorov je preto nezávislá od vlastností prostredia v zásobníku. Spoločlivá indikácia a vyhodnotenie medzného stavu sa dosahuje pri hustote od 0,5 g/m³ a pri viskozite 0,2 – 10 000 mm²/s.

Bod zopnutia závisí od miesta a polohy inštalácie. Pri horizontálnej polohe je definovaný polohou inštalácie, pri vertikálnej polohe inštalácie s milimetrovou presnosťou na označenom mieste na telese vidlice, a to s minimálnou hystereziou. Takto je vibračný snímač ideálnym medzným spínačom na použitie s extrémne vysokou spoľahlivosťou a používa sa ako ochrana proti preplneniu, vyprázdneniu atď. Prevádzková teplota spínačov je do +250 °C a pracovné tlaky do 2,5 MPa. Vidličky sú vyrobené z nehrdzavejúcej ocele, alebo ocele Hastelloy, alebo sú emailované a tak chránené proti agresívnym kvapalinám. Vibračné spínače sa vyznačujú integrovaným monitorovaním poruchy, ktoré sleduje prerušenie spojovacieho vedenia k piezokryštálu, extrémne nalepenie materiálu na vidlicu, poškodenie vidlice a výpadok vibrácií.

Pre sypké materiály s malou zrnitosťou sa používajú aj spínače s vibrujúcou vidlicou. Tie sa vyznačujú väčšou citlivosťou ako tyčové spínače, takže sú vhodné najmä pre veľmi ľahké sypké materiály. Typickými meranými materiálmi sú sadra, cement a jemné granuláty.

Kompaktný vibračný systém pozostáva zo spínača s oscilátorom a s elektrickým výstupom (relé, tranzistor alebo bezkontaktný spínač),



alebo zo spínača a externého vyhodnocovacieho prístroja (v prípade aplikácií v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu).

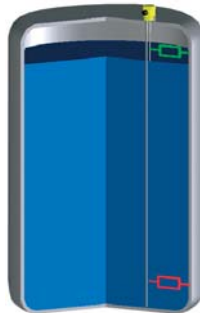
Nevýhodou tyčových vibračných spínačov je azda obmedzenie pri meraní veľkých kusových sypkých materiálov, ktoré by mohli pri pohybe a sypaní poškodiť piezoelektrický oscilátor.

V prípade merania sypkých materiálov vidlicou je riziko zachytenia väčšieho kusa materiálu medzi vidlicami, ktoré vedie k trvalému vyhodnocovaniu dosiahnutia hladiny – blokovaniu merania.

Vodivostné spínače

Vodivostné meranie výšky hladiny sa používa na meranie výšky kvapalín alebo vodivých kalov a predpokladom uplatnenia tejto metódy je elektrická vodivosť meraných látok. Vodivostné meranie výšky hladiny sa používa najmä na signalizáciu medzných stavov a zriedkavo na kontinuálne meranie hladiny. Vodivostné spínače určujú hladinu meraním elektrického odporu medzi elektródami.

Pri ponorení meracích elektród do vodivej látky sa uzavrie obvod s elektrickým prúdom a vyvolá sa spínací impulz. Kovový zásobník slúži ako protielektróda. Meracia elektróda je voči kovovému zásobníku elektricky izolovaná. Pri plastových zásobníkoch sa použije variant s integrovanou protielektródou. Dĺžka spínacieho bodu sa určí dĺžkou elektród. Elektrický obvod je napájaný striedavým napätím, aby sa vylúčila elektrolyza. Akonáhle sa premostia elektródy vodivou kvapalinou, obvod vyhodnotí tento stav a zopne sa výstup spínača.

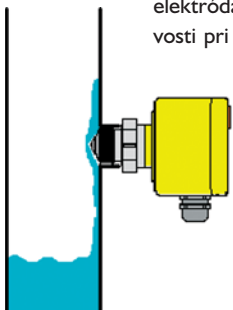


Obr.25 Vodivostné spínače

Moderné vodivostné meracie systémy ponúkajú bezpečnú funkciu a presnú opakovanosť spínacieho bodu vďaka automatickej nastavitelnosti citlivosti pri rozličných vodivostiach. Táto sa môže meniť v rozsahu medzi 5 μ S až 1 mS.

Meracie senzory sú dostupné podľa potreby v týchto vyhotoveniach: tyčová elektróda do 4 m dĺžky, lanová sonda do 30 m dĺžky, ako aj kompaktná sonda pre viskózne alebo lepkavé kvapaliny. V prípade potreby možno realizovať jednou sondou aj viacej spínacích úrovní, napr. 1 – 5. Elektródy snímačov sú vyhotovené z nehrdzavejúcej ocele alebo ocele Hastelloy s čiastočnou izoláciou. Princípálne merací obvod vodivostných spínačov pozostáva zo samotnej sondy a vyhodnocovacieho prístroja. V prípade kompaktných spínačov je elektronika integrovaná v hlavici snímača a zlučuje obidve časti obvodu.

Konstruktívne je kompaktný spínač vytvorený z kruhovej elektródy (3-prvkovej – meracia, referenčná a neutralizačná elektróda), oscilátora, napájacieho zdroja a obvodu signalizácie. Meracia a neutralizačná elektróda slúžia na elimináciu nánosov a detekciu vodivosti pri automatickej zmene citlivosti spínacieho bodu. V základnom vyhotovení sú vhodné na inštaláciu do potrubí (malá dĺžka meracej časti) alebo do steny zásobníka, avšak dodávajú sa aj s predĺžovacou tyčou až do 4 m.



Obr.26 Použitie kompaktných vodivostných spínačov

Vodivostné meracie sondy pracujú pri tlakoch od vákua do 63 bar a v teplotnom rozsahu od -50 °C do +100 °C. Spínače možno použiť v priestoroch s nebezpečenstvom výbuchu. Vodivostné snímače sa používajú najmä na signalizáciu medzných stavov a na dvojpohovú reguláciu. Sú prevádzkovo spoľahlivé a dostatočne presné a používajú sa predovšetkým v úpravovniach vody, v kalovom hospodárstve a v energetike, a to najmä pri ochrane čerpadiel ako ochrana proti chodu nasucho a v napájacích obvodoch chladiacej vody pri elektrických peciach a valcovacích prevádzkach. V potravinárskych aplikáciách sa používajú na rozlíšenie rozhrania medzi čistiacim prostriedkom a meraným výrobkom.

Vrtulové spínače

Podobne ako vibračné spínače využívajú útlm, prípadne zastavenie otáčania vrtulky zavesenej nad hladinou a poháňanej elektromotorom. Pri dotyku s hladinou meranej látky sa vrtulka, ktorá sa otáča asi 1 ot/min, spomalí, či zastaví, a tým signalizuje dosiahnutie určenej polohy hladiny (indikácia medzného stavu). Vrtulový spínač sa často používa ako poistka proti prepĺneniu nádrží. Výhodou je, že meranie nie je ovplyvňované zmenami hustoty, vodivosti, relatívnej permitivity ani viskozity média.

V ponuke býva niekoľko typov vrtuliek (podľa meraného materiálu). Inštalujú sa pomocou závitú alebo príruby na boku zásobníka, alebo zhora s možným predĺžením tyče s vrtulkou do 3 m. Vrtulové spínače sú vhodné najmä pre sypké materiály, granuláty, prášky a vločky, teda pre obilie, stavebné materiály, uhlie atď. Uplatnenie nachádzajú vo všetkých oblastiach priemyslu. Hlavná oblasť ich použitia je vo veľkých nádržiach a silách. Znášajú prevádzkové teploty do 400 °C a tlak do 1 MPa. Spoľahlivo detegujú materiály s mernou hmotnosťou od 0,01 kg/m³ do 2000 kg/m³ a zrnitosťou až do 150 mm. Ako výstup sa najčastejšie používa relé.

Nevýhodou je viacvodičové zapojenie (4 – 6 vodičov), a teda drahšia kabeláž.



Obr.27 Vrtulové spínače sypkých materiálov

Tepelné spínače

Tepelné spínače sú určené na detekciu hladiny vo všetkých typoch zásobníkov. Základom snímacieho prvku tepelného hladinomeru je sonda s dvojicou elektrických rezistorov, najčastejšie termistorov alebo RTD, pričom jeden je elektricky vyhrievaný nad teplotu okolia a druhý teplotu okolia meria. Prostredie obklopujúce snímač ovplyvňuje prenos tepla z výhrevného prvku do okolia (napr. odvod tepla do kvapalného média bude intenzívnejší než do vzduchu). Pri styku snímača s hladinou kvapaliny sa vyhrievaný termistor náhle ochladí, teda sa zmení aj jeho odpor. Na zmenu rozdielu teplôt reaguje spínač zopnutím kontaktu.

Tepelné spínače môžu pracovať v širokom prevádzkovom rozsahu teplôt od -70 °C do +485 °C a pri tlakoch do 20 MPa. Konštrukcia snímača v kontakte s meraným materiálom je z nehrdzavejúcej ocele, ocele Hastelloy či iných materiálov. Napájanie je sieťové 110 – 230 V alebo 24 V DC a spotreba asi 3 W. Niektoré typy sa dajú zapojiť aj do prúdovej slučky 4 – 20 mA namiesto iných dvojvodičových spínačov. Výstupným signálom je najčastejšie relé. Spínač má autotest tak počas zohrievania, ako aj počas prevádzky.

Tepelné hladinoměry sa dodávajú aj ako viacbodové, teda na jednej meracej tyči je postupne inštalovaných niekoľko meracích rezistorov. Každý merací prvok obsahuje pár miniatúrnych odporových detektorov RTD. Jeden z nich je ohrievaný, aby dosiahol teplotu vyššiu ako teplota okolia, ktorú sníma ten druhý. Ak nastane kontakt meraného materiálu so snímačom, tak sa rozdiel teplôt zmení a elektronika to vyhodnotí ako spínací impulz. Spínanie dosiahnutých hladín sa realizuje pomocou série relé.



Obr.28 Tepelný spínač

Pokračovanie v budúcom čísle.

Ing. Dušan Kiseľ, CSc.

e-mail: kttest@kbc.sk

14